جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی رشته

مهندسی و علم کامپیوتر

Computer Science and Engineering

مقاطع تحصیلات تکمیلی

(کارشناسی ارشد ناپیوسته و دکتری تخصصی)

گرایش‌های کارشناسی ارشد ناپیوسته

نرم‌افزار	**Software**
هوش مصنوعی	**Artificial Intelligence**
معماری سیستم‌های کامپیوتری	**Computer Systems Architecture**
الگوریتم‌ها و محاسبات	**Algorithms and Computation**
شبکه‌های کامپیوتری	**Computer Networks**
رایانش امن	**Secure Computing**
علم داده	**Data Science**
اینترنت اشیاء	**Internet of Things**

برنامه درسی مرجع

گروه فنی و مهندسی

کارگروه تخصصی مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

باتعالی

نام رشته: مهندسی و علم کامپیوتر

عنوان گرایش‌ها: ۱) نرم‌افزار، ۲) هوش مصنوعی، ۳) معماری سیستم‌های کامپیوتری، ۴) الگوریتم‌ها و محاسبات، ۵) شبکه‌های کامپیوتری، ۶) رایانش امن، ۷) علم داده و ۸) اینترنت اشیاء

گروه تحصیلی: فنی و مهندسی

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته و دکتری تخصصی

زیرگروه تحصیلی: مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

نوع مصوبه: بازنگری (به همراه تغییر عنوان، تجمیع و تغییر گرایش‌ها)

پیشنهادی:کارگروه تخصصی مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

تاریخ تصویب: ۱۴۰۳/۱۰/۱۶

برنامه درسی بازنگری‌شده و تغییر عنوان یافته دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته مهندسی و علم کامپیوتر گرایش‌های ۱) نرم‌افزار، ۲) هوش مصنوعی، ۳) معماری سیستم‌های کامپیوتری، ۴) الگوریتم‌ها و محاسبات، ۵) شبکه‌های کامپیوتری، ۶) رایانش امن، ۷) علم داده، ۸) اینترنت اشیاء و دوره دکتری تخصصی رشته مهندسی و علم کامپیوتر (بدون گرایش) در جلسه شماره ۹۷۲ تاریخ ۱۴۰۳/۱۰/۱۶ شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی به شرح زیر تصویب شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که پس از تصویب این برنامه درسی در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پذیرفته می‌شوند، قابل اجرا است.

ماده دو– برنامه‌های درسی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته مهندسی کامپیوتر گرایش‌های ۱) نرم‌افزار، ۲) هوش مصنوعی و رباتیک، ۳) معماری سیستم‌های کامپیوتری، ۴) شبکه‌های کامپیوتری، ۵) امنیت سایبری مصوب جلسه ۱۶۴ تاریخ ۱۴۰۰/۱۲/۰۸ کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی، ۶) اینترنت اشیاء مصوب جلسه ۹۵۶ تاریخ ۱۴۰۱/۱۱/۰۸ شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی، ۷) علوم داده مصوب جلسه ۹۳۱ تاریخ ۱۳۹۹/۰۵/۲۰ شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی، رشته الگوریتم‌ها و محاسبات مصوب جلسه ۸۶۱ تاریخ ۱۳۹۴/۰۳/۱۶ شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی و برنامه درسی دوره دکتری تخصصی رشته مهندسی کامپیوتر مصوب جلسه ۱۶۴ تاریخ ۱۴۰۰/۱۲/۰۵ کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی، رشته الگوریتم و محاسبات مصوب جلسه ۸۵۸ تاریخ ۱۳۹۳/۱۱/۱۸ شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی، رشته مهندسی فناوری اطلاعات گرایش‌های ۱) شبکه‌های کامپیوتری و ۲) امنیت اطلاعات مصوب جلسه ۶۶۵ تاریخ ۱۳۸۶/۱۰/۲۲ و همه برنامه‌های درسی مشابه تا پیش از تصویب این برنامه درسی، منسوخ شده و برنامه درسی بازنگری‌شده با عنوان جدید، جایگزین آن‌ها می‌شود.

ماده سه– این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول‌های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پس از اخذ مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش آموزش عالی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ابلاغ می‌شود.

ماده چهار– این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۴-۱۴۰۵ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

دکتر رضا نقی زاده
مدیر کل دفتر برنامه‌ریزی آموزش عالی

دکتر ابوالفضل واحدی
معاون آموزشی و دبیر شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

اعضای کمیته تدوین و بازنگری برنامه: (به ترتیب حروف الفبا)

دکتر شاهین حسابی	**عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف**
دکتر حسن حقیقی	**عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی**
دکتر رضا صفابخش	**عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر**
دکتر حمید ضرابی زاده	**عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف**
دکتر مهدی کارگهی	**عضو هیئت علمی دانشگاه تهران**
دکتر محسن کاهانی	**عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد**
دکتر بهروز مینایی	**عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران**

همکاران اصلی: (به ترتیب حروف الفبا)

دکتر سارا ارشادی نسب	**عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد**
دکتر امیرحسین جهانگیر	**عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف**
دکتر وصال حکمی	**عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران**
دکتر رامتین خسروی	**عضو هیئت علمی دانشگاه تهران**
دکتر محمدحسین رهبان	**عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف**
دکتر حمیدرضا شهریاری	**عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر**

سرفصل دروس این برنامه توسط اعضای هیئت علمی دانشگاه‌های همکار تهیه شده و توسط کمیته تدوین و بازنگری برنامه ویرایش شده است.

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

مقدمه

رشته‌ی مهندسی و علم کامپیوتر (Computer Science and Engineering) به مطالعه‌ی اصول و مفاهیم نظری و فنی مورد نیاز برای طراحی، پیاده‌سازی، بهینه‌سازی و مدیریت سیستم‌های کامپیوتری می‌پردازد. این رشته گستره‌ی وسیعی از موضوعات، از جمله معماری کامپیوتر، مهندسی نرم‌افزار، الگوریتم‌ها و محاسبات، هوش مصنوعی، فناوری اطلاعات، شبکه‌های کامپیوتری، امنیت سایبری، تحلیل داده‌ها، رباتیک، اینترنت اشیاء، رایانش کوانتومی و محاسبات زیستی را در بر می‌گیرد.

برنامه‌های درسی این رشته طی سال‌ها برای همگام شدن با پیشرفت‌های فناوری و تحولات علمی، دستخوش تغییرات مداوم شده است. در نخستین سال‌های ظهور علم کامپیوتر، تمرکز آموزش بر زبان‌های برنامه‌نویسی سطح پایین و معماری سطح ماشین بود. اما با رشد سریع این حوزه، برنامه‌های درسی متناسب با نیازهای روز توسعه یافتند و شامل موضوعاتی همچون طراحی سامانه‌های نرم‌افزاری پیشرفته، مدل‌های محاسباتی نوین، تحلیل داده‌ها و امنیت اطلاعات شدند.

امروزه برنامه‌های مهندسی و علم کامپیوتر با چالش آماده‌سازی دانشجویان برای آینده‌ای مواجه هستند که احتمالاً بسیار متفاوت از زمان حال است. دانشجویان علاوه بر به‌روز ماندن با جدیدترین فناوری‌ها، باید به مهارت‌هایی مجهز شوند که بتوانند با چالش‌ها و فرصت‌های جدید به‌موقع سازگار شوند. به همین دلیل لازم است به طور منظم برنامه‌های درسی رشته‌ی مهندسی و علم کامپیوتر بررسی و بازنگری شوند تا اطمینان حاصل شود که دانشجویان ضمن دریافت بهترین آموزش ممکن، به خوبی برای مقابله با چالش‌ها و فرصت‌های این رشته‌ی به سرعت در حال توسعه مجهز خواهند شد.

در طراحی برنامه‌ی جدید تحصیلات تکمیلی مهندسی و علم کامپیوتر، تلاش شده است علاوه بر هم‌راستایی با روندهای نوین فناوری، به نیازهای علمی و صنعتی کشور نیز پاسخ داده شود. همچنین، این برنامه با در نظر گرفتن استانداردهای بین‌المللی و الگو گرفتن از برنامه‌های درسی دانشگاه‌های معتبر جهان، زمینه‌ی آموزش به‌روز و کارآمد را برای دانشجویان فراهم می‌کند.



الف- دوره کارشناسی ارشد

۱- تعریف و اهداف

دوره‌ی کارشناسی ارشد مهندسی و علم کامپیوتر شامل مجموعه‌ای از درس‌های نظری به همراه دوره پژوهشی جهت تعمیق اطلاعات نظری و تجربی متخصصان این حوزه است که زمینه کافی جهت درک و توسعه آنچه در مرزهای فناوری در حال حاضر در این رشته‌ها می‌گذرد را فراهم می‌آورد. هدف این دوره تربیت افرادی است که توانایی لازم جهت طراحی و نظارت بر اجرای پروژه‌های تخصصی در زمینه گرایش مربوطه را داشته باشند ضمناً دانش آموختگان این دوره توان پژوهشی کافی جهت حل مسائلی را که در زمینه تخصصی خود با آن مواجه می‌شوند را دارا هستند. دوره‌های کارشناسی ارشد مهندسی و علم کامپیوتر مشتمل بر هشت گرایش و زمینه پژوهشی است که در ادامه، اهداف و مشخصات کلی هر یک به اختصار آمده است.

- **گرایش نرم‌افزار**

در این گرایش دانشجویان با طیف وسیعی از موضوعات مرتبط با حوزه‌ی نرم‌افزار، از جمله روش‌های تولید نرم‌افزار، طراحی و معماری نرم‌افزار، سیستم‌های نرم‌افزاری، تست نرم‌افزار، تضمین کیفیت و تولید خودکار نرم‌افزار آشنا خواهند شد. همچنین دانشجویان این فرصت را خواهند داشت تا با کار روی پروژه‌های هم‌تراز با پروژه‌های دنیای واقعی، دانش خود را برای حل مشکلات واقعی به کار گیرند.

- **گرایش هوش مصنوعی**

هدف از این گرایش تجهیز دانشجویان به دانش و توانایی‌های لازم برای درک نظری، طراحی، و توسعه‌ی سامانه‌های هوشمند است. برنامه‌ی درسی این دوره، درس‌های نظری ریاضی و آمار، یادگیری ماشین، پردازش زبان‌های طبیعی، بینایی ماشین و سایر زمینه‌های هوش مصنوعی را به گونه‌ای شامل می‌شود که علاوه بر تسلط نظری، دانشجویان تجربه پژوهش و حل مسئله و پیاده‌سازی و تحقق راه‌حل‌ها را نیز داشته باشند.

- **گرایش معماری سیستم‌های کامپیوتری**

هدف از این گرایش ایجاد توانمندی‌های لازم در دانشجویان برای طراحی و تحلیل سیستم‌های کامپیوتری در سطوح سیستم و معماری است. از جمله زمینه‌های مهم این گرایش می‌توان به معماری سیستم‌های کامپیوتری، طراحی و تحلیل مدارهای مجتمع، پردازش موازی، معماری شبکه‌های کامپیوتری، شبکه‌های میان‌ارتباطی، اینترنت اشیاء، سیستم‌های نهفته، سیستم‌های رایافیزیکی و طراحی سیستم بر روی تراشه اشاره کرد.

- **گرایش الگوریتم‌ها و محاسبات**

هدف از این گرایش ایجاد دانش و مهارت لازم برای تحلیل و طراحی الگوریتم‌های کارا برای مسائل مختلف در حوزه‌های کاربردی و نظری است. دانشجویان در این گرایش ضمن آشنایی با روش‌های مختلف طراحی الگوریتم‌ها از جمله الگوریتم‌های تقریبی و تصادفی، با مدل‌های محاسباتی نوین نظیر محاسبات موازی و توزیع‌شده و تیز روش‌های پردازش و تحلیل داده‌های حجیم آشنا خواهند شد.

- **گرایش شبکه‌های کامپیوتری**

این گرایش به منظور ارایه دانش پایه و کاربردی لازم در زمینه انواع شبکه‌های کامپیوتری در کاربردها و محیط‌های محاسباتی مختلف و یادگیری تکنولوژی‌ها و سرویس‌ها و تکنیک‌های علمی و کاربردی در این حوزه طراحی شده است و هدف آن تربیت افرادی است که با برخورداری از دانش و تبحر لازم در این حوزه، توانایی مدیریت، تحلیل، طراحی، پیاده‌سازی، توسعه و ارتقای انواع شبکه‌های کامپیوتری در کاربردهای مختلف را داشته باشند .

- **گرایش رایانش امن**

در این گرایش ابعاد کلی تأمین امنیت برای سیستم‌های پردازش اطلاعات و شبکه‌های تبادل اطلاعات مطالعه می‌شود. هدف از این گرایش تربیت افرادی است که به منظور تأمین امنیت انواع سیستم‌های اطلاعاتی بتوانند راه حل‌های کاربردی ارائه دهند و با داشتن تبحر عملی و درک تئوری لازم بتوانند طراحی، پیاده‌سازی و ارزیابی مفاهیم، روش‌ها و رویه‌های لازم برای تامین امنیت اطلاعات را در حالات مختلف (ذخیره‌شده، در حال پردازش، و در حال انتقال) عملی سازند.

- **گرایش علم داده**

این گرایش با هدف آشنایی دانشجویان با مفاهیم، ابزارها و تکنیک‌های علم داده و مهندسی داده طراحی شده است. دانش‌آموختگان این دوره توانایی کار بر روی مسائل پیچیده داده، استخراج بینش و دانش از داده‌ها و تصمیم‌گیری آگاهانه با استفاده از روش‌های داده‌محور را خواهند داشت. در نتیجه به مهارت و دانش لازم برای موفقیت در مشاغل مرتبط با داده‌ها، از جمله تحلیلگر داده، مهندس داده و دانشمند داده مجهز خواهند شد.

- **گرایش اینترنت اشیاء**

هدف از این گرایش ایجاد دانش و مهارت لازم برای طراحی، توسعه و مدیریت سیستم‌های هوشمند و متصل در حوزه اینترنت اشیاء است. در این گرایش دانشجویان با معماری اینترنت اشیاء، شبکه‌های ارتباطی، پروتکل‌ها و بسترهای مورد استفاده، تحلیل داده و امنیت در اینترنت اشیاء آشنا می‌شوند تا بتوانند با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، راه‌حل‌های کارآمد و نوآورانه برای کاربردهای صنعتی و غیرصنعتی ارائه دهند.

۲- اهمیت و ضرورت

مهندسی و علم کامپیوتر رشته‌ای است که به سرعت در حال رشد و تکامل است و در جنبه‌های وسیعی از زندگی مدرن نقش مهمی ایفا می‌کند. از شبکه‌های اجتماعی و ابزارهای هوشمند گرفته تا سیستم‌های پزشکی و حمل و نقل، کامپیوتر در قلب بسیاری از فناوری‌هایی است که هر روز به آن‌ها تکیه می‌کنیم. در نتیجه، تقاضای زیادی برای متخصصان کامپیوتر ماهر وجود دارد که بتوانند سامانه‌های کامپیوتری پیچیده، هوشمند و امن را طراحی و پیاده‌سازی کنند.

با توجه به گسترش روزافزون کاربردهای کامپیوتر، امروزه کشور ما نیازمند متخصصینی توانا در تمامی زمینه‌های مرتبط با کامپیوتر و فناوری اطلاعات است. برنامه‌ی تحصیلات تکمیلی «مهندسی و علم کامپیوتر» به دانش آموختگان خود این امکان را می‌دهد که با تسلط بر ابعاد نظری و کاربردی این فناوری، برای حل مسائل پیچیده دنیای واقعی آماده شوند و نیازهای روزافزون کشور را در این زمینه مرتفع سازند.

۳- تعداد و نوع واحدهای درسی

دوره‌ی کارشناسی ارشد مهندسی و علم کامپیوتر دوره‌ای به طول دو سال و مشتمل بر ۳۲ واحد درسی به شرح زیر است.

جدول (۱)- توزیع واحدها

نوع درس	تعداد واحد
تخصصی الزامی	۱۴
تخصصی اختیاری	۱۲
پایان‌نامه	۶
جمع	**۳۲**

دروس تخصصی الزامی هر گرایش شامل ۴ درس نظری سه واحدی از جدول دروس تخصصی الزامی گرایش موردنظر به علاوه‌ی ۲ واحد سمینار کارشناسی ارشد است. دروس تخصصی اختیاری هر گرایش شامل ۴ درس نظری سه واحدی است که از جدول دروس تخصصی اختیاری یا تخصصی الزامی آن گرایش اخذ می‌شود.

فهرست دروس هر گرایش در فصل دوم آمده است. در تمام گرایش‌ها، سیلابس دروس دارای عنوان «مباحث ویژه» می‌تواند متناسب با آمایش و ماموریت دانشگاه توسط دانشگاه مجری تدوین شود.

۴- شرایط و ضوابط ورود به دوره

دانشجویان این دوره از طریق آزمون ورودی و از بین دانش‌آموختگان کارشناسی رشته مهندسی و علم کامپیوتر و یا رشته‌های مرتبط و مطابق با ضوابط وزارت علوم، تحقیقات و فناوری انتخاب می‌شوند. با توجه به محدودیت تعداد دروس جبرانی، دانشجویان می‌توانند فقط از مقطع کارشناسی رشته‌های مهندسی و نیز رشته‌های علوم ریاضی و فیزیک وارد دوره کارشناسی ارشد مهندسی و علم کامپیوتر شوند.

عناوین دروس امتحانی این رشته در آزمون سراسری به شرح زیر است.

جدول (۲)- مواد امتحانی آزمون ورودی کارشناسی ارشد ناپیوسته

مجموعه	فهرست دروس	ضریب
زبان انگلیسی	زبان عمومی و تخصصی	۱
ریاضیات	ریاضیات گسسته، آمار و احتمال مهندسی، جبر خطی	۲
دروس تخصصی	مبانی کامپیوتر و برنامه‌سازی، مدارهای منطقی، معماری کامپیوتر، داده‌ساختارها و الگوریتم‌ها، نظریه زبان‌ها و ماشین‌ها، سیستم‌های عامل، هوش مصنوعی	۴

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

دروس جبرانی

در صورتی که دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی و علم کامپیوتر برخی از دروس کارشناسی موردنیاز گرایش خود را قبلا نگذرانده باشد، لازم است از بین دروس زیر حداکثر ۴ درس را در دوره کارشناسی ارشد به عنوان دروس جبرانی با نظر گروه آموزشی مربوطه از بین دروسی که صرفا در مقطع کارشناسی همان دانشگاه ارائه می‌شود، حداکثر تا پایان سال اول تحصیل خود بگذراند.

گرایش	دروس جبرانی
نرم‌افزار	طراحی الگوریتم‌ها، مهندسی نرم‌افزار، طراحی پایگاه داده‌ها، معماری کامپیوتر، سیستم‌های عامل
هوش مصنوعی	جبر خطی، آمار و احتمال مهندسی، طراحی الگوریتم‌ها، هوش مصنوعی، سیگنال‌ها و سیستم‌ها
معماری سیستم‌های کامپیوتری	معماری کامپیوتر، طراحی سیستم‌های دیجیتال، سیستم‌های عامل، طراحی مدارهای مجتمع پرتراکم
الگوریتم‌ها و محاسبات	ریاضیات گسسته، داده‌ساختارها و الگوریتم‌ها، آمار و احتمال مهندسی، طراحی الگوریتم‌ها، نظریه زبان‌ها و ماشین‌ها
شبکه‌های کامپیوتری	سیستم‌های عامل، شبکه‌های کامپیوتری، سیگنال‌ها و سیستم‌ها، طراحی الگوریتم‌ها، آمار و احتمال مهندسی
رایانش امن	ریاضیات گسسته، سیستم‌های عامل، شبکه‌های کامپیوتری، طراحی پایگاه داده‌ها، تحلیل و طراحی نرم‌افزار، امنیت سیستم‌های کامپیوتری، معماری کامپیوتر
علم داده	طراحی الگوریتم‌ها، طراحی پایگاه داده‌ها، آمار و احتمال مهندسی، جبر خطی، برنامه‌سازی پیشرفته
اینترنت اشیاء	سیستم‌های عامل، شبکه‌های کامپیوتری، سیستم‌های نهفته و بی‌درنگ، امنیت سیستم‌های کامپیوتری

۵- نقش، توانایی و شایستگی مورد انتظار از دانش‌آموختگان

دانش‌آموختگان دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی و علم کامپیوتر دارای مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های زیر خواهند بود.

	مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های عمومی	نمونه دروس مرتبط
۱	برقراری ارتباط موثر (شفاهی، نوشتاری و تصویری) در محیط حرفه‌ای و عمومی	سمینار کارشناسی ارشد، مصورسازی داده
۲	شناسایی، فرمول‌بندی و حل مسائل مهندسی با بکارگیری اصول ریاضی و علمی	ترکیبیات کاربردی، تحلیل آماری داده، نظریه الگوریتمی گراف‌ها

۳	طراحی، راه‌اندازی و اجرای آزمایش‌ها، استخراج و تحلیل داده‌ها و نتیجه‌گیری مناسب بر اساس قضاوت صحیح مهندسی	تحلیل آماری داده، تحلیل کلان‌داده
۴	طراحی یک وسیله، سیستم یا فرایند، جهت رفع یک نیاز مشخص، با لحاظ کردن قیود واقع‌گرایانه از قبیل محدودیت‌های اقتصادی، ایمنی، زیست‌محیطی، اجتماعی، اخلاقی، ...	مهندسی نرم‌افزار پیشرفته، امنیت و حریم خصوصی داده، طراحی سیستم‌های دیجیتال کم‌مصرف
۵	قابلیت کار موثر تیمی در کنار افراد با تخصص‌های متفاوت	سیستم‌های نرم‌افزاری مقیاس‌بزرگ، آزمون و تحلیل نرم‌افزار پیشرفته
۶	درک اهمیت و قابلیت یادگیری مستمر، به روزرسانی اطلاعات، کسب دانش جدید و آگاهی از شرایط معاصر	روش‌های بهینه‌سازی، الگوریتم‌های پیشرفته
۷	توانایی استفاده از فناوری‌ها، مهارت‌ها، و ابزارهای مدرن در فعالیت‌های مهندسی	یادگیری ماشین، رایانش ابری، تحلیل آماری داده
۸	شناخت مسئولیت‌های حرفه‌ای و اخلاقی در جایگاه مهندسی و درک تاثیرات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی فعالیت‌های مهندسی	اصول و تکنیک‌ها در علم داده، امنیت و حریم خصوصی داده، طراحی سیستم‌های دیجیتال کم‌مصرف
	مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
۹	مهارت حل مسئله و تبدیل راه‌حل‌ها به الگوریتم	الگوریتم‌های پیشرفته، نظریه الگوریتمی گراف‌ها، الگوریتم‌های تقریبی
۱۰	طراحی و توسعه نرم‌افزارهای کامپیوتری در مقیاس کوچک و بزرگ	معماری نرم‌افزار، آزمون و تحلیل نرم‌افزار پیشرفته، پایگاه داده‌های پیشرفته
۱۱	آشنایی عمیق با ساختار کامپیوتر و نحوه‌ی طراحی پردازنده‌ها	معماری کامپیوتر پیشرفته، طراحی مدارهای مجتمع پرتراکم پیشرفته، سنتز سیستم‌های دیجیتال
۱۲	هوشمندسازی و طراحی سامانه‌های هوشمند	یادگیری ماشین، یادگیری عمیق، سیستم‌های چندعاملی، یادگیری تقویتی
۱۳	طراحی و ساخت شبکه‌های ارتباطی محلی و سازمانی	شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته، مدیریت شبکه‌های کامپیوتری، امنیت شبکه‌های کامپیوتری
۱۴	توانایی پردازش و تحلیل داده‌ها در ابعاد متوسط و بزرگ	تحلیل داده، تحلیل کلان‌داده، پردازش کلان‌داده، مصورسازی داده، یادگیری آماری داده
۱۵	آشنایی با اصول و روش‌های پیشرفته‌ی تولید و توسعه نرم‌افزار	مهندسی نرم‌افزار پیشرفته، سنتز نرم‌افزار، مدل‌سازی و درستی‌یابی صوری
۱۶	آشنایی با سیستم‌های موازی و توزیع‌شده	سیستم‌های توزیع‌شده، رایانش ابری، الگوریتم‌های موازی
۱۷	ایجاد سامانه‌های امن	امنیت کامپیوتر، امنیت سیستم‌های نرم‌افزاری، توسعه امن نرم‌افزار، پروتکل‌های امنیتی
۱۸	آشنایی با سیستم‌های رباتیک	ربات‌های متحرک خودگردان، مکان‌یابی و ناوبری ربات، تعامل انسان با ربات
۱۹	آشنایی با مبانی نظری محاسبات و محاسبه‌پذیری	نظریه محاسبات پیشرفته، نظریه پیچیدگی، منطق محاسباتی
۲۰	آشنایی با تحول دیجیتال و نقش آن در بهره‌وری	اینترنت اشیاء، یادگیری ماشین، رایانش ابری، زنجیره‌های بلوکی، پردازش کلان‌داده، سیستم‌های رایافیزیکی

شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی تحقیقات و فناوری

۶- زمینه‌های شغلی حال و آینده

زمینه‌های شغلی موجود برای دانش‌آموختگان رشته مهندسی و علم کامپیوتر بسیار گسترده و متنوع است. در زیر نمونه‌ای از این فرصت‌ها به تفکیک مشاغل استخدامی و خوداشتغالی ذکر شده است.

فرصت‌های شغلی استخدامی	فرصت‌های خوداشتغالی
مهندس نرم‌افزار	برنامه‌نویس آزاد (freelanncer)
متخصص تحلیل داده	توسعه‌دهنده نرم‌افزار
مهندس شبکه	توسعه‌دهنده بازی‌های رایانه‌ای
مهندس سخت‌افزار	کارآفرین در زمینه نرم‌افزار
متخصص امنیت داده و شبکه	تحلیلگر بازارهای مالی
متخصص هوش مصنوعی و یادگیری ماشین	مشاور فناوری اطلاعات
تحلیل‌گر سیستم‌های اطلاعاتی	مشاور هوش مصنوعی
مدیر پروژه‌های فناوری اطلاعات	

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

ب- دوره دکتری

۱- تعریف و اهداف

دوره‌ی دکتری مهندسی و علم کامپیوتر دوره‌ای **بدون گرایش** است که شامل مجموعه‌ای از دروس نظری و بخش پژوهشی جهت تعمیق اطلاعات نظری و تجربی متخصصان این حوزه است که زمینه کافی جهت درک و توسعه آنچه در مرزهای فناوری در حال حاضر در این رشته‌ها می‌گذرد را فراهم می‌آورد. هدف این دوره تربیت افرادی است که توانایی لازم جهت طراحی و نظارت بر اجرای پروژه‌های تخصصی در زمینه گرایش مربوطه را داشته باشند. ضمناً دانش آموختگان این دوره توان پژوهشی کافی جهت حل مسائلی را که در زمینه تخصصی خود با آن مواجه می‌شوند را دارا هستند.

۲- اهمیت و ضرورت

با توجه به گسترش روزافزون کاربردهای کامپیوتر، امروزه کشور ما نیازمند متخصصینی توانا در تمامی زمینه‌های مرتبط با کامپیوتر و فناوری اطلاعات است. برنامه‌ی تحصیلات تکمیلی «مهندسی و علم کامپیوتر» به دانش‌آموختگان خود این امکان را می‌دهد که با تسلط بر ابعاد نظری و کاربردی این فناوری، برای حل مسائل پیچیده دنیای واقعی آماده شوند و نیازهای روزافزون کشور را در این زمینه مرتفع سازند.

در برنامه‌ی آموزشی جدید بازنگری‌شده برای مقاطع تحصیلات تکمیلی رشته‌ی مهندسی و علم کامپیوتر تلاش بر این بوده است که علاوه بر هماهنگی با روندهای فناوری در حوزه‌ی مهندسی و علم کامپیوتر و توجه با نیازهای علمی و صنعتی کشور، همگامی با برنامه‌های درسی دانشگاه‌های معتبر جهان و چارچوب‌های ارائه‌شده توسط انجمن‌های معتبر علمی بین‌المللی مورد توجه جدی قرار گیرد.

۳- تعداد و نوع واحدهای درسی

دوره‌ی دکتری مهندسی و علم کامپیوتر دوره‌ای به طول چهار سال و مشتمل بر ۳۶ واحد درسی است که از دو بخش آموزشی و پژوهشی تشکیل شده است.

در بخش آموزشی، دانشجو باید حداقل چهار درس تخصصی سه واحدی را مطابق نظر استاد راهنما اخذ کند. ترکیب دروس اخذشده باید به نحوی باشد که دانشجو به تناسب زمینه‌ی پژوهشی خود (متناظر با یکی از گرایش‌های کارشناسی ارشد مهندسی و علم کامپیوتر) حداقل چهار درس از جدول دروس تخصصی الزامی گرایش مربوطه را در طول دوران تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد + دکتری) گذرانده باشد. باقی دروس می‌تواند با نظر استاد راهنما از هر یک از جداول دروس تحصیلات تکمیلی مهندسی و علم کامپیوتر اخذ شود.

دانشجو پس از گذراندن دروس نظری، باید در امتحان جامع شرکت کند. این امتحان به منظور کسب اطمینان از قابلیت‌های علمی و پژوهشی دانشجو، توانایی برخورد اصولی او با مسائل و داشتن روحیه علمی و قوه ابتکار در حل مسائل است و می‌تواند به تشخیص دانشگاه مجری شامل بخش‌های شفاهی و کتبی باشد.

دوره پژوهشی شامل انتخاب موضوع رساله، انجام تحقیقات و تدوین رساله دکتری است. دانشجو پس از گذراندن امتحان جامع، باید حداکثر تا پایان نیم‌سال چهارم تحصیلی از پیشنهاد پژوهشی خود در حضور هیئت داوران دفاع کند. پس از آن دانشجو در هر نیم‌سال در درس رساله دکتری ثبت‌نام می‌کند. تعداد واحدهای رساله دکتری حداکثر ۲۴ واحد و کل دوره دکتری ۳۶ واحد است. دانشجو پس از تدوین رساله و تایید کفایت پژوهش و دستاوردهای علمی از سوی استاد راهنما و تصویب آن در کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده، در حضور هیئت داوران از رساله خود دفاع می‌کند.

۴- شرایط و ضوابط ورود به دوره

دانشجویان این دوره از طریق آزمون ورودی و از بین دانش‌آموختگان کارشناسی ارشد رشته مهندسی و علم کامپیوتر و یا رشته‌های مرتبط و مطابق با ضوابط وزارت علوم، تحقیقات و فناوری انتخاب می‌شوند. دانشجویان می‌توانند از کلیه‌ی گرایش‌های مقطع کارشناسی ارشد رشته‌های زیر وارد دوره دکتری مهندسی و علم کامپیوتر شوند: مهندسی و علم کامپیوتر، مهندسی برق، علوم کامپیوتر، علوم ریاضی، فیزیک، مهندسی صنایع، مهندسی مکانیک و مهندسی پزشکی.

عناوین دروس امتحانی این رشته در آزمون سراسری به شرح زیر است.

جدول (۳)- مواد امتحانی آزمون ورودی دوره دکتری

مجموعه	فهرست دروس
عمومی	استعداد تحصیلی، زبان انگلیسی
ریاضیات	ریاضیات گسسته، آمار و احتمال مهندسی، جبر خطی
دروس تخصصی	مبانی کامپیوتر و برنامه‌سازی، مدارهای منطقی، معماری کامپیوتر، داده‌ساختارها و الگوریتم‌ها، نظریه زبان‌ها و ماشین‌ها، سیستم‌های عامل، هوش مصنوعی

۵- جایگاه تمدنی، فرهنگی و اجتماعی

تمدن ایرانی و اسلامی در شکل‌گیری و پایه‌ریزی آن چه امروز علم کامپیوتر نامیده می‌شود جایگاه ممتازی داشته است. در این میان، می‌توان به نقش دانشمند بزرگ ایرانی، **محمد بن موسی الخوارزمی**، ریاضی‌دان و مخترع برجسته ایرانی دوره سامانیان در پایه‌گذاری آن‌چه به نام او «الگوریتم» خوانده می‌شود، اشاره کرد. رویکرد انقلابی وی در ریاضیات، اساس تمامی الگوریتم‌های امروزی ما را فراهم ساخته است. علاوه بر واژه‌ی «الگوریتم» که از لاتین‌سازی نام «الخوارزمی» گرفته شده، واژه‌ی «جبر» نیز از کتاب مشهور خوارزمی با عنوان «الجبر والمقابله» گرفته شده که در آن اصول جبری اساسی معرفی شده است. با توجه به تلاش‌ها و دستاوردهای عمده خوارزمی، از او به درستی با عنوان پدر علم کامپیوتر و پدر جبر نام برده می‌شود.

در دوران معاصر، تاریخچه تحصیلات دانشگاهی در رشته کامپیوتر به دوره پس از انقلاب اسلامی برمی‌گردد. در آغاز دهه ۱۳۶۰ با ایجاد دانشکده‌ها و مراکز تخصصی در زمینه کامپیوتر و فناوری اطلاعات در دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی، آموزش دانشجویان در این رشته به صورت رسمی آغاز شد و با تأسیس و توسعه دانشگاه‌های دولتی و خصوصی

در ایران، به طور جدی گسترش یافت. از آن زمان تاکنون، برنامه‌های تحصیلی مرتبط با مهندسی و علم کامپیوتر در ایران متناسب با روندهای روز فناوری و نیازهای بازار کار توسعه یافته است. هم اینک دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی در سراسر کشور برنامه‌های تحصیلی فعال و متنوعی در زمینه کامپیوتر و فناوری اطلاعات دارند که از مقطع کارشناسی تا دکتری را پوشش می‌دهد.



فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس

گرایش نرم‌افزار – درس‌های تخصصی الزامی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد ساعات		پیش‌نیاز
			نظری	عملی	
۱	الگوریتم‌های پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۲	مهندسی نرم‌افزار پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۳	معماری نرم‌افزار	۳	۴۸	۰	
۴	آزمون و تحلیل نرم‌افزار پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۵	مدل‌سازی و درستی‌یابی صوری	۳	۴۸	۰	
۶	سیستم‌های توزیع‌شده	۳	۴۸	۰	
۷	امنیت سیستم‌های نرم‌افزاری	۳	۴۸	۰	
۸	پایگاه داده‌های پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۹	سیستم‌های رایافیزیکی	۳	۴۸	۰	
۱۰	تحلیل داده	۳	۴۸	۰	

اخذ حداقل ۴ درس از این جدول برای دانشجویان گرایش نرم‌افزار الزامی است.

گرایش نرم‌افزار – درس‌های تخصصی اختیاری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد ساعات		پیش‌نیاز
			نظری	عملی	
۱	ارزیابی کارایی سیستم‌های کامپیوتری	۳	۴۸	۰	
۲	تحلیل آماری داده	۳	۴۸	۰	
۳	شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۴	تحلیل کلان‌داده	۳	۴۸	۰	
۵	الگوها در مهندسی نرم‌افزار	۳	۴۸	۰	
۶	امنیت شبکه پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۷	بازیابی هوشمند اطلاعات	۳	۴۸	۰	
۸	پردازش زبان‌های طبیعی	۳	۴۸	۰	
۹	الگوریتم‌های موازی	۳	۴۸	۰	
۱۰	تحلیل شبکه‌های پیچیده	۳	۴۸	۰	
۱۱	شبکه‌های اجتماعی	۳	۴۸	۰	
۱۲	تکامل نرم‌افزار	۳	۴۸	۰	
۱۳	سیستم‌های نرم‌افزاری مقیاس‌بزرگ	۳	۴۸	۰	
۱۴	توصیف و وارسی برنامه‌ها	۳	۴۸	۰	
۱۵	رایانش ابری	۳	۴۸	۰	
۱۶	ترکیبیات کاربردی	۳	۴۸	۰	
۱۷	سنتز نرم‌افزار	۳	۴۸	۰	
۱۸	سیستم‌های عامل پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۱۹	سامانه‌های تصمیم‌یار	۳	۴۸	۰	
۲۰	سیستم‌های چندعاملی	۳	۴۸	۰	
۲۱	سیستم‌های خودتطبیق و خودسازمانده	۳	۴۸	۰	
۲۲	سیستم‌های نرم‌افزاری اتکاپذیر	۳	۴۸	۰	
۲۳	یادگیری عمیق	۳	۴۸	۰	
۲۴	متدولوژی‌های ایجاد نرم‌افزار	۳	۴۸	۰	
۲۵	معماری سازمانی	۳	۴۸	۰	
۲۶	مهندسی نرم‌افزار پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۲۷	مهندسی نیازمندی‌ها	۳	۴۸	۰	

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

گرایش نرم‌افزار – درس‌های تخصصی اختیاری (ادامه)

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد ساعات		پیش‌نیاز
			نظری	عملی	
۲۸	نظریه الگوریتمی بازی‌ها	۳	۴۸	۰	
۲۹	نظریه پیچیدگی	۳	۴۸	۰	
۳۰	نظریه الگوریتمی گراف‌ها	۳	۴۸	۰	
۳۱	وب معنایی	۳	۴۸	۰	
۳۲	یادگیری ماشین کاربردی	۳	۴۸	۰	
۳۳	روش‌های بهینه‌سازی	۳	۴۸	۰	
۳۴	امنیت و حریم خصوصی داده	۳	۴۸	۰	
۳۵	توسعه امن نرم‌افزار	۳	۴۸	۰	
۳۶	تحلیل و اشکال‌زدایی برنامه‌ها	۳	۴۸	۰	
۳۷	موتور جستجو و وب‌کاوی	۳	۴۸	۰	
۳۸	رایانش جمعی	۳	۴۸	۰	
۳۹	بازمهندسی فرایندهای کسب‌وکار	۳	۴۸	۰	
۴۰	فرایندکاوی	۳	۴۸	۰	
۴۱	هوشمندی کسب‌وکار	۳	۴۸	۰	
۴۲	مباحث ویژه در نرم‌افزار ۱	۳	۴۸	۰	
۴۳	مباحث ویژه در نرم‌افزار ۲	۳	۴۸	۰	
۴۴	دو درس از گرایش‌ها یا رشته‌های دیگر با نظر استاد راهنما				

گرایش هوش مصنوعی – درس‌های تخصصی الزامی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد ساعات		پیش‌نیاز
			نظری	عملی	
۱	یادگیری ماشین*	۳	۴۸	۰	
۲	یادگیری عمیق*	۳	۴۸	۰	
۳	مبانی یادگیری آماری	۳	۴۸	۰	
۴	یادگیری تقویتی عمیق	۳	۴۸	۰	
۵	یادگیری ماشین قابل اعتماد	۳	۴۸	۰	
۶	بهینه‌سازی محدب	۳	۴۸	۰	
۷	بهینه‌سازی فرا ابتکاری	۳	۴۸	۰	
۸	ربات‌های متحرک خودگردان	۳	۴۸	۰	

اخذ حداقل ۴ درس از این جدول شامل دروس ردیف‌های ۱ و ۲ برای دانشجویان گرایش هوش مصنوعی الزامی است.

گرایش هوش مصنوعی – درس‌های تخصصی اختیاری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد ساعات		پیش‌نیاز
			نظری	عملی	
۱	یادگیری عمیق پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۲	یادگیری ماشین آماری	۳	۴۸	۰	
۳	سیستم‌های چندعاملی	۳	۴۸	۰	
۴	مدل‌های گرافی احتمالی	۳	۴۸	۰	
۵	نظریه یادگیری ماشین	۳	۴۸	۰	
۶	تحلیل کلان‌داده	۳	۴۸	۰	
۷	تحلیل شبکه‌های پیچیده	۳	۴۸	۰	
۸	روش‌ها و سامانه‌های فازی	۳	۴۸	۰	
۹	فرایندهای تصادفی	۳	۴۸	۰	
۱۰	پردازش سیگنال‌های رقمی	۳	۴۸	۰	
۱۱	مهندسی سامانه‌های یادگیری ماشین	۳	۴۸	۰	
۱۲	بینایی کامپیوتر	۳	۴۸	۰	
۱۳	بینایی کامپیوتر سه‌بعدی	۳	۴۸	۰	
۱۴	پردازش تصویر	۳	۴۸	۰	
۱۵	پنهان‌سازی اطلاعات	۳	۴۸	۰	
۱۶	پردازش زبان‌های طبیعی	۳	۴۸	۰	
۱۷	پردازش زبان‌های طبیعی پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۱۸	بازیابی هوشمند اطلاعات	۳	۴۸	۰	
۱۹	پردازش گفتار	۳	۴۸	۰	
۲۰	بازشناسی گفتار و گوینده	۳	۴۸	۰	
۲۱	تبدیل متن به گفتار	۳	۴۸	۰	
۲۲	مکان‌یابی و ناوبری ربات	۳	۴۸	۰	
۲۳	مقدمه‌ای بر علوم اعصاب	۳	۴۸	۰	
۲۴	علوم شناختی محاسباتی	۳	۴۸	۰	
۲۵	برنامه‌ریزی در هوش مصنوعی	۳	۴۸	۰	
۲۶	رباتیک شناختی	۳	۴۸	۰	
۲۷	تعامل انسان با ربات	۳	۴۸	۰	

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی و آموزشی

گرایش هوش مصنوعی – درس‌های تخصصی اختیاری (ادامه)

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد ساعات		پیش‌نیاز
			نظری	عملی	
۲۸	مباحث ویژه در هوش مصنوعی ۱	۳	۴۸	۰	
۲۹	مباحث ویژه در هوش مصنوعی ۲	۳	۴۸	۰	
۳۰	دو درس از گرایش‌ها یا رشته‌های دیگر با نظر استاد راهنما				

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

گرایش معماری سیستم‌های کامپیوتری – درس‌های تخصصی الزامی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد ساعات		پیش‌نیاز
			نظری	عملی	
۱	معماری کامپیوتر پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۲	طراحی مدارهای مجتمع پرتراکم پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۳	سیستم‌های روی تراشه	۳	۴۸	۰	
۴	سنتز سیستم‌های دیجیتال	۳	۴۸	۰	
۵	طراحی سیستم‌های دیجیتال کم‌مصرف	۳	۴۸	۰	
۶	طراحی سیستم‌های تحمل‌پذیر اشکال	۳	۴۸	۰	
۷	سیستم‌های قابل بازپیکربندی	۳	۴۸	۰	
۸	سیستم‌های نهفته پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۹	آزمون و آزمون‌پذیری	۳	۴۸	۰	
۱۰	سیستم‌های عامل پیشرفته	۳	۴۸	۰	

اخذ حداقل ۴ درس از این جدول برای دانشجویان گرایش معماری سیستم‌های کامپیوتری الزامی است.

گرایش معماری سیستم‌های کامپیوتری – درس‌های تخصصی اختیاری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد ساعات		پیش‌نیاز
			نظری	عملی	
۱	طراحی مدارهای مجتمع دیجیتال پرسرعت	۳	۴۸	۰	
۲	الگوریتم‌های طراحی مدارهای مجتمع پرتراکم	۳	۴۸	۰	
۳	فناوری‌های حافظه	۳	۴۸	۰	
۴	هوش مصنوعی در سیستم‌های نهفته	۳	۴۸	۰	
۵	معماری پردازنده‌های سیگنال دیجیتال	۳	۴۸	۰	
۶	حساب کامپیوتری	۳	۴۸	۰	
۷	معماری پردازنده‌های شبکه	۳	۴۸	۰	
۸	سیستم‌های ذخیره‌سازی داده	۳	۴۸	۰	
۹	امنیت و اعتماد سخت‌افزاری	۳	۴۸	۰	
۱۰	مهندسی رمزنگاری	۳	۴۸	۰	
۱۱	سیستم‌های رایافیزیکی	۳	۴۸	۰	
۱۲	رایانش کوانتومی	۳	۴۸	۰	
۱۳	اینترنت اشیاء	۳	۴۸	۰	
۱۴	ریزپردازنده پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۱۵	پردازش موازی	۳	۴۸	۰	
۱۶	درستی‌سنجی سخت‌افزار	۳	۴۸	۰	
۱۷	شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۱۸	ارزیابی کارایی سیستم‌های کامپیوتری	۳	۴۸	۰	
۱۹	شبکه‌های روی تراشه	۳	۴۸	۰	
۲۰	سیستم‌های توزیع‌شده	۳	۴۸	۰	
۲۱	رایانش ابری	۳	۴۸	۰	
۲۲	طراحی شتابدهنده‌های سخت‌افزاری	۳	۴۸	۰	
۲۳	مباحث ویژه در معماری کامپیوتر ۱	۳	۴۸	۰	
۲۴	مباحث ویژه در معماری کامپیوتر ۲	۳	۴۸	۰	
۲۵	دو درس از گرایش‌ها یا رشته‌های دیگر با نظر استاد راهنما				

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

گرایش الگوریتم‌ها و محاسبات – درس‌های تخصصی الزامی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد ساعات		پیش‌نیاز
			نظری	عملی	
۱	الگوریتم‌های پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۲	الگوریتم‌های تقریبی	۳	۴۸	۰	
۳	الگوریتم‌های تصادفی	۳	۴۸	۰	
۴	نظریه پیچیدگی	۳	۴۸	۰	
۵	هندسه محاسباتی	۳	۴۸	۰	
۶	نظریه محاسبات پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۷	الگوریتم‌های موازی	۳	۴۸	۰	
۸	نظریه سیستم‌های توزیع‌شده	۳	۴۸	۰	
۹	نظریه الگوریتمی بازی‌ها	۳	۴۸	۰	
۱۰	رایانش کوانتومی	۳	۴۸	۰	

اخذ حداقل ۴ درس از این جدول برای دانشجویان گرایش الگوریتم‌ها و محاسبات الزامی است.

گرایش الگوریتم‌ها و محاسبات – درس‌های تخصصی اختیاری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد ساعات		پیش‌نیاز
			نظری	عملی	
۱	الگوریتم‌های داده‌های حجیم	۳	۴۸	۰	
۲	داده‌ساختارهای پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۳	منطق محاسباتی	۳	۴۸	۰	
۴	بهینه‌سازی ترکیبیاتی	۳	۴۸	۰	
۵	هندسه محاسباتی پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۶	نظریه الگوریتمی گراف‌ها	۳	۴۸	۰	
۷	تحلیل شبکه‌های پیچیده	۳	۴۸	۰	
۸	بهینه‌سازی محدب	۳	۴۸	۰	
۹	مبانی نظری علم داده	۳	۴۸	۰	
۱۰	نظریه رمزنگاری	۳	۴۸	۰	
۱۱	مدل‌های گرافی احتمالی	۳	۴۸	۰	
۱۲	الگوریتم‌های بیوانفورماتیک	۳	۴۸	۰	
۱۳	نظریه یادگیری ماشین	۳	۴۸	۰	
۱۴	تحلیل شبکه‌های پیچیده	۳	۴۸	۰	
۱۵	توصیف و وارسی برنامه‌ها	۳	۴۸	۰	
۱۶	مدل‌سازی و درستی‌یابی صوری	۳	۴۸	۰	
۱۷	نظریه اطلاعات و کدینگ	۳	۴۸	۰	
۱۸	مباحث ویژه در الگوریتم‌ها و محاسبات ۱	۳	۴۸	۰	
۱۹	مباحث ویژه در الگوریتم‌ها و محاسبات ۲	۳	۴۸	۰	
۲۰	دو درس از گرایش‌ها یا رشته‌های دیگر با نظر استاد راهنما				

گرایش شبکه‌های کامپیوتری – درس‌های تخصصی الزامی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد ساعات		پیش‌نیاز
			نظری	عملی	
۱	شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته*	۳	۴۸	۰	
۲	ارزیابی کارایی شبکه‌های کامپیوتری	۳	۴۸	۰	
۳	امنیت شبکه پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۴	مدیریت شبکه‌های کامپیوتری	۳	۴۸	۰	
۵	سیستم‌های توزیع‌شده	۳	۴۸	۰	
۶	ارتباطات بی‌سیم	۳	۴۸	۰	
۷	کیفیت سرویس در شبکه‌های کامپیوتری	۳	۴۸	۰	
۸	اینترنت اشیاء	۳	۴۸	۰	
۹	بهینه‌سازی محدب	۳	۴۸	۰	

اخذ حداقل ۴ درس از این جدول شامل درس ردیف ۱ برای دانشجویان گرایش شبکه‌های کامپیوتری الزامی است.

گرایش شبکه‌های کامپیوتری – درس‌های تخصصی اختیاری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد ساعات		پیش‌نیاز
			نظری	عملی	
۱	نظریه الگوریتمی بازی‌ها	۳	۴۸	۰	
۲	نرم‌افزاری‌سازی و مجازی‌سازی شبکه	۳	۴۸	۰	
۳	پشته پروتکلی شبکه با کارایی بالا	۳	۴۸	۰	
۴	شبکه‌های غیرزمینی	۳	۴۸	۰	
۵	شبکه‌های مرکز داده	۳	۴۸	۰	
۶	معماری ادوات شبکه	۳	۴۸	۰	
۷	شبکه‌های نوری	۳	۴۸	۰	
۸	شبکه‌های ذخیره‌سازی	۳	۴۸	۰	
۹	رایانش ابری	۳	۴۸	۰	
۱۰	شبکه‌های هوشمند برق	۳	۴۸	۰	
۱۱	توسعه و عملیات برای شبکه‌های کامپیوتری	۳	۴۸	۰	
۱۲	رمزنگاری کاربردی	۳	۴۸	۰	
۱۳	نظریه اطلاعات و کدینگ	۳	۴۸	۰	
۱۴	فرایندهای تصادفی	۳	۴۸	۰	
۱۵	تحلیل شبکه‌های پیچیده	۳	۴۸	۰	
۱۶	زنجیره‌های بلوکی	۳	۴۸	۰	
۱۷	یادگیری عمیق	۳	۴۸	۰	
۱۸	یادگیری تقویتی عمیق	۳	۴۸	۰	
۱۹	شبکه‌های سیار	۳	۴۸	۰	
۲۰	شبکه‌های کوانتومی	۳	۴۸	۰	
۲۱	مباحث پیشرفته در شبکه‌های کامپیوتری ۱	۳	۴۸	۰	
۲۲	مباحث پیشرفته در شبکه‌های کامپیوتری ۲	۳	۴۸	۰	
۲۳	دو درس از گرایش‌ها یا رشته‌های دیگر با نظر استاد راهنما				

گرایش رایانش امن – درس‌های تخصصی الزامی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد ساعات		پیش‌نیاز
			نظری	عملی	
۱	رمزنگاری کاربردی*	۳	۴۸	۰	
۲	امنیت کامپیوتر	۳	۴۸	۰	
۳	امنیت شبکه پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۴	امنیت و حریم خصوصی داده	۳	۴۸	۰	
۵	امنیت سیستم‌های نرم‌افزاری	۳	۴۸	۰	
۶	روش‌های صوری برای امنیت اطلاعات	۳	۴۸	۰	
۷	پروتکل‌های امنیتی	۳	۴۸	۰	
۸	مدیریت و مهندسی امنیت اطلاعات	۳	۴۸	۰	

اخذ حداقل ۴ درس از این جدول شامل درس ردیف ۱ برای دانشجویان گرایش رایانش امن الزامی است.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

گرایش رایانش امن – درس‌های تخصصی اختیاری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد ساعات		پیش‌نیاز
			نظری	عملی	
۱	رمزنگاری کاربردی پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۲	امنیت تجارت الکترونیکی	۳	۴۸	۰	
۳	کشف شواهد دیجیتال	۳	۴۸	۰	
۴	پنهان‌سازی اطلاعات	۳	۴۸	۰	
۵	تشخیص نفوذ	۳	۴۸	۰	
۶	امنیت و اعتماد سخت‌افزاری	۳	۴۸	۰	
۷	امنیت سامانه‌های رایافیزیکی	۳	۴۸	۰	
۸	شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۹	آزمون و تحلیل نرم‌افزار پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۱۰	یادگیری ماشین کاربردی	۳	۴۸	۰	
۱۱	مبانی یادگیری آماری	۳	۴۸	۰	
۱۲	نظریه الگوریتمی بازی‌ها	۳	۴۸	۰	
۱۳	نظریه پیچیدگی	۳	۴۸	۰	
۱۴	نظریه اطلاعات و کدینگ	۳	۴۸	۰	
۱۵	سیستم‌های رایافیزیکی	۳	۴۸	۰	
۱۶	طراحی سیستم‌های تحمل‌پذیر اشکال	۳	۴۸	۰	
۱۷	امنیت و حریم خصوصی در یادگیری ماشین	۳	۴۸	۰	
۱۸	توسعه امن نرم‌افزار	۳	۴۸	۰	
۱۹	نظریه رمزنگاری	۳	۴۸	۰	
۲۰	مباحث ویژه در رایانش امن ۱	۳	۴۸	۰	
۲۱	مباحث ویژه در رایانش امن ۲	۳	۴۸	۰	
۲۲	دو درس از گرایش‌ها یا رشته‌های دیگر با نظر استاد راهنما				



گرایش علم داده – درس‌های تخصصی الزامی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد ساعات		پیش‌نیاز
			نظری	عملی	
۱	اصول و تکنیک‌ها در علم داده	۳	۴۸	۰	
۲	یادگیری ماشین	۳	۴۸	۰	
۳	تحلیل آماری داده	۳	۴۸	۰	
۴	مصورسازی داده	۳	۴۸	۰	
۵	پردازش کلان‌داده	۳	۴۸	۰	
۶	روش‌های بهینه‌سازی	۳	۴۸	۰	
۷	یادگیری عمیق	۳	۴۸	۰	
۸	مبانی نظری علم داده	۳	۴۸	۰	

اخذ حداقل ۴ درس از این جدول برای دانشجویان گرایش علم داده الزامی است.

گرایش علم داده – درس‌های تخصصی اختیاری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد ساعات		پیش‌نیاز
			نظری	عملی	
۱	تحلیل سری‌های زمانی	۳	۴۸	۰	
۲	امنیت و حریم خصوصی داده	۳	۴۸	۰	
۳	پردازش زبان‌های طبیعی	۳	۴۸	۰	
۴	یادگیری تقویتی عمیق	۳	۴۸	۰	
۵	یادگیری ماشین مقیاس‌پذیر	۳	۴۸	۰	
۶	سامانه‌های تحلیل تعاملی داده	۳	۴۸	۰	
۷	اصول برنامه‌سازی مقیاس‌پذیر	۳	۴۸	۰	
۸	معماری سیستم‌های کلان‌داده	۳	۴۸	۰	
۹	تحلیل شبکه‌های پیچیده	۳	۴۸	۰	
۱۰	تحلیل داده‌های زیستی	۳	۴۸	۰	
۱۱	تحلیل داده‌های چندرسانه‌ای	۳	۴۸	۰	
۱۲	تحلیل داده‌های مکانی	۳	۴۸	۰	
۱۳	قرآن‌کاوی رایانشی	۳	۴۸	۰	
۱۴	تحلیل داده‌های سلامت	۳	۴۸	۰	
۱۵	تحلیل داده‌های مالی	۳	۴۸	۰	
۱۶	تحلیل داده‌های کسب‌وکار	۳	۴۸	۰	
۱۷	آمار در ابعاد بالا	۳	۴۸	۰	
۱۸	سیستم‌های توصیه‌گر	۳	۴۸	۰	
۱۹	نظریه اطلاعات و کدینگ	۳	۴۸	۰	
۲۰	مدل‌های گرافی احتمالی	۳	۴۸	۰	
۲۱	سامانه‌های تصمیم‌یار	۳	۴۸	۰	
۲۲	الگوریتم‌های داده‌های حجیم	۳	۴۸	۰	
۲۳	رایانش ابری	۳	۴۸	۰	
۲۴	موتور جستجو و وب‌کاوی	۳	۴۸	۰	
۲۵	مباحث ویژه در علم داده ۱	۳	۴۸	۰	
۲۶	مباحث ویژه در علم داده ۲	۳	۴۸	۰	
۲۷	دو درس از گرایش‌ها یا رشته‌های دیگر با نظر استاد راهنما				

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

گرایش اینترنت اشیاء – درس‌های تخصصی الزامی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد ساعات		پیش‌نیاز
			نظری	عملی	
۱	اینترنت اشیاء*	۳	۴۸	۰	
۲	پروتکل‌های ارتباطی اینترنت اشیاء	۳	۴۸	۰	
۳	امنیت و حریم خصوصی داده	۳	۴۸	۰	
۴	سیستم‌های توزیع‌شده	۳	۴۸	۰	
۵	ارتباطات بی‌سیم	۳	۴۸	۰	
۶	سیستم‌های نهفته پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۷	تحلیل داده	۳	۴۸	۰	
۸	رایانش ابری	۳	۴۸	۰	

اخذ حداقل ۴ درس از این جدول شامل درس ردیف ۱ برای دانشجویان گرایش اینترنت اشیاء الزامی است.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

گرایش اینترنت اشیاء – درس‌های تخصصی اختیاری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد ساعات		پیش‌نیاز
			نظری	عملی	
۱	اینترنت اشیاء صنعتی	۳	۴۸	۰	
۲	سیستم‌های رایافیزیکی	۳	۴۸	۰	
۳	شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۴	محاسبات لبه	۳	۴۸	۰	
۵	معماری و امنیت نرم‌افزار اینترنت اشیا	۳	۴۸	۰	
۶	تحلیل آماری داده	۳	۴۸	۰	
۷	امنیت شبکه پیشرفته	۳	۴۸	۰	
۸	هوش مصنوعی در سیستم‌های نهفته	۳	۴۸	۰	
۹	طراحی سیستم‌های دیجیتال کم‌مصرف	۳	۴۸	۰	
۱۰	پردازش کلان‌داده	۳	۴۸	۰	
۱۱	یادگیری ماشین	۳	۴۸	۰	
۱۲	شبکه‌های سیار	۳	۴۸	۰	
۱۳	مدل‌سازی و درستی‌یابی صوری	۳	۴۸	۰	
۱۴	سیستم‌های نرم‌افزاری اتکاپذیر	۳	۴۸	۰	
۱۵	نرم‌افزاری‌سازی و مجازی‌سازی شبکه	۳	۴۸	۰	
۱۶	مباحث پیشرفته در اینترنت اشیاء ۱	۳	۴۸	۰	
۱۷	مباحث پیشرفته در اینترنت اشیاء ۲	۳	۴۸	۰	
۱۸	دو درس از گرایش‌ها یا رشته‌های دیگر با نظر استاد راهنما				

فصل سوم

ویژگی‌های دروس

سرفصل دروس

گرایش نرم‌افزار ۴۳

الگوریتم‌های پیشرفته ۴۴
مهندسی نرم‌افزار پیشرفته ۴۵
معماری نرم‌افزار ۴۶
آزمون و تحلیل نرم‌افزار پیشرفته ۴۸
مدل‌سازی و درستی‌یابی صوری ۵۰
سیستم‌های توزیع‌شده ۵۲
امنیت سیستم‌های نرم‌افزاری ۵۴
پایگاه داده‌های پیشرفته ۵۶
سیستم‌های رایافیزیکی ۵۷
تحلیل داده ۵۹
ارزیابی کارایی سیستم‌های کامپیوتری ۶۱
تحلیل آماری داده ۶۳
شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته ۶۴
پردازش کلان‌داده ۶۶
الگوها در مهندسی نرم‌افزار ۶۷
امنیت شبکه پیشرفته ۶۹
بازیابی هوشمند اطلاعات ۷۱
پردازش زبان‌های طبیعی ۷۳
الگوریتم‌های موازی ۷۵
تحلیل شبکه‌های پیچیده ۷۷
شبکه‌های اجتماعی ۷۹
تکامل نرم‌افزار ۸۰
سیستم‌های نرم‌افزاری مقیاس بزرگ ۸۱
توصیف و وارسی برنامه‌ها ۸۲
رایانش ابری ۸۳
ترکیبیات کاربردی ۸۵
سنتز نرم‌افزار ۸۶
سیستم‌های عامل پیشرفته ۸۸
سامانه‌های تصمیم‌یار ۹۰
سیستم‌های چندعاملی ۹۲
سیستم‌های خودتطبیق و خودسازمانده ۹۴
سیستم‌های نرم‌افزاری اتکاپذیر ۹۵
یادگیری عمیق ۹۷
متدولوژی‌های ایجاد نرم‌افزار ۹۹

معماری سازمانی ۱۰۰
مهندسی نرم‌افزار پیشرفته ۱۰۲
مهندسی نیازمندی‌ها ۱۰۳
نظریه الگوریتمی بازی‌ها ۱۰۵
نظریه پیچیدگی ۱۰۷
نظریه الگوریتمی گراف‌ها ۱۰۹
وب معنایی ۱۱۰
یادگیری ماشین کاربردی ۱۱۲
روش‌های بهینه‌سازی ۱۱۴
امنیت و حریم خصوصی داده ۱۱۶
توسعه امن نرم‌افزار ۱۱۸
تحلیل و اشکال‌زدایی برنامه‌ها ۱۲۰
موتور جستجو و وب‌کاوی ۱۲۱
رایانش جمعی ۱۲۳
بازمهندسی فرایندهای کسب‌وکار ۱۲۵
فرایندکاوی ۱۲۷
هوشمندی کسب‌وکار ۱۲۹

گرایش هوش مصنوعی ۱۳۰

یادگیری ماشین ۱۳۱
یادگیری عمیق ۱۳۳
مبانی یادگیری آماری ۱۳۵
یادگیری تقویتی عمیق ۱۳۶
یادگیری ماشین قابل اعتماد ۱۳۷
بهینه‌سازی محدب ۱۳۹
بهینه‌سازی فرا ابتکاری ۱۴۱
ربات‌های متحرک خودگردان ۱۴۲
یادگیری عمیق پیشرفته ۱۴۳
یادگیری ماشین آماری ۱۴۵
سیستم‌های چندعاملی ۱۴۶
مدل‌های گرافی احتمالی ۱۴۸
نظریه یادگیری ماشین ۱۴۹
تحلیل کلان‌داده ۱۵۱
تحلیل شبکه‌های پیچیده ۱۵۳
روش‌ها و سامانه‌های فازی ۱۵۵
فرایندهای تصادفی ۱۵۷
پردازش سیگنال‌های رقمی ۱۵۸
مهندسی سامانه‌های یادگیری ماشین ۱۶۰

بینایی کامپیوتر ۱۶۲
بینایی کامپیوتر سه‌بعدی ۱۶۴
پردازش تصویر ۱۶۶
پنهان‌سازی اطلاعات ۱۶۷
پردازش زبان‌های طبیعی ۱۶۹
پردازش زبان‌های طبیعی پیشرفته ۱۷۱
بازیابی هوشمند اطلاعات ۱۷۳
پردازش گفتار ۱۷۵
بازشناسی گفتار و گوینده ۱۷۷
تبدیل متن به گفتار ۱۷۹
مکان‌یابی و ناوبری ربات ۱۸۱
مقدمه‌ای بر علوم اعصاب ۱۸۲
علوم شناختی محاسباتی ۱۸۳
برنامه‌ریزی در هوش مصنوعی ۱۸۵
رباتیک شناختی ۱۸۶
تعامل انسان با ربات ۱۸۷

گرایش معماری سیستم‌های کامپیوتری ۱۸۹

معماری کامپیوتر پیشرفته ۱۹۰
طراحی مدارهای مجتمع پرتراکم پیشرفته ۱۹۱
سیستم‌های روی تراشه ۱۹۳
سنتز سیستم‌های دیجیتال ۱۹۵
طراحی سیستم‌های دیجیتال کم‌مصرف ۱۹۶
طراحی سیستم‌های تحمل‌پذیر اشکال ۱۹۷
سیستم‌های قابل بازپیکربندی ۱۹۸
سیستم‌های نهفته پیشرفته ۱۹۹
آزمون و آزمون‌پذیری ۲۰۱
سیستم‌های عامل پیشرفته ۲۰۳
طراحی مدارهای مجتمع دیجیتال پرسرعت ۲۰۵
الگوریتم‌های طراحی مدارهای مجتمع پرتراکم ۲۰۷
فناوری‌های حافظه ۲۰۹
هوش مصنوعی در سیستم‌های نهفته ۲۱۱
معماری پردازنده‌های سیگنال دیجیتال ۲۱۳
حساب کامپیوتری ۲۱۵
معماری پردازنده‌های شبکه ۲۱۷
سیستم‌های ذخیره‌سازی داده ۲۱۹
امنیت و اعتماد سخت‌افزاری ۲۲۱
مهندسی رمزنگاری ۲۲۳

سیستم‌های رایافیزیکی ۲۲۵
رایانش کوانتومی ۲۲۷
اینترنت اشیاء ۲۲۹
ریزپردازنده پیشرفته ۲۳۱
پردازش موازی ۲۳۳
درستی‌سنجی سخت‌افزار ۲۳۵
شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته ۲۳۶
ارزیابی کارایی سیستم‌های کامپیوتری ۲۳۸
شبکه‌های روی تراشه ۲۴۰
سیستم‌های توزیع‌شده ۲۴۲
رایانش ابری ۲۴۴
طراحی شتابدهنده‌های سخت‌افزاری ۲۴۶

گرایش الگوریتم‌ها و محاسبات **۲۴۸**

الگوریتم‌های پیشرفته ۲۴۹
الگوریتم‌های تقریبی ۲۵۰
الگوریتم‌های تصادفی ۲۵۲
نظریه پیچیدگی ۲۵۳
هندسه محاسباتی ۲۵۵
نظریه محاسبات پیشرفته ۲۵۶
الگوریتم‌های موازی ۲۵۷
نظریه سیستم‌های توزیع‌شده ۲۵۹
نظریه الگوریتمی بازی‌ها ۲۶۱
رایانش کوانتومی ۲۶۳
الگوریتم‌های داده‌های حجیم ۲۶۵
داده‌ساختارهای پیشرفته ۲۶۷
منطق محاسباتی ۲۶۸
بهینه‌سازی ترکیبیاتی ۲۷۰
هندسه محاسباتی پیشرفته ۲۷۱
نظریه الگوریتمی گراف‌ها ۲۷۳
تحلیل شبکه‌های پیچیده ۲۷۴
بهینه‌سازی محدب ۲۷۶
مبانی نظری علم داده ۲۷۸
نظریه رمزنگاری ۲۷۹
مدل‌های گرافی احتمالی ۲۸۱
الگوریتم‌های بیوانفورماتیک ۲۸۲
نظریه یادگیری ماشین ۲۸۳
تحلیل شبکه‌های پیچیده ۲۸۵

توصیف و وارسی برنامه‌ها ۲۸۷
مدل‌سازی و درستی‌یابی صوری ۲۸۸
نظریه اطلاعات و کدینگ ۲۹۰

گرایش شبکه‌های کامپیوتری ۲۹۱
شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته ۲۹۲
ارزیابی کارایی شبکه‌های کامپیوتری ۲۹۴
امنیت شبکه پیشرفته ۲۹۶
مدیریت شبکه‌های کامپیوتری ۲۹۸
سیستم‌های توزیع‌شده ۳۰۰
ارتباطات بی‌سیم ۳۰۲
کیفیت سرویس در شبکه‌های کامپیوتری ۳۰۴
اینترنت اشیاء ۳۰۶
بهینه‌سازی محدب ۳۰۸
نظریه الگوریتمی بازی‌ها ۳۱۰
نرم‌افزاری‌سازی و مجازی‌سازی شبکه ۳۱۲
پشته پروتکلی شبکه با کارایی بالا ۳۱۳
شبکه‌های غیرزمینی ۳۱۴
شبکه‌های مرکز داده ۳۱۶
معماری ادوات شبکه ۳۱۸
شبکه‌های نوری ۳۲۰
شبکه‌های ذخیره‌سازی ۳۲۲
رایانش ابری ۳۲۳
شبکه‌های هوشمند برق ۳۲۵
توسعه و عملیات برای شبکه‌های کامپیوتری ۳۲۶
رمزنگاری کاربردی ۳۲۸
نظریه اطلاعات و کدینگ ۳۳۰
فرایندهای تصادفی ۳۳۱
تحلیل شبکه‌های پیچیده ۳۳۲
زنجیره‌های بلوکی ۳۳۴
یادگیری عمیق ۳۳۶
یادگیری تقویتی عمیق ۳۳۸
شبکه‌های سیار ۳۳۹
شبکه‌های کوانتومی ۳۴۱

گرایش رایانش امن ۳۴۳
رمزنگاری کاربردی ۳۴۴
امنیت کامپیوتر ۳۴۶

امنیت شبکه پیشرفته ۳۴۷
امنیت و حریم خصوصی داده ۳۴۹
امنیت سیستم‌های نرم‌افزاری ۳۵۱
روش‌های صوری برای امنیت اطلاعات ۳۵۳
پروتکل‌های امنیتی ۳۵۵
مدیریت و مهندسی امنیت اطلاعات ۳۵۶
رمزنگاری کاربردی پیشرفته ۳۵۷
امنیت تجارت الکترونیکی ۳۵۸
کشف شواهد دیجیتال ۳۶۰
پنهان‌سازی اطلاعات ۳۶۱
تشخیص نفوذ ۳۶۳
امنیت و اعتماد سخت‌افزاری ۳۶۴
امنیت سیستم‌های رایافیزیکی ۳۶۶
شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته ۳۶۷
آزمون و تحلیل نرم‌افزار پیشرفته ۳۶۹
یادگیری ماشین کاربردی ۳۷۱
مبانی یادگیری آماری ۳۷۳
نظریه الگوریتمی بازی‌ها ۳۷۴
نظریه پیچیدگی ۳۷۶
نظریه اطلاعات و کدینگ ۳۷۸
سیستم‌های رایافیزیکی ۳۷۹
طراحی سیستم‌های تحمل‌پذیر اشکال ۳۸۱
امنیت و حریم خصوصی در یادگیری ماشین ۳۸۲
توسعه امن نرم‌افزار ۳۸۳
نظریه رمزنگاری ۳۸۵

گرایش علم داده **۳۸۷**

اصول و تکنیک‌ها در علم داده ۳۸۸
یادگیری ماشین ۳۹۰
تحلیل آماری داده ۳۹۲
مصورسازی داده ۳۹۳
پردازش کلان‌داده ۳۹۴
روش‌های بهینه‌سازی ۳۹۵
یادگیری عمیق ۳۹۷
مبانی نظری علم داده ۳۹۹
تحلیل سری‌های زمانی ۴۰۰
امنیت و حریم خصوصی داده ۴۰۲
پردازش زبان‌های طبیعی ۴۰۳

یادگیری تقویتی عمیق ۴۰۵
یادگیری ماشین مقیاس‌پذیر ۴۰۶
سامانه‌های تحلیل تعاملی داده ۴۰۷
اصول برنامه‌سازی مقیاس‌پذیر ۴۰۸
معماری سیستم‌های کلان‌داده ۴۰۹
تحلیل شبکه‌های پیچیده ۴۱۰
تحلیل داده‌های زیستی ۴۱۲
تحلیل داده‌های چندرسانه‌ای ۴۱۳
تحلیل داده‌های مکانی ۴۱۵
قرآن‌کاوی رایانشی ۴۱۷
تحلیل داده‌های سلامت ۴۱۸
تحلیل داده‌های مالی ۴۱۹
تحلیل داده‌های کسب‌وکار ۴۲۱
آمار در ابعاد بالا ۴۲۳
سیستم‌های توصیه‌گر ۴۲۴
نظریه اطلاعات و کدینگ ۴۲۵
مدل‌های گرافی احتمالی ۴۲۶
سامانه‌های تصمیم‌یار ۴۲۷
الگوریتم‌های داده‌های حجیم ۴۲۹
رایانش ابری ۴۳۱
موتور جستجو و وب‌کاوی ۴۳۳

گرایش اینترنت اشیاء **۴۳۵**

اینترنت اشیاء ۴۳۶
پروتکل‌های ارتباطی اینترنت اشیاء ۴۳۸
امنیت و حریم خصوصی داده ۴۴۰
سیستم‌های توزیع‌شده ۴۴۲
ارتباطات بی‌سیم ۴۴۴
سیستم‌های نهفته پیشرفته ۴۴۶
تحلیل داده ۴۴۸
رایانش ابری ۴۵۰
اینترنت اشیاء صنعتی ۴۵۲
سیستم‌های رایافیزیکی ۴۵۴
شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته ۴۵۶
محاسبات لبه ۴۵۸
معماری و امنیت نرم‌افزار اینترنت اشیاء ۴۵۹
تحلیل آماری داده ۴۶۱
امنیت شبکه پیشرفته ۴۶۲

هوش مصنوعی در سیستم‌های نهفته ۴۶۴
طراحی سیستم‌های دیجیتال کم‌مصرف ۴۶۶
پردازش کلان‌داده ۴۶۷
یادگیری ماشین ۴۶۸
شبکه‌های سیار ۴۷۰
مدل‌سازی و درستی‌یابی صوری ۴۷۲
سیستم‌های نرم‌افزاری اتکاپذیر ۴۷۴
نرم‌افزاری‌سازی و مجازی‌سازی شبکه ۴۷۶

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی و آموزشی

گرایش نرم‌افزار



عنوان درس به فارسی:	الگوریتم‌های پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Algorithms		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		☑ نظری ☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	–		☑ تخصصی الزامی ☐ عملی
تعداد واحد:	۳		☐ تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی

هدف کلی

هدف اصلی این درس، ارائه موضوعات مهم و پایه‌ای در نظریه‌ی الگوریتم‌ها و تکمیل بخش‌هایی از درس کارشناسی «طراحی الگوریتم‌ها» است که برای گرفتن دروس نظری بعدی در مقطع تحصیلات تکمیلی مورد نیاز است.

سرفصل‌ها

- رده‌های پیچیدگی
- درهم‌سازی (سراسری، کامل و پویا)
- شبکه‌های شار پیشرفته
- برنامه‌ریزی خطی
- داده‌ساختارهای پیشرفته
- آشنایی با الگوریتم‌های تقریبی
- الگوریتم‌های برخط
- مقدمه‌ای بر هندسه محاسباتی
- آشنایی با الگوریتم‌های موازی
- الگوریتم‌های چندریسه‌ای

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین: ۶ یا ۷ تمرین نظری (۳۰ درصد نمره)
- آزمون: آزمون‌های میان‌ترم (۲۵ درصد نمره)، و پایان‌ترم (۲۵ درصد نمره)
- پروژه: فهم یک مقاله پژوهشی، تهیه خلاصه و ارائه (۲۰ درصد نمره)

منابع علمی پیشنهادی

[1] T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, and C. Stein. *Introduction to Algorithms*. 4th Edition, MIT Press, 2022.

[2] J. Kleinberg and E. Tardos. *Algorithm Design*. Addison-Wesley, 2005.

[3] D. Williamson and D. Shmoys. *The Design of Approximation Algorithms*. Cambridge University Press, 2011.

[4] F.T. Leighton. *Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes*. Morgan Kaufmann, 1992.

عنوان درس به فارسی:	مهندسی نرم‌افزار پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Software Engineering		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با پارادایم‌های مختلف مورد استفاده در توسعه نرم‌افزار است که شامل متدلوژی‌های مختلف توسعه نرم‌افزار و همچنین رویکردهای مختلف به مدیریت پیچیدگی توسعه نرم‌افزار می‌شود.

سرفصل‌ها

- پیچیدگی‌های توسعه نرم‌افزار
- تکامل متدلوژی‌های توسعه نرم‌افزار
- رویکردهای مدیریت پیچیدگی نرم‌افزار (توسعه نرم‌افزار شیءگرا، رویکرد جنبه‌گرا، مهندسی نرم‌افزار سرویس‌گرا، مهندسی نرم‌افزار مبتنی بر عامل)
- توسعه نرم‌افزار مبتنی بر مدل
- مهندسی خط محصول نرم‌افزار
- روش‌های چابک توسعه نرم‌افزار
- فرهنگ توسعه و عملیات (DevOps)
- روش‌های نیمه‌صوری و صوری در توسعه نرم‌افزار
- مهندسی نرم‌افزار مبتنی بر جستجو

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی شامل تمرینات، پروژه و تحقیق: ۵۰ درصد نمره
- آزمون‌ها: ۵۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Farley. *Modern Software Engineering: Doing What Works to Build Better Software Faster*. Pearson Education, 2021.

[2] V. Gruhn and R. Striemer. *The Essence of Software Engineering*. Springer Cham, 2020.

[3] G. Booch, R. A. Maksimchuk, M. W. Engle, B. j. Young, J. Connallen, and k. A. Houston. *Object-oriented analysis and design with applications*. 3rd Edition, Addison-Wesley Professional, 2008.

[4] K. Pohl, G., Böckle, and F. J. van der Linden. *Software Product Line Engineering: Foundations, Principles and Techniques*. Springer Berlin Heidelberg, 2005.

[5] M. Derek and M. Jones. *Search-Based Software Engineering*. Knowledge Software, Ltd. 2020.

عنوان درس به فارسی:	معماری نرم‌افزار		
عنوان درس به انگلیسی:	Software Architecture		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی دانشجویان با روش‌های سیستماتیک توسعه معماری نرم‌افزار است که شامل توصیف نیازمندی‌ها، طراحی، مستندسازی و ارزیابی معماری می‌شود. این روش‌ها بر مبنای رهیافت‌هایی هستند که با موفقیت در سیستم‌های صنعتی به‌کار گرفته شده باشند.

سرفصل‌ها

- تعریف معماری نرم‌افزار
- زمینه معماری نرم‌افزار
- توصیف ویژگی‌های کیفیت
- سبک‌های معماری
- الگوهای معماری و معماری تمیز
- تاکتیک‌های معماری
- طراحی مبتنی بر ویژگی
- مستندسازی معماری نرم‌افزار
- زبان‌های توصیف معماری
- ارزیابی معماری نرم‌افزار
- نگهداشت و بازسازی معماری نرم‌افزار
- معماری خط محصول نرم‌افزار

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۶۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] L. Bass, P. Clements, and R. Kazman. *Software Architecture in Practice*. 4th Edition, Addison-Wesley Professional, 2021.

[2] M. Richards and N. Ford. *Fundamentals of Software Architecture: An Engineering Approach*. O'Reilly Media, 2020.

[3] P. Pelliccione, R. Kazman, I. Weber, and A. Liu. *Software Architecture: Research Roadmaps from the Community*. Springer Nature, 2023.

[4] M. Robert and C. Clean. *architecture: a craftsman's guide to software structure and design*. Prentice Hall, 2018.

عنوان درس به فارسی:	آزمون و تحلیل نرم‌افزار پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Software Testing and Analysis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی دانشجویان با روش‌های نوین در آزمون خودکار نرم‌افزارها از طریق تولید خودکار آزمایه و نحوه ارزیابی اثربخشی آزمون نرم‌افزار از طریق معیارهای پوشش کد و تحلیل موتاسیون است. علاوه بر این مروری کلی بر روش‌های تحلیل ایستای نرم‌افزار به هدف بررسی ویژگی‌های کیفی نرم‌افزار صورت می‌پذیرد.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر خودکارسازی آزمون نرم‌افزار
- معیارهای پوشش مبتنی بر افراز فضای ورودی، گراف، منطق، دستور زبان
- تحلیل موتاسیون (mutation analysis)
- پیش‌گوی آزمون (test oracle)
- آزمون تصادفی و آزمون تصادفی تطبیقی
- آزمون مبتنی بر جستجو
- آزمون مبتنی بر مدل
- اجرای نمادین ایستا و پویا
- مقدمه‌ای بر تفسیر انتزاعی (abstract interpretation)
- تحلیل جریان داده و برش بندی (slicing)
- مروری بر کاربردهای تحلیل ایستا

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون میان ترم: ۳۰ درصد نمره
- آزمون پایان ترم: ۳۰ درصد نمره
- تکالیف و پروژه: ۴۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] J. J. Offutt and P. Ammann. *Introduction to Software Testing*. Cambridge University Press, 2016.

[2] P. C. Jorgensen and B. DeVries. *Software Testing: A Craftsman's Approach*. 5th Edition, CRC Press, 2021.

[3] R. Bierig, S. Brown, E. Galván, and J. Timoney. *Essentials of Software Testing*. Cambridge University Press, 2021.

[4] X. Rival and K. Yi. *Introduction to Static Analysis: An Abstract Interpretation Perspective*. MIT Press, 2020.

عنوان درس به فارسی:	مدل‌سازی و درستی‌یابی صوری		
عنوان درس به انگلیسی:	Formal Modeling and Verification	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	☑ نظری ☐ پایه	
دروس هم‌نیاز:	–	☐ عملی ☑ تخصصی الزامی	
تعداد واحد:	۳	☐ نظری-عملی ☐ تخصصی اختیاری	
تعداد ساعت:	۴۸	☐ مهارتی	

هدف کلی

هدف این درس آشنایی دانشجویان با روش‌های توصیف صوری و وارسی مدل سیستم‌های همروند و واکنشی است. توصیف سیستم‌ها توسط زبان‌های مدل‌سازی سطح بالا انجام می‌شود که به نوبه خود به سیستم‌های گذار تبدیل می‌شوند. وارسی مدل مبتنی بر منطق‌های زمانی شناخته‌شده انجام می‌شود.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر درستی‌یابی
- سیستم‌های گذار و گراف برنامه‌ها
- مدل‌سازی سطح بالا: پروملا، شبکه‌های پتری، و مدل اکتور
- خاصیت‌های خطی
- انصاف
- خاصیت‌های منظم
- منطق زمانی خطی
- منطق درخت محاسبه
- خودکاره‌های زمانی و هیبرید
- وارسی مدل احتمالاتی
- یادگیری مدل
- هم ارزی و تجرید (اختیاری؛ بنا به تشخیص استاد درس)
- کاهش ترتیب جزئی (اختیاری؛ بنا به تشخیص استاد درس)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۶۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] C. Baier and J. P. Katoen. *Principles of Model Checking*. MIT Press, 2008.

[2] S. Kundu, S. Lerner, and R. Gupta. *High-Level Verification: Methods and Tools for Verification of System-Level Designs*. Springer-Verlag, 2014.

[3] M. Ben-Ari. *Principles of the Spin Model Checker*. Springer-Verlag, 2008.

[4] M. Huisman and A. Wijs. *Concise Guide to Software Verification: From Model Checking to Annotation Checking*. Springer International, 2023.

[5] E.M. Clarke, O. Grumberg, D. Kroening, D. Peled, and H. Veith. *Model Checking*. MIT Press, 2018.

[6] C. Baier and J. P. Katoen. *Principles of Model Checking*. MIT Press, 2008.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های توزیع‌شده		
عنوان درس به انگلیسی:	Distributed Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی دانشجویان با محیط‌های محاسباتی توزیع‌شده، روش‌های مدل‌سازی و تحلیل درستی و حل مسائل در انواع این محیط‌ها در شرایط مختلف، شناخت الگوریتم‌ها و پروتکل‌های مرتبط با سیستم‌های توزیع‌شده، و همچنین نحوه طراحی و توسعه نرم‌افزارهای توزیع‌شده است.

سرفصل‌ها

- تعاریف و مفاهیم پایه در سیستم‌های توزیع‌شده
- سیستم‌های توزیع‌شده عام منظوره و خاص منظوره
- روش‌های مدل‌سازی الگوریتم‌ها و ارتباطات در سیستم‌های توزیع‌شده
- زمان و پروتکل‌های همگام‌سازی
- پروتکل‌های نام‌گذاری و جداول هش توزیع‌شده
- پروتکل‌های چندپخشی و شایعه‌پراکنی
- پروتکل‌های انتخاب و اجماع
- انواع خرابی و مواجهه با آن‌ها
- ملاحظات امنیت و ایمنی
- طراحی و تحلیل نرم‌افزارهای توزیع‌شده
- ملاحظات توسعه نرم‌افزارهای توزیع‌شده در کاربردهای نوین

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره
- پروژه: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. D. Kshemkalyani and M. Singhal. *Distributed Computing: Principles, Algorithms, and Systems*. Cambridge University Press, 2011.

[2] S. Ghosh. *Distributed Systems: An Algorithmic Approach*. 2nd Edition, CRC Press, 2015.

[3] M. van Steen and A. S. Tanenbaum. *Distributed Systems*. distributed-systems.net, 2023.

[4] A. S. Tanenbaum and M. van Steen. *Distributed systems: principles and paradigms*. 2nd Edition, CreateSpace Independent Publishing Platform. 2016

عنوان درس به فارسی:	امنیت سیستم‌های نرم‌افزاری		
عنوان درس به انگلیسی:	Software Systems Security		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

این درس دانشجویان را با چالش‌های اصلی در طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های نرم‌افزاری و برنامه‌های کاربردی امن آشنا می‌سازد. اهمیت امنیت، انواع آسیب‌پذیری‌های نرم‌افزار، و چگونگی بهره‌بردن مهاجمان از آسیب‌پذیری‌ها از موضوعاتی هستند که در این درس مطرح می‌شوند. همچنین، دانشجویان می‌آموزند چگونه می‌توان به صورت روشمند با تلفیق امنیت و چرخه حیات توسعه نرم‌افزار با حمله‌ها مقابله کرد. برای این کار، لازم است دانشجویان تحلیل نیازمندی‌های امنیتی، مدل‌سازی تهدید، مدیریت مخاطرات امنیتی، برنامه‌نویسی امن، و نیز بازبینی و آزمون امنیتی را فراگیرند. همچنین، دانشجویان با برخی از ابزارهای موجود برای توسعه امن نرم‌افزار آشنا می‌شوند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: مسائل امنیتی در نرم‌افزار، ویژگی‌های امنیتی، آسیب‌پذیری و حمله‌ها
- استانداردهای امنیتی
- چرخه حیات توسعه امنیتی: مدل‌سازی تهدید و تحلیل مخاطرات، امنیت در مراحل تولید و استقرار نرم‌افزار
- آزمون امنیتی: ارزیابی آسیب‌پذیری، طرحهای آزمون امنیتی
- روشهای آزمون و پوشش، آزمون نفوذ، آزمون فاز، تزریق خرابی
- امنیت مبتنی بر زبان
- امنیت در برنامه‌های تحت وب
- امنیت در برنامه‌های کاربردی موبایل

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. K. Talukder, and M. Chaitanya. *Architecting Secure Software Systems*. CRC Press, 2009.

[2] G. McGraw, Software Security: Building Security In, Addison-Wesley, 2006.

[3] M. Dowd, J. McDonald, and J. Schuh. *The Art of Software Security Assessment: Identifying and Preventing Software Vulnerabilities*. Addison-Wesley, 2006.

[4] A. Shostack. *Threat Modeling: Designing for Security*. Wiley, 2014.

[5] M. Howard, D. LeBlanc, J. Viega. *24 Deadly Signs of Software Security: Programming Flaws and How to Fix Them*. McGraw-Hill, 2009.

عنوان درس به فارسی:	پایگاه داده‌های پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Databases		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی با مفاهیم پیشرفته طراحی پایگاه داده‌ها و سیستم‌های پایگاه داده است. همچنین دانشجویان با پیشرفت‌های سال‌های اخیر در پژوهش‌های مرتبط با این سیستم‌ها از جمله موضوعات پایه و جدیدترین تکنولوژی‌های استفاده شده در سیستم‌های مدیریت پایگاه داده، نگهداری و بهینه‌سازی زیرساخت‌های مرتبط با پایگاه داده آشنا خواهند شد.

سرفصل‌ها

- پردازش پرس‌وجوها در پایگاه‌های داده
- بهینه‌سازی پرس‌وجوها در پایگاه‌های داده
- مدیریت تراکنش‌ها در پایگاه‌های داده
- توالی پذیری در پایگاه‌های داده
- کنترل همروندی در پایگاه‌های داده
- مدیریت ترمیم (ریکاوری) در پایگاه‌های داده
- معماری‌های سیستم‌های پایگاه داده
- پایگاه داده‌های موازی
- پایگاه داده‌های توزیعشده
- آشنایی با رویکردهای تامین امنیت پایگاه داده
- مباحث پیشرفته (روش‌های نمایه‌سازی، توسعه کاربرد، ...)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۶۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. Silberschatz, H. F. Korth, and S. Sudarshan. *Database system concepts*. 7th Edition, McGraw-Hill Education, 2020.

[2] R. Elmasri and S. Navathe. *Fundamentals of database systems*. 7th Edition, Pearson, 2016.

[3] J. A. Hoffer, V. Ramesh, and H. Topi. *Modern database management*. 13th Edition, Pearson, 2019.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های رایافیزیکی		
عنوان درس به انگلیسی:	Cyber-Physical Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

نظر به اهمیت روزافزون سامانه‌های رایافیزیکی با ماهیت توزیع‌شده و فراگیر شدن کاربرد آن‌ها، این درس با هدف آشنایی با مدل‌سازی، طراحی، و تحلیل سامانه‌های رایافیزیکی طراحی شده است. مخاطبان این درس روش‌های توصیف نیازمندی‌ها، ریاضیات مدل‌سازی بخش‌های سایبری و فیزیکی، طراحی مبتنی بر مدل و تحلیل این سامانه‌ها را فرا خواهند گرفت و نقش محوری زمان، مدل‌های ترکیبی، و الگوریتم‌های زمان‌بندی را در تحقق اهداف سامانه‌های رایافیزیکی با تاکید بر وجه نرم‌افزاری درک خواهند کرد. همچنین روش‌های تضمین جنبه‌هایی نظیر ایمنی و کارایی در سطح نرم‌افزار مورد توجه جدی قرار می‌گیرد. استفاده از برخی استانداردها و ابزارها در یک دامنه کاربردی خاص به درک عمیق‌تر مفاهیم ارائه شده و جنبه کاربردی آن‌ها کمک خواهد نمود.

سرفصل‌ها

- تعاریف و مفاهیم پایه در سامانه‌های رایافیزیکی
- مدل‌سازی بخش‌های محاسباتی سامانه
- مدل‌سازی بخش‌های فیزیکی سامانه
- توصیف زمان و مدل‌های زمان‌دار
- ترکیب مدل‌ها و مدل‌سازی ترکیبی
- بیان نیازمندی‌ها (زمانی، ایمنی، زنده بودن) و وارسی
- الگوریتم‌های زمان‌بندی بی‌درنگ و مدیریت منابع غیرپردازشی
- معرفی برخی استانداردهای ایمنی و متدولوژی‌های توسعه در دامنه‌ی کاربردی خاص (نظیر خودرو)
- معرفی و به‌کارگیری ابزارهای طراحی و آزمون نرم‌افزارهای نهفته
- بهینه‌سازی برخی معیارهای غیرکارکردی (نظیر انرژی مصرفی، قابلیت اطمینان، و تاب‌آوری)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی (مرور و ارائه مقاله): ۲۰ درصد نمره
- آزمون: ۶۰ درصد نمره
- پروژه: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] R. Alur. *Principles of Cyber-Physical Systems*. MIT Press, 2023.

[2] S. Mitra. *Verifying Cyber-Physical Systems: A Path to Safe Autonomy*. MIT Press, 2021.

[3] E. A. Lee and S. A. Seshia. *Introduction to Embedded Systems: A Cyber-Physical Systems Approach*. 2nd Edition, MIT Press, 2017.

[4] H. Kopetz. *Real-Time Systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications*. 2nd Edition, Springer, 2011.

عنوان درس به فارسی:	تحلیل داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Data Analytics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐	نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☑	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐	

هدف کلی

هر روز حجم داده‌ای که در دسترس ما قرار دارد افزایش پیدا می‌کند. این اتفاق هم یک تهدید ایجاد می‌کند هم یک فرصت. فرصت جدید این است که داده‌های جدید به ما کمک می‌کند که درک بهتری نسبت به محیط خود داشته باشیم و تصمیمات بهتری بگیریم. تهدید جدید این است که پیدا کردن شهود درست روز به روز سخت‌تر می‌شود. هدف این درس این است که به دانشجویان کمک کند تا بتوانند شهود بهتری نسبت به محیط خود پیدا کنند. در پایان این درس دانشجویان می‌توانند: با جدیدترین ابزارهای تحلیل داده و تکنیک‌های تحلیل داده آشنا شوند و این توانایی را برای تحلیل داده و انتقال و انتشار نتایج استفاده کنند. این درس به دانشجویان کمک می‌کند که بتوانند مهارت‌های ریاضی و یادگیری ماشین خود را در مسائل واقعی به کار بگیرند. این درس دانشجوها را آماده می‌کند تا بتوانند ابزارهای جدید یادگیری ماشین و تحلیل داده را برای استنباط الگوهای داده استفاده کنند و بتوانند راجع به آینده داده پیش‌گویی کنند.

سرفصل‌ها

- فرایند تحلیل داده
- پیدا کردن شهود جدید روی داده
- مصورسازی و انتقال شهود
- استنباط آماری
- تحلیل پیش‌بینی
- یادگیری ماشین
- یادگیری عمیق
- یادگیری ماشین با نظارت پایین
- امنیت و حریم خصوصی داده

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- فعالیت کلاسی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] S. Berinato. *Good Charts. The HBR Guide to Making Smarter, More Persuasive Data Visualizations*. Harvard Business Review Press, 2016.

[2] C. N. Knaflic. *Storytelling with Data*. John Wiley & Sons, 2015.

[3] R. Rafael and A. Irizarry. *Introduction to Data Science, Data Analysis and Prediction Algorithms*. CRC Press, 2019.

عنوان درس به فارسی:	ارزیابی کارایی سیستم‌های کامپیوتری		
عنوان درس به انگلیسی:	Performance Evaluation of Computer Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس استفاده از مفاهیم آمار، احتمال، فرایندهای اتفاقی، نظریه صف و شبیه‌سازی به عنوان ابزارهایی برای مدل‌سازی و مطالعه کمی سیستم‌های کامپیوتری و مخابراتی می‌باشد. داشتن آشنایی با ابزارهای فوق به دانشجویان امکان می‌دهد پژوهش‌های ناب در زمینه ارزیابی و تحلیل سیستم‌های کامپیوتری و شبکه انجام دهند.

سرفصل‌ها

- اهمیت تحلیل سیستم‌ها و ارزیابی کارایی و روش‌های اندازه‌گیری، مروری بر مبانی و نظریه احتمال و آمار
- مروری بر تبدیل‌ها از جمله لاپلاس و Z، نامساوی‌ها شامل مارکوف، چبیشف، چرنوف
- قانون‌های حدی، دنباله متغیرهای تصادفی و همگرایی دنباله متغیرهای تصادفی، قانون اعداد بزرگ
- فرایندهای اتفاقی و فرایندهای تجدید Renewal
- فرایند پواسن همگن و ناهمگن، زنجیر مارکف و فرایند مارکف
- نظریه صف و مدل‌های آن و آشنایی با قانون لیتل
- سیستم صف M/M/1 و گونه‌های آن نظیر سیستم‌های با اتلاف M/M/m/m
- مدل‌های سرور ارلانگ، Coxian، Phase type
- سیستم صف M/G/1 و صف‌های با تقدم priority و تعطیلات vacation
- دوره مشغولیت Busy Period و توابع توزیع تعداد مشتری و زمان انتظار در صف و سیستم
- شبکه‌های صف به شکل حاصلضرب باز و بسته نظیر جکسون و BCMP
- اصول و روش‌های شبیه‌سازی، راستی‌آزمایی و درستی‌سنجی و تحلیل خروجی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۷۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۳۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D.P. Bertsekas and J. N. Tsitsiklis. *Introduction to Probability*. 2nd Edition, Athena Scientific, 2008.

[2] S.M. Ross. *A First Course in Probability*. 10th Edition, Pearson, 2019.

[3] K.S. Trivedi. *Probability and Statistics with Reliability, Queuing, and Computer Science Applications*. 3rd Edition, John Wiley and Sons, New York, 2016.

[4] M. Harchol-Balter. *Performance Modeling and Design of Computer Systems: Queueing Theory in Action*. Cambridge University Press, 2013.

[5] J. F. Shortle, J. M. Thompson, and D. Gross. *Fundamentals of Queueing Theory*. 5th Edition, Wiley, 2018

[6] K. Kant. *Introduction to Computer System Performance Evaluation.* McGraw-Hill, 1992.

عنوان درس به فارسی:	تحلیل آماری داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Statistical Data Analysis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

این درس به ارائه پایه‌های نظری و عملی آماری لازم برای تحلیل داده‌ها می‌پردازد.

سرفصل‌ها

- آشنایی با احتمالات
- آشنایی با آمار
- تخمین و انواع آن (نقطه‌ای، بازه‌ای، و بیشینه درست‌نمایی)
- تست فرضیه و انواع خطاهای آن
- رگرسیون خطی
- تحلیل واریانس
- روش‌های بدون پارامتر مانند تست Wilcoxin signed-ranked و Kruskal-Wallis
- آمار و استنتاج بیزی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌های نظری: ۳ نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۱۵ نمره
- آزمونک‌ها: ۲ نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] R. Walpole, R. Myers, S. Myers, and K. Ye. *Probability & Statisticsfor Engineers & Scientists*. 9th Edition, Pearson, 2016.

[2] A. Tamhane and D. Dunlop. *Statistics and Data Analysis: From Elementary to Intermediate*. Pearson; 1999.

[3] G. Casella and R. L. Berger. *Statistical Inference, Cengage Learning*. 2nd Edition, Cengage Learning, 2001.

عنوان درس به فارسی:	شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Computer Networks		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با فناوری‌های شبکه‌ی اینترنت امروزی و همچنین ساختار کنار هم قرار گرفتن این فناوری‌ها است. فهم چرایی و چگونگی این فناوری‌ها و ساختار اینترنت با تاکید بر مسیریابی به عنوان عملیات کلیدی در اینترنت، و همچنین معرفی رویکردهای نوین در شبکه مانند SDN و NFV در این درس ارائه می‌شود.

سرفصل‌ها

- کنترل ازدحام در اینترنت
- مسیریابی در شبکه‌های کامپیوتری با تاکید بر OSPF و BGP
- معماری و سلسله مراتب در اینترنت
- ساختار ISPها و سطوح مختلف خدمات‌دهندگان و نقش پروتکل BGP در ارتباط بین ASها
- کیفیت سرویس در شبکه‌های کامپیوتری
- شبکه‌های توزیع محتوا، مکانیسم توزیع ترافیک و استفاده از حافظه نهان برای ذخیره‌سازی محتوا در نزدیکی مصرف‌کنندگان
- شبکه‌های مبتنی بر MPLS
- مهندسی ترافیک با تاکید بر OSPF-TE و BGP-TE و MPLS
- شبکه‌های تعریف‌شده با نرم‌افزار (SDN)
- پروتکل OpenFlow، زنجیره‌سازی خدمت (Service Chaining)
- شبکه‌های پوشان (Overlay)، توابع شبکه و مجازی‌سازی توابع شبکه (NFV)
- معماری‌ها و شبکه‌های مراکز داده

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تکالیف و سمینار پژوهشی: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۷۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Medhi and K. Ramasamy. *Network Routing: Algorithms, Protocols, and Architectures*. 2nd Edition. Morgan Kaufmann. 2017.

[2] L. L. Peterson and B. S. Davie. *Computer Networks: A Systems Approach*. 6th Edition, Morgan Kaufmann. 2021.

[3] L. L. Peterson, C. Cascone, B. O'Connor, T. Vachuska, and B. Davie. *Software Defined Networks: A Systems Approach*. Morgan Kaufmann. 2021.

عنوان درس به فارسی:	پردازش کلان‌داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Big Data Processing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس، آشنا کردن دانشجویان کارشناسی ارشد و دکترا با مفاهیم و مسائل مطرح در زیرساخت‌های مرتبط با ذخیره‌سازی و مدیریت داده‌های بزرگ است. تمامی مفاهیم مطرح در این درس به صورت ملموس و عملی تدریس می‌شود و از دانشجویان خواسته می‌شود که زیرساخت‌های تدریس‌شده را راه‌اندازی کرده و با آن‌ها به صورت عملی کار کنند. به منظور همگرایی بهتر سعی شده است از هر مفهوم زیرساختی، یک فناوری عملی از آن نیز انتخاب شود و در حین آموزش مفاهیم تدریس گردد. به منظور راحتی بیشتر و همچنین یکپارچگی آسان‌تر، همه فناوری‌های از پشته Apache و Hadoop انتخاب شده‌اند.

سرفصل‌ها

- مروری عملی بر سیستم عامل
- مروری بر پایگاه‌های داده به صورت عملی
- ماشین‌های مجازی و فناوری کانتینر
- مفاهیم مرتبط با سیستم عامل در تحلیل داده‌های حجیم (مانند Hadoop و MapReduce)
- جریان‌های کاری در Hadoop
- محاسبات داخل حافظه‌ای و Spark
- انبارهای داده و کاوش آن‌ها در Hive و HBase
- یکپارچگی داده (با Sqoop و Flume)
- تحلیل داده با APIهای لایه بالاتر (با Pig، Spark SQL و DataFrame)
- مقدمه‌ای بر یادگیری ماشین توزیع‌شده با Spark

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون: آزمون‌های میان‌نیم‌سال و پایان‌نیم‌سال (۴۰ درصد نمره)
- تمرین و پروژه: سه تمرین تئوری و یک پروژه عملی که در طول نیم‌سال تحویل داده می‌شوند (۴۰ درصد نمره).
- گزارش پژوهشی: موضوع پژوهش قبل از آزمون پایان‌نیم‌سال تعیین می‌شود. دانشجو کار پژوهش را با کمک استاد درس آغاز کرده و پس از انجام کار، نتیجه پژوهش را در قالب گزارش ارائه می‌دهد (۲۰ درصد نمره).

منابع علمی پیشنهادی

[1] B. Bengfort and J. Kim. *Data analytics with Hadoop: an introduction for data scientists*. O'Reilly, 2016.

عنوان درس به فارسی:	الگوها در مهندسی نرم‌افزار	
عنوان درس به انگلیسی:	Patterns in Software Engineering	نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس، آشنا کردن دانشجویان با الگوها و کاربرد آن‌ها در مهندسی نرم‌افزار است. دانشجویان ضمن آشنایی با الگوهای رایج تحلیل، طراحی، معماری، مهندسی مجدد و مهندسی فرایند، با الگوهای بازآرایی کد و پادالگوها نیز آشنا می‌شوند. به دلیل تعدد الگوها، سعی میشود ضمن تأکید بر معرفی تفصیلی الگوهای پرکاربرد، آشنایی کافی با ساختارها و اصول مبنایی و روش‌های مدیریت پیچیدگی و تحلیل الگوها نیز حاصل شود.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر الگوها در مهندسی نرم‌افزار
- الگوهای طراحی GoF
- الگوهای طراحی GRASP
- الگوهای معماری
- الگوهای بازآرایی کد
- الگوهای مهندسی مجدد
- پادالگوها
- روش‌های طبقه‌بندی، مدیریت پیچیدگی و تحلیل الگوها

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۶۰ درصد نمره
- تمرین‌های در طول ترم: ۲۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, and J. Vlissides. *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. 1st Edition, Addison-Wesley, 1995.

[2] F. Pikus. *Hands-On Design Patterns with C++*. 2nd Edition, Packt Publishing, 2023.

[3] F. Buschmann, R. Meunier, H. Rohnert, P. Sommerlad, and M. Stal. *Pattern-Oriented Software Architecture: A System of Patterns*. Vol. 1. Wiley, 1996.

[4] F. Buschmann, K. Henney, and D.C. Schmidt. *Pattern-Oriented Software Architecture: On Patterns and Pattern Languages*. Vol. 5, Wiley, 2007.

[5] J. Kerievsky. *Refactoring to Patterns*. Addison-Wesley, 2004.

عنوان درس به فارسی:	امنیت شبکه پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Network Security	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐ نظری ☑	
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐	

هدف کلی

این درس مجموعه‌ای از مفاهیم و روش‌های امنیت شبکه را پوشش می‌دهد و برای دانشجویانی طراحی شده است که دانش پایه را در خصوص شبکه‌های کامپیوتری و الگوریتم‌های رمزنگاری دارند. در این درس، انواع حمله به سیستم‌ها و شبکه‌های کامپیوتری و روش‌های تشخیص و مقابله با آن‌ها، کاربردهای رمزنگاری در امنیت شبکه و معماری شبکه‌های امن شامل سیستم‌های دفاع در لبه و فیلترینگ، روش‌ها و پروتکل‌های خدمات AAA، امنیت مسیریابی، روش‌های جلوگیری از نشت اطلاعات (DLP) و تکنولوژی‌های VPN پوشش داده می‌شود. مجموعه‌ای از فعالیت‌های آزمایشگاهی و مقاله‌های پژوهشی در طول درس ارائه می‌شود تا توازنی بین جنبه کاربردی و پژوهشی درس ایجاد شود.

سرفصل‌ها

- مقدمه: مفاهیم امنیت شبکه، مدل‌ها و فرامدل‌های امنیت
- تهدیدها و حمله: طبقه‌بندی حمله‌ها، حمله‌های DoS، Sniffing، و Spoofing، چرخه عمر بدافزارها، حمله‌های لایه‌های پنج‌گانه
- رمزنگاری کاربردی: کاربردهای رمزنگاری در پروتکل‌های امنیت شبکه، روش‌های توزیع کلید در شبکه‌های ثابت، سیار، و موردی، روش‌های بی‌نامی، و زنجیره بلوکی
- معماری شبکه‌های امن: معماری SAFE، معماری دیواره‌های آتش، کنترل دسترسی در سیستم و شبکه (NAC)، روش‌های جلوگیری از نشت و از بین رفتن اطلاعات (DLP)
- امنیت مسیریابی، سامانه‌های تشخیص نفوذ، فناوری‌های VPN
- امنیت شبکه‌های بی‌سیم
- روندهای نو در امنیت شبکه، روش‌های تحلیل ترافیک، فورنزیک در شبکه
- امنیت اینترنت اشیا و حفظ حریم خصوصی
- امنیت در سرویس VoIP و IP Telephony، فناوری‌های PCI-DSS، SET، و SDC، امنیت ابر و چندابری
- کاربردهای پیشرفته رمزنگاری مانند امضاهای گروهی و MPC

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون میان‌ترم: ۲۵ درصد نمره
- آزمون پایان‌ترم: ۳۰ درصد نمره
- ارائه: ۱۵ درصد

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

منابع علمی پیشنهادی

[1] William Stallings. *Cryptography and Network Security - Principles and Practice*. Pearson, 8th Edition. 2020,

[2] Darren Death. *Information Security Handbook*. Packet Publishing. 2017.

[3] M. Ciampa. *Security+ Guide to Network Security Fundamentals*. Cengage Learning, 2015.

[4] William Stallings. *Network Security Essentials: Applications and Standards*. Pearson; 6th Edition, 2016.

[5] C. Douligeris and D. N. Serpanos. *Network Security: Current Status and Future Directions*. Wiley-IEEE Press, 2007.

عنوان درس به فارسی:	بازیابی هوشمند اطلاعات		
عنوان درس به انگلیسی:	Intelligent Information Retrieval		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس گسترش اطلاعات دانشجویان در زمینه بازیابی اطلاعات است. در این درس پس از پرداختن به مفاهیم پایه بازیابی اطلاعات و موتورهای جستجو، مدل‌های پیشرفته بازیابی اطلاعات که ریشه در مباحث هوش مصنوعی دارند معرفی می‌شوند. از جمله این روش‌ها می‌توان به مدل‌های مبتنی بر مدل زبانی، یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی اشاره نمود. همچنین کاربردهای ویژه و پیشرفته بازیابی اطلاعات و موتورهای جستجو، از جمله سیستم‌های توصیه‌گر، پیشنهاد پرسمان جستجو، شخصی‌سازی جستجو، سیستم‌های پرسش و پاسخ و خبره‌یاب، و بازیابی اطلاعات بین‌زبانی و چندوجهی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر بازیابی اطلاعات و ساختار موتورهای جستجو
- مروری بر روش‌های پایه بازیابی اطلاعات: مدل‌های بولی، فضای برداری، احتمالاتی
- روش‌های ارزیابی در بازیابی اطلاعات
- بازیابی اطلاعات مبتنی بر مدل زبانی
- روش‌های حل مشکل عدم تطابق واژگانی: روش‌های بازخورد مرتبط، روش‌های مبتنی بر مدل زبانی
- بازیابی اطلاعات مبتنی بر مدل‌های یادگیری برای رتبه‌بندی
- بازیابی اطلاعات مبتنی بر شبکه عصبی
- مدل‌های زبانی بزرگ و بازیابی اطلاعات
- بازیابی اطلاعات بین‌زبانی و بازیابی اطلاعات چندوجهی
- تحلیل داده‌های پرسمان جستجو: پیشنهاد پرسمان جستجو، شخصی‌سازی جستجو
- سامانه‌های توصیه‌گر: توصیه مبتنی بر محتوا، توصیه مبتنی بر پالایش مشارکتی، مدل‌های توصیه عصبی
- سامانه‌های کاربردی: پرسش و پاسخ، خبره‌یابی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] W. B. Croft, D. Metzler, and T. Strohman. *Search Engines: Information Retrieval in Practice*. Pearson, 2010.

[2] C. Manning, P. Raghavan, and H. Schutz. *Introduction to Information Retrieval*. Cambridge University Press, 2008.

[3] R. Baeza-Yates and B. Ribeiro-Neto. *Modern Information Retrieval: The Concepts and Technology behind Search*. ACM Press, 2010.

[4] S. Ceri, A. Bozzon, M. Brambilla, E.D. Valle, P. Fraternali and S. Quarteroni. *Web Information Retrieval*. Springer, 2013.

عنوان درس به فارسی:	پردازش زبان‌های طبیعی		
عنوان درس به انگلیسی:	Natural Language Processing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با روش‌های ایجاد توانایی فهم زبان طبیعی در محیط کامپیوتر است. از سیستم‌های مبتنی بر پردازش زبان می‌توان به سیستم‌های پرسش و پاسخ، تحلیل احساس، استخراج اطلاعات، ترجمه ماشینی، و خلاصه‌سازی متون اشاره کرد. مهم‌ترین گام در راستای طراحی چنین سیستم‌هایی آشنایی با روش‌های پردازش زبان طبیعی است که بیشتر بر مبنای الگوریتم‌های آماری عمل می‌کنند. در این درس، به معرفی روش‌های پردازش زبان طبیعی از جمله برچسب‌زنی اجزای کلام، تجزیه نحوی زبان، تشخیص موجودیت‌های نامدار، تحلیل معنایی، برچسب‌گذاری نقش معنایی، و تشخیص موضوع پرداخته خواهد شد.

سرفصل‌ها

- آشنایی با مفاهیم اولیه پردازش زبان طبیعی
- پیش‌پردازش متن: واحدسازی، بهنجارسازی، ریشه‌یابی، بن‌واژه‌سازی، تصحیح خطای املایی
- مدل‌های زبانی: مدل‌های زبانی احتمالاتی و عصبی، ارزیابی مدل‌های زبانی
- بازنمایی متن: بازنمایی مبتنی بر واژه، بازنمایی ایستای کلمات مبتنی بر جبر خطی و شبکه عصبی
- دسته‌بندی و خوشه‌بندی متن
- مدل‌سازی دنباله‌ای متن: مدل مخفی مارکوف، میدان تصادفی شرطی، مدل‌سازی عصبی دنباله‌ای
- برچسب‌زنی اجزای کلام و تشخیص موجودیت‌های نامدار
- مدل‌های دنباله‌به‌دنباله: مدل‌های کدگذار-کدگشا، مکانیزم توجه، مبدلها
- بازنمایی پویا مبتنی بر بافت و مدل‌های زبانی بزرگ
- تجزیه نحوی زبان: تجزیه نحوی و آماری مبتنی بر سازه، تجزیه وابستگی
- تحلیل معنایی متن: رفع ابهام معنایی کلمات، برچسب‌گذاری نقش معنایی
- سامانه‌های کاربردی: تحلیل احساس، ترجمه و خلاصه‌سازی متون، پرسش و پاسخ، سامانه‌های مکالمه‌محور

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۷۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Jurafsky and J. Martin, *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition*. 3rd Edition (draft), 2025.

[2] Yoav Goldberg. *A Primer on Neural Network Models for Natural Language Processing*. 2015.

عنوان درس به فارسی:	الگوریتم‌های موازی		
عنوان درس به انگلیسی:	Parallel Algorithms		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف اصلی از پردازش موازی انجام محاسبات یا طراحی مدارهای «تپنده» به‌کمک چندین پردازنده‌ی کوچک یا بزرگ است تا بتوان کارایی و تسریع بالایی را کسب کرد. دانشجویان در این درس، با مباحث نظری پردازش موازی و طراحی و تحلیل الگوریتم‌های موازی بر روی معماری‌های موازی مختلف، و نیز مدل انتزاعی «پی‌رم» آشنا می‌شوند و نیز با برنامه‌نویسی موازی مبتنی بر پردازنده‌های گرافیکی، مدل نگاشت-کاهش و محاسبات چندریسه‌ای آشنا می‌شوند و کار عملی انجام می‌دهند.

سرفصل‌ها

- آشنایی با الگوریتم‌های موازی
- الگوریتم‌های موازی برای مسائل مقدماتی
- مدل پی‌رَم (PRAM) و الگوریتم‌های پایه‌ای
- الگوریتم‌های موازی در سطح مدار
- شبکه‌های مرتب‌سازی
- الگوریتم‌های موازی مبتنی بر توری
- الگوریتم‌های گراف
- معماری‌های با قطر کم (خانواده‌ی فوق مکعب)
- مدل نگاشت-کاهش مبتنی بر GPU
- برنامه‌سازی چندریسه‌ای

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون: آزمون‌های میان‌ترم (۲۵ تا ۳۰ درصد نمره)، و پایان‌ترم (۳۰ درصد نمره)
- تمرین: ۵ یا ۶ تمرین نظری (۱۵ تا ۲۰ درصد نمره)؛ ۲ تمرین عملی با استفاده از GPU/CUDA (۱۵ درصد نمره)
- پژوهش: مطالعه یک مقاله و ارائه (۱۵ درصد نمره).

منابع علمی پیشنهادی

[1] F.T. Leighton. *Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes*. Morgan Kaufmann, 1992.

[2] B. Parhami. *Introduction to Parallel Processing: Algorithms and Architectures*. Plenum Press, 2000.

[3] D.B. Kirk and W.W. Hwu. *Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach*. 2nd Edition, Morgan Kaufmann, 2012. (supplementary text for multicore programming in CUDA.)

[4] T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, and C. Stein (CLRS). *Introduction to Algorithms*. 4th Edition, MIT Press, 2022.

عنوان درس به فارسی:	تحلیل شبکه‌های پیچیده		
عنوان درس به انگلیسی:	Complex Networks Analysis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با تکنیک‌های تحلیل و پردازش داده‌های گرافی و شبکه‌ای پیچیده می‌باشد. در این درس، شبکه‌های پیچیده و انواع آن‌ها به صورت نظری و تجربی تحلیل می‌گردند. همچنین مسائل مختلف مرتبط، از قبیل مدل‌های تصادفی، بیشینه‌سازی تاثیر، بهینه‌سازی انتشار، فرایندهای شکل‌گیری، تحلیل پیوندها، ساختار جوامع و خوشه‌بندی، پیش‌بینی پیوندها و یادگیری بازنمایی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: معرفی شبکه‌های پیچیده، کاربردها و مثال‌ها، آشنایی با روش‌های ساده تحلیل شبکه‌های پیچیده.
- مدل گراف تصادفی و تجزیه و تحلیل نظری و تجربی جنبه‌های گوناگون آن از قبیل توزیع درجه، جزء غول‌پیکر، ضریب خوشه‌بندی و قطر.
- پدیده دنیای کوچک، مدل‌های دنیای کوچک، تجزیه و تحلیل نظری و عملی مدل‌ها.
- رفتار آبشاری اطلاعات در شبکه‌های پیچیده، بیشینه کردن تاثیر در شبکه‌های پیچیده، بهینه‌سازی submodular.
- کشف شیوع در شبکه‌های پیچیده، الگوریتم CELF.
- فرایندهای تشکیل شبکه‌های پیچیده، توزیع درجه توانی، اتصال ترجیحی و تحلیل نظری و تجربی آن.
- تجزیه و تحلیل ساختار پیوندها، الگوریتم HITTS، الگوریتم رتبه صفحه، الگوریتم رتبه صفحه شخصی‌شده، کاربردها.
- قدرت روابط ضعیف، ساختار انجمن‌ها و خوشه‌ها در شبکه‌های پیچیده، الگوریتم گیروان نیومن، پیمانگی، الگوریتم‌های طیفی برای خوشه‌بندی شبکه‌های پیچیده، تحلیل نظری، بهینه‌سازی پیمانگی سریع.
- انجمن‌ها و خوشه‌های همپوشان در شبکه‌های پیچیده، نمودار NCP، الگوریتم CPM، الگوریتم AGM.
- پیش‌بینی پیوند در شبکه‌های پیچیده، روش‌های مبتنی بر یادگیری، روش‌های مبتنی بر معیارهای نزدیکی.
- یادگیری بازنمایی در شبکه‌های پیچیده، الگوریتم deepwalk، الگوریتم node2vec.
- شبکه‌های عصبی گرافی و معماری‌های مختلف آن‌ها، استنتاج ساختار شبکه‌های پیچیده.

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Easley and J. Kleinberg. *Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World*. Cambridge University Press, 2010.

[2] T. Christiano Silva and L. Zhao. *Machine Learning in Complex Networks*. Springer, 2016.

[3] M. Newman. *Networks*. Oxford University Press, 2018.

عنوان درس به فارسی:	شبکه‌های اجتماعی		
عنوان درس به انگلیسی:	Social Networks		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

این درس برای کسب یک دید سطح بالا از مدل‌ها و تکنیک‌هایی که برای مطالعه و تحلیل شبکه‌های اجتماعی و اقتصادی به کار برده می‌شوند ارائه شده است. شبکه‌های اجتماعی و اقتصادی چند مشخصه اصلی دارند: ۱) پیچیده (Complex Network) هستند و بسیاری از مشخصه‌های اصلی گراف‌های شبکه‌های پیچیده را دارند، ۲) در اثر تعامل عوامل باهوش و خودخواه ایجاد می‌شوند، ۳) تصادفی هستند و در بسیاری موارد نمی‌توان به صورت قطعی ویژگی‌های آن‌ها را مشخص کرد. بنابراین مدل‌ها و تکنیک‌هایی که در این درس با آن‌ها سر و کار داریم از هر سه دسته بالا نشأت گرفته و در بسیاری موارد نیز با هم ترکیب می‌شوند. به همین منظور در این درس با مدل‌هایی سر و کار داریم که با استفاده از نظریه احتمال، نظریه بازی و نظریه گراف و ترکیبیات ساخته می‌شوند.

سرفصل‌ها

- پیش‌زمینه‌ها و مبانی تحلیل شبکه (نمایش و اندازه‌گیری شبکه‌ها و مشاهدات تجربی این شبکه‌ها)
- مدل‌های شکل‌گیری شبکه‌ها (گراف‌های تصادفی، مدل‌های تصادفی رشد شبکه، و مدل‌های استراتژیک تشکیل شبکه)
- انتشار در شبکه‌ها
- یادگیری در شبکه‌ها
- بازی‌های تحت شبکه
- بازارهای شبکه‌ای
- نظریه بازی‌های تعاونی و قوانین تخصیص منابع در شبکه‌ها
- اندازه‌گیری تعاملات اجتماعی و اقتصادی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون (۶۰ درصد نمره)
- تمرین (۲۰ درصد نمره)
- سمینار (۲۰ درصد نمره)

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. Newman. *Networks*. Oxford University Press, 2018.

[2] M. O. Jackson. *Social and economic networks*. Princeton University Press, 2010.

[3] D. Easley and J. Kleinberg. *Networks, crowds, and markets: Reasoning about a highly connected world*. Cambridge University Press, 2010.

عنوان درس به فارسی:	تکامل نرم‌افزار		
عنوان درس به انگلیسی:	Software Evolution		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		☑ نظری ☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	–		☐ عملی ☐ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳		☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی

هدف کلی

تولیدکنندگان نرم‌افزار اغلب به جای تولید سیستم‌های نرم‌افزاری جدید، حجم زیادی از منابع خود را صرف مراقبت و نگهداری از سیستم‌های موجود می‌کنند. این مراقبت و نگهداری اغلب شامل بهبود طراحی و پیاده‌سازی سیستم، پیدا کردن و رفع خطاها و افزودن امکانات جدید به نرم‌افزار می‌باشد. هدف از فرایند «تکامل نرم‌افزار»، حصول اطمینان از ادامه کار موفقیت‌آمیز یک سیستم نرم‌افزاری بعد از مرحله تولید آن است که خود فرایندی پیچیده و زمان‌بر است. هدف این درس، آشنا کردن دانشجویان با مفاهیم «تکامل نرم‌افزار» و آخرین پژوهش‌ها، ابزارها و روش‌های ارائه‌شده در این زمینه می‌باشد.

سرفصل‌ها

- مفاهیم مقدماتی تکامل نرم‌افزار
- مهندسی معکوس سیستم‌های نرم‌افزاری
- بازمهندسی سیستم‌های موروثی
- معماری نرم‌افزار تکاملی
- مفاهیم جدید در تکامل نرم‌افزار

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۶۰ درصد نمره
- تمرین‌های در طول ترم: ۲۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] B. Vogel-Heuser, J. Keim, L. Märtin, M. Goedicke, R. Reussner, and W. Hasselbring. *Managed Software Evolution*. Springer International Publishing, 2019.

[2] N. Ford, R. Parsons, P. Kua, and P. Sadalage. *Building Evolutionary Architectures*. 2nd Edition, O'Reilly Media, 2022.

[3] T. Mens and S. Demeyer (Eds.). *Software Evolution*. Springer, 2008.

[4] C. Bird, T. Menzies, and T. Zimmermann. *The Art and Science of Analyzing Software Data*. 1st Edition, Morgan Kaufmann, 2015.

[5] P. Tripathy and K. Naik. *Software Evolution and Maintenance: A Practitioner's Approach*. 1st Edition, Wiley, 2014.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های نرم‌افزاری مقیاس بزرگ		
عنوان درس به انگلیسی:	Large-Scale Software Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مفاهیم و ویژگی‌های سیستم‌های فوق مقیاس وسیع و فرایند توسعه و ایجاد این سیستم‌ها براساس اصول مهندسی نرم‌افزار است. سیر تکاملی و روند رو به رشد کاربری این سیستم‌ها و چالش‌های موجود از ابعاد مختلف، مورد بررسی قرار می‌گیرد. بحث‌های یکپارچه‌سازی، تعامل‌پذیری، تطبیق‌پذیری سیستم‌های مقیاس وسیع، مدیریت فرایندهای کسب‌وکار، معماری API، اینترنت اشیاء و رایانش ابری نیز در این چارچوب قرار دارد.

سرفصل‌ها

- معرفی سیستم‌های فوق مقیاس وسیع و شناخت ویژگی‌ها، چالش‌ها و حوزه‌های تحقیقاتی آن‌ها
- توسعه مبتنی بر مولفه در مقیاس بزرگ
- اصول پایه و الگوهای یکپارچه‌سازی در سازمان‌ها
- تعامل‌پذیری در سامانه‌های مقیاس وسیع
- تطبیق و یکپارچه‌سازی سرویس‌ها
- مدیریت فرایندهای کسب‌وکار (BPM) و زبان‌های مرتبط
- معماری API - رویکردی فراگیر برای یکپارچه‌سازی
- نقش اینترنت اشیاء و رایانش ابری در ایجاد سیستم‌های مقیاس وسیع

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۶۰ درصد نمره
- تمرین‌های در طول ترم: ۲۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] J. Geewax. *API Design Patterns*. Simon and Schuster, 2021.

[2] A. Seth and K. Seth. *Understanding Service-Oriented Architecture: Designing Adaptive Business Model for SMEs*. BPB Publications, 2020.

[3] B. Zuhaira and N. Ahmad. *Business process modeling, implementation, analysis, and management: the case of business process management tools*. Business Process Management Journal, 2020.

[4] R. Stackowiak, A. Licht, V. Mantha, and L. Nagode. *Big Data and the Internet of Things: enterprise information architecture for a new age*. 1st Edition, Apress, 2015.

عنوان درس به فارسی:	توصیف و وارسی برنامه‌ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Program Specification and Verification		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

این درس مقدمه‌ای بر توصیف عملکرد برنامه‌ها با منطق و تئوری و ساخت وارسی‌کننده‌های برنامه است. این درس فنون قدرتمند برای استدلال صوری درباره برنامه‌ها و مجموعه ابزارهای نوین در این زمینه را پوشش می‌دهد. دانشجویان مهارت‌های لازم را برای طراحی، توسعه، و به‌کارگیری ابزارهای وارسی‌کننده که وارسی پیمانه‌ای برنامه‌های پیچیده را امکان‌پذیر می‌سازد به دست خواهند آورد. علاوه بر این، دانشجویان انواع مختلفی از اصول پایه‌ای استدلال و چگونگی به‌کارگیری این اصول از طریق ابزارهای خودکار را فرا می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- روش‌های مبتنی بر منطق ریاضی برای توصیف کارکرد صحیح برنامه‌ها
- مبانی استدلال منطقی
- حل‌کننده‌های SMT برای استدلال خودکار درباره فرمول‌های منطق
- زبان‌های میانی وارسی (مثل Viper) برای مدل‌سازی روش‌های وارسی
- وارسی حلقه‌ها و رویه‌ها
- وارسی ویژگی‌های چالش‌برانگیز برنامه‌ها (مثل مدیریت پویای حافظه)
- وارسی برنامه‌های همروند

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون میان ترم: ۳۰ درصد نمره
- آزمون پایان ترم: ۳۰ درصد نمره
- انجام تکلیف‌های عملی و پروژه درس: ۴۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] F. Nielson and H. Riis Nielson. *Formal Methods: An Appetizer*. Springer International Publishing, 2019.

[2] B.C. Pierce et al. *Software Foundations*. Published online: https://softwarefoundations.cis.upenn.edu, last accessed 2024.

عنوان درس به فارسی:	رایانش ابری		
عنوان درس به انگلیسی:	Cloud Computing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

در این درس دانشجو با مفاهیمی از جمله مزایای رایانش ابری، زیرساخت‌های ابری، امنیت ابری و سایر روال‌ها و مکانیزم‌ها در رایانش ابری آشنا می‌شود. همچنین در این درس به فناوری‌ها و روندهای نوظهور مرتبط با ابر پرداخته می‌شود. در پایان ابرهای تجاری و خدمات بسترهای‌های ابری محبوب نیز معرفی خواهند شد.

سرفصل‌ها

- مفاهیم عمومی رایانش ابری (ابر عمومی - خصوصی - ترکیبی) و سرویس‌های ارائه‌دهندگان ابری
- مفاهیم اساسی طراحی مراکز داده ابری
- روش‌های مجازی سازی با تاکید بر ماشین‌های مجازی و گنجانه‌ها
- مروری بر ریزسرویس‌ها
- سیستم‌های فایل توزیعی (GFS، HDFS، IPFS،..)
- پردازش کلان‌داده (Map-Reduce، Spark)
- مفاهیم رایانش خوشه‌ای
- زمان‌بندی در رایانش ابر و خوشه (Mesos، Yarn،..)
- مدیریت خوشه (Borg، Omega)
- رایانش بدون سرور
- امنیت، حریم خصوصی و پردازش‌های گراف و یادگیری ماشین
- بهینه‌سازی مصرف انرژی در مراکز داده ابری

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۷۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۳۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] L. Wang, R. Ranjan, J. Chen, and B. Benatallah. *Cloud Computing: Methodology, Systems, and Applications*. CRC Press, 2017.

[2] N.Poulton. *The Kubernetes Book*. kindle Edition, 2024.

[3] N. K. Sehgal, P. C. P. Bhatt, and J. M. Acken. *Cloud Computing with Security and Scalability. Concepts and Practices*. 3rd Edition, Springer, 2023.

[4] R. Buyya, C. Vecchiola, S. Selvi. *Mastering cloud computing: foundations and applications programming*. Newnes, 2013.

[5] S. Murugesan and I. Bojanova. *Encyclopedia of cloud computing*. John Wiley and Sons, 2016.

عنوان درس به فارسی:	ترکیبیات کاربردی		
عنوان درس به انگلیسی:	Applied Combinatorics		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف درس آشنا کردن دانشجویان با مفاهیم پیشرفته ریاضی برای کاربردهای کامپیوتری است و اینکه چگونه الگوریتم‌ها و روال‌های کامپیوتری را به فرم‌های ریاضی مدل کنند. دانشجویان با گذراندن این درس به درک مناسبی از جایگاه مفاهیم ریاضی در رشته کامپیوتر و تحلیل الگوریتم‌ها به زبان ریاضی خواهند رسید. در این درس مفاهیم نظریه اعداد برای درک مفاهیم امنیت در سیستم ارائه خواهد شد که منجر به درک بهتر مفاهیم ترکیبیات در مباحث کامپیوتری می‌گردد.

سرفصل‌ها

- مفهوم بازگشت در توابع و الگوریتم‌ها
- شیوه‌های حل بازگشت با استفاده از مفهوم سری‌ها و انتگرال
- محاسبات تفاضلی
- توابع اعداد صحیح
- نظریه اعداد
- شمارش
- ترکیبیات
- سری‌های خاص از قبیل سری فیبوناچی، اعداد اول و دوم استرلینگ
- توابع مولد
- بهینه‌سازی، برنامه‌ریزی خطی و بهینه‌سازی محدب

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۵۰ درصد نمره
- پروژه: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] R. L. Graham, D. E. Knuth, and O. Patashnik. *Concrete Mathematic: A Foundation for Computer Science*. 2nd Edition, 1994.

[2] A. Tucker. *Applied Combinatorics*. 6th Edition, Wiley, 2012.

[3] M. Keller and W. Trotter. *Applied Combinatorics*. https://www.appliedcombinatorics.org/, 2017.

عنوان درس به فارسی:	سنتز نرم‌افزار		
عنوان درس به انگلیسی:	Software Synthesis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

سنتز نرم‌افزار به مجموعه روش‌ها و الگوریتم‌هایی اطلاق می‌شود که از توصیف برنامه مورد نظر، متن کد برنامه را تولید می‌کنند. سنتز نرم‌افزار یک دانش میان‌رشته‌ای است. تکنیک‌های سنتز از یک سو با اتکا به مبانی ریاضی زبان‌های برنامه‌سازی و از سوی دیگر بر مبنای الگوریتم‌های هوش مصنوعی کار می‌کنند. یکی از اهداف مهم سنتز یاری رساندن به افرادی است که تخصص برنامه‌نویسی ندارند. این افراد با ارائه توصیف‌های سطح بالا نظیر مثال‌هایی برای رفتار برنامه، می‌توانند ایجاد برنامه جدید کنند. دانشجویان در این درس با حیطه‌های کلاسیک و جدید نظیر برنامه‌نویسی با مثال، سنتز حل محدودیت توسط ابزار SMT solver، سنتز با کمک انواع، سنتز در علوم داده و سنتز با کمک شبکه‌های عصبی آشنا می‌شوند.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر سنتز استقرایی (جستجوی شمارشی از پایین به بالا، بالا به پایین)
- مدل‌های آماری در سنتز
- جستجوی تصادفی
- جستجوی مبتنی بر نماینده‌های فضای حالت
- مساله صدق‌پذیری بولی (SAT) و صدق‌پذیری در پیمانه نظریات
- سنتز مبتنی بر محدودیت با طرح
- مقدمه‌ای بر سنتز عملکردی
- از درستی‌سنجی تا سنتز
- سنتز با انواع پالایش
- سنتز استنتاجی (deductive)
- سنتز برای علم داده
- یادگیری مدل

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۶۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. Solar-Lezama. *Introduction to Program Synthesis*. MIT, 2018.

[2] S. Gulwani, O. Polozov, and R. Singh. *Program Synthesis*. Now Foundations and Trends, 2017.

[3] B. C. Pierce et al.. *Software Foundations*. https://softwarefoundations.cis.upenn.edu/, University of Pennsylvania, 2024.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های عامل پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Operating Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف درس ارائه مفاهیم پیشرفته در سیستم‌های عامل، موضوعات عملی و تحقیقاتی در سیستم‌های عامل مقیاس‌پذیر است. در این درس جایگاه و وظیفه سیستم‌عامل در کل سیستم، نیازمندی‌های طراحی سیستم‌های عامل، تاثیر سیستم‌های عامل در طراحی ماشین و نرم‌افزارها، سیستم‌های توزیع‌شده و جایگاه سیستم‌های عامل در این‌گونه سیستم‌ها بیان خواهد شد.

سرفصل‌ها

- مروری بر طراحی سیستم از جمله سیستم‌های کامپیوتری
- طراحی سیستم‌های عامل با تاکید بر معماری‌های مدرن
- ارتباط و تبادل اطلاعات مابین پروسه‌ها
- ماشین‌های مجازی: طراحی و زمان‌بندی
- سیستم‌های موازی و توزیع‌شده
- میان‌افزار و مهاجرت پروسه‌ها
- همروندی با تاکید بر ماشین‌های چندهسته‌ای
- سیستم‌های عامل در ماشین‌های چندهسته‌ای
- ملاحظات سیستم‌عامل در حوزه‌های سیستم‌های نظیر به نظیر، ابر و لبه
- مواجهه با خرابی، بازیابی از خرابی، و امنیت در سطح سیستم‌عامل

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۳۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره
- پروژه: ۳۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. S. Tanenbaum and H. Bos. *Modern Operating Systems*. Pearson, 2015.

[2] A. Silberschatz, P. B. Galvin, and G. Gagne. *Operating System Concepts*. 10th Edition, Wiley, 2018.

[3] M. van Steen and A.S. Tanenbaum. *Distributed Systems*. 4th Edition, distributed-systems.net, 2023.

[4] D. R. Engler, M. F. Kaashoek, and J. O'Toole. *Exokernel: An Operating System Architecture for Application-Level Resource Management*. Proceedings of the 15th ACM Symposium on Operating System Principles, Dec. 1995.

[5] Z. Shen, Z. Sun, G. E. Sela, E. Bagdasaryan, C. Delimitrou, R. V. Renesse, and H. Weatherspoon. *X-Containers: Breaking Down Barriers to Improve Performance and Isolation of Cloud-Native Containers*. In Proceedings of the 24th International Conference on Architectural Support for Programming Languages and Operating Systems (ASPLOS '19), April 2019.

عنوان درس به فارسی:	سامانه‌های تصمیم‌یار		
عنوان درس به انگلیسی:	Decision Support Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف اصلی این درس آشنایی با مفهوم تصمیم‌سازی و ارتباط آن با دانش و استفاده از ابزارهای مختلف برای اکتشاف دانشی است که در داخل داده نهفته است و می‌تواند ارتباط مستقیمی با تصمیم‌سازی داشته باشد. دانشجویان با گام‌های طراحی سامانه‌های تصمیم‌یار یعنی شناسایی ورودی‌های اطلاعاتی، مولفه‌های لازم سامانه و ارتباط میان آن‌ها و هسته‌ی تصمیم‌یاری آشنا خواهند شد.

سرفصل‌ها

- معرفی مفاهیم تصمیم، دانش و داده، و ارتباط تصمیم و دانش در ابعاد مختلف
- دشواری‌های مسئله تصمیم‌سازی در شرایط واقعی یک سازمان، ابعاد مختلف تصمیم‌سازی در یک سازمان و نیازهای متنوع تصمیم‌گیران
- مروری بر رویکردهای تصمیم‌گیری انسان
- تعاریف، کاربردها، اجزا، معماری و انواع سامانه‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری، و فرایند طراحی و توسعه این سامانه‌ها
- معرفی Data warehouse و کاربرد آن در توسعه DSS
- اصول داده‌کاوی و یادگیری ماشین در پشتیبانی تصمیم‌گیری
- سامانه‌های خبره معمولی و فازی پشتیبانی تصمیم‌گیری
- تصمیم‌یاری چندمعیاره / گروهی / سازمانی
- تصمیم‌یاری به کمک مدیریت دانش
- سیستم‌های توصیه‌گر
- معیارهای ارزیابی و انتخاب سیستم‌های پشتیبان تصمیم
- داشبوردهای مدیریتی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تکالیف و پروژه: ۶۰ درصد نمره
- امتحان میان‌ترم: ۲۰ درصد نمره
- امتحان پایان‌ترم: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] S. Bandyopadhyay. *Decision Support System: Tools and Techniques*. CRC press, 2023.

[2] C. L. Meador and D. N. Ness. *A Case Study of the Use of a Decision Support System*. Legare Street Press, 2023.

[3] H. Wadi. *A Practical Guide to Decision Support System With Analytic Hierarchy Process Method Using Python GUI & MySQL, Case Study: Determining Scholarship Recipients*. Turida publisher, 2023.

[4] S. Liu, P. Zaraté, D. Kamissoko, I. Linden, and J. Papathanasiou. *Decision Support Systems XIII*. LNBIP 474, Springer, 2023.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های چندعاملی		
عنوان درس به انگلیسی:	Multi-Agent Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با مفاهیم و اصول طراحی سامانه‌های چندعاملی و مکانیزم‌های متداول در این حوزه برای درک عامل‌ها از یک‌دیگر و چگونگی ارتباط و همکاری عامل‌ها باهم در چنین سامانه‌هایی است. همچنین، مطالعه الگوریتم‌ها و رویکردهای برنامه‌ریزی و تخصیص وظیفه چندعاملی و هوش جمعی از اهداف این درس است.

سرفصل‌ها

- مقدمه: معرفی عامل و خودمختاری؛ سیستم‌های چندعاملی تعاونی و رقابتی؛ سیستم‌های توزیع‌شده، متمرکز و غیرمتمرکز
- برقراری ارتباط: کنش گفتاری، زبان‌های ارتباطی میان عامل‌ها (KQML، FIPA-ACL، JADE و غیره)
- همکاری بین عامل‌ها: حل مسئله تعاونی توزیع‌شده، اشتراک‌گذاری وظیفه و نتیجه، مدیریت ناسازگاری‌ها، روش‌های ایجاد هماهنگی، برنامه‌ریزی چندعاملی
- تعامل چندعاملی: سودمندی و اولویت، مفهوم و ویژگی‌های راه‌حل، تعامل تعاونی و رقابتی و جمع-صفر، شکل‌گیری همکاری: دوراهی زندانی، و غیره
- تصمیم‌گیری گروهی: توابع رفاه و انتخاب اجتماعی، فرایند رای‌گیری، خواص مطلوب رای‌گیری، استراتژی دستکاری راهبردی، مذاکره
- تشکیل ائتلاف: بازی‌های تعاونی، چالش‌های محاسباتی و بازنمایی، بازنمایی ماژولار، بازنمایی بازی‌های ساده، بازی‌های ائتلافی هدف‌دار، ایجاد ساختار ائتلاف
- تخصیص منابع: طبقه‌بندی انواع مزایده، مزایده برای یک منبع، مزایده‌های ترکیبی، تعیین برنده
- یادگیری تقویتی چندعاملی (MARL) در بازی‌ها: فرایند عمومی یادگیری، انواع همگرایی، چالش‌ها و انواع الگوریتم‌های عامل
- الگوریتم‌های پایه MARL: یادگیری عمل مشترک (یادگیری Q کمینه-بیشینه، یادگیری Q نش، یادگیری Q همبسته)، مدل‌سازی عامل، یادگیری مبتنی بر سیاست
- اشاره مختصری بر روش‌های مبتنی بر یادگیری عمیق در MARL

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. Wooldridge. *An Introduction to MultiAgent Systems*. 2nd Edition, 2009.

[2] S. V. Albrecht, F. Christianos, and L. Schäfer. *Multi-Agent Reinforcement Learning: Foundations and Modern Approaches*. MIT Press, 2024.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های خودتطبیق و خودسازمانده		
عنوان درس به انگلیسی:	Self-Adaptive and Self-Organizing Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		☑ نظری ☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	–		☐ عملی ☐ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳		☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی

هدف کلی

موضوع این درس آشنایی با چالش پیچیدگی سامانه‌های بزرگ و چالش‌های نگهداری این سیستم‌ها با توجه به تغییرات پیوسته نیازمندی‌های کسب‌وکار و فناوری‌های نوین و ضرورت استفاده از شیوه‌های خودکار اعمال تغییرات در این سیستم‌ها است. در این راستا دانشجویان با مفاهیم خودتطبیقی و رایانش خودمختار در دو بخش سامانه‌های متمرکز و سامانه‌های توزیع‌شده آشنا می‌شوند و مهارت‌های تحلیل، طراحی و توسعه سامانه‌های خودتطبیق متمرکز یا توزیع‌شده را در قالب عامل‌های هوشمند فرا می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- پیچیدگی در سیستم‌های مقیاس بزرگ و ضرورت خودتطبیقی
- تئوری کنترل و چرخه‌های کنترل بازخورد
- رایانش خودمختار (اتونومیک)
- سامانه خودتطبیق و خصیصه‌های خود-*
- معرفی چرخه خودتطبیق MAPE-K و مولفه‌های آن
- سامانه‌های خودسازماندهی در محیط توزیع‌شده
- رویکردهای مهندسی نرم‌افزار برای سامانه‌های خودتطبیق
- خودتطبیقی در اینترنت اشیاء

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون میان ترم و پایان ترم: ۶۰ درصد نمره
- پروژه تحقیقاتی و عملی: ۴۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Weyns. *An Introduction to Self-adaptive Systems: A Contemporary Software Engineering Perspective*. Wiley, 2021.

[2] S. P. Singh et al. (Ed.). *Smart Computing and Self-adaptive Systems*. CRC Press, 2022.

[3] P. Lalanda, J. A. McCann, and A. Diaconescu. *Autonomic Computing, Principles, Design and Implementation*. Springer, 2013.

[4] B. H. C. Cheng et al.. *Software Engineering for Self-Adaptive Systems*. Springer, LNCS, 2017.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های نرم‌افزاری اتکاپذیر		
عنوان درس به انگلیسی:	Dependable Software Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف درس آشنایی با مفهوم اتکاپذیری به عنوان یک نیازمندی کیفی بسیار مهم در تمام اجزای یک سیستم نرم‌افزاری، روش‌های ساخت سیستم‌های نرم‌افزاری اتکاپذیر و روش‌های اطمینان از اتکاپذیر بودن یک سیستم نرم‌افزاری است. در این درس دانشجویان آشنایی نسبتاً عمیقی با انواع عیوب در سیستم‌های نرم‌افزاری پیدا خواهند کرد و روش‌های اصولی تشخیص، ارزیابی، تحمل و ترمیم اشکال در سیستم‌های نرم‌افزاری را فراخواهند گرفت.

سرفصل‌ها

- چالش‌های مهندسی نرم‌افزار در ارتباط با اتکاپذیری
- معرفی واژگان مرتبط با اتکاپذیری، تاب‌آوری، امنیت و کارایی
- روش‌های افزونگی و گوناگونی در سیستم‌ها و نرم‌افزارها
- مدل‌سازی اتکاپذیری نرم‌افزار
- تحلیل قابلیت اطمینان نرم‌افزار
- پیری و بازجوان‌سازی نرم‌افزار
- روش نقطه وارسی و تحلیل‌های مربوط
- تحلیل درخت خرابی نرم‌افزار
- نرم‌افزارهای بحرانی-ایمنی و نهفته بیدرنگ
- استانداردهای تضمین کیفیت نرم‌افزار در دامنه کاربردی خاص نظیر خودرو

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره
- پروژه: ۲۰ درصد نمره

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

منابع علمی پیشنهادی

[1] F. J. Furrer. *Safety and Security of Cyber-Physical Systems: Engineering Dependable Software using Principle-based Development*. Springer Vieweg, 2022.

[2] S. Bernardi, J. Merseguer, and D. C. Petriu. *Model-Driven Dependability Assessment of Software Systems*. Springer, 2013.

[3] C. Hobbs. *Embedded Software Development for Safety-Critical Systems*. 2nd Edition, CRC Press, 2020.

[4] I. Koren and C.M. Krishna. *Fault-Tolerant Systems*. 1st Edition, Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier, 2007.

[5] H. Pham. *System Software Reliability*. Springer-Verlag, 2006.

عنوان درس به فارسی:	یادگیری عمیق		
عنوان درس به انگلیسی:	Deep Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با مفاهیم و اصول رایانش عصبی و کاربرد این رویکرد در حل انواع مسائل است. این درس علاوه بر آموزش مفاهیم اصلی رایانش عصبی، بر روی شبکه‌های عمیق و جدیدترین یافته‌ها در این زمینه تمرکز خواهد کرد.

سرفصل‌ها

- معرفی رایانش عصبی: تعریف و انگیزه، تاریخچه، روش‌های پیاده‌سازی، کاربردها
- شبکه‌های جلورو: گراف شبکه، واحدهای پردازشگر پرسپترون و آدالین، شبکه‌های چندلایه، قدرت حفظ و تعمیم
- شبکه‌های جلورو: قانون پس‌انتشار خطا، روش‌های مختلف آموزش شبکه، کاربرد در پیش‌بینی سری‌های زمانی
- یادگیری رقابتی و نقشه ویژگی خودسازمانده، نقشه‌های ویژگی خودسازمانده متکامل شونده
- شبکه پیچشی و توسعه‌های آن، شبکه باقیمانده‌ای، شبکه متراکم
- شبکه‌های خودکدگذار: شبکه‌های خودکدگذار پایه، تنظیم شده، تنک، نویزگیر، نویزگیر پشته‌ای و انقباضی
- مدل‌های مولد: شبکه خودکدگذار تغییراتی، شبکه مولد تقابلی، مدلهای پخشی
- شبکه‌های بازرخدادی: واحد بازرخدادی معمولی، حافظه کوتاه-مدت بلند، واحد بازرخدادی دروازه‌دار
- شبکه‌های بازرخدادی: معماری‌ها، شبکه‌های المن، جردن، بازگشتی کامل، کاربرد در پیش‌بینی سری‌های زمانی
- ماشین بولتزمن و توسعه‌های آن: ماشین بولتزمن، ماشین بولتزمن محدود، شبکه‌های باور عمیق
- مکانیزم توجه: انواع توجه، مدل ترانسفورمر، برت، جی-پی-تی
- یادگیری تقویتی عمیق: معرفی یادگیری تقویتی، شبکه‌های عصبی عمیق در یادگیری تقویتی، کاربردهای نمونه

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمر ین‌ها و پروژه‌ها: ۵۰ درصد نمره
- گزارش مطالعاتی: ۲۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۳۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville. *Deep Learning*. MIT Press, 2016.

[2] A. Zhang, Z. C. Lipton, M. Li and A. J. Smola. *Dive into Deep Learning*. 2021.

[3] S. Samarasinghe. *Neural Networks for Applied Sciences and Engineering*. Taylor & Francis, 2006.

[4] S. Haykin. *Neural Networks and Learning Machines*. Prentice-Hall, 2009.

عنوان درس به فارسی:	متدولوژی‌های ایجاد نرم‌افزار		
عنوان درس به انگلیسی:	Software Development Methodologies		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس، آشنا کردن دانشجویان با متدولوژی‌های ایجاد نرم‌افزار و مفاهیم و اصول مرتبط است. دانشجویان ضمن آشنایی با متدولوژی‌های مطرح، با روش‌های تحلیل و ارزیابی متدولوژی‌ها، الگوها/پادالگوها و متامدل‌های فرایند ایجاد نرم‌افزار، و روش‌های مهندسی متدولوژی آشنا می‌شوند. با توجه به اینکه در حال حاضر مشی شیءگرا در بین متدولوژی‌ها مبنای غالب است، ساختار و محتوای فعلی درس عمدتاً بر متدولوژی‌های شیءگرا تمرکز دارد.

سرفصل‌ها

- تاریخچه تکاملی متدولوژی‌های شیءگرا و معیارهای ارزیابی مربوطه
- معرفی تحلیلی متدولوژی Fusion - بررسی نمودهای بارز مشی شیءگرا
- معرفی اجمالی متدولوژی‌های شاخص نسل‌های اول و دوم - متدولوژی‌های RDD، Booch، OMT، و OOSE
- معرفی تحلیلی متدولوژی‌های نسل سوم - متدولوژی‌های OPM، RUP، USDP، EUP، FOOM، و TSP-PSP
- معرفی تحلیلی متدولوژی‌ها و چارچوب‌های چابک - متدولوژی‌های XP، AUP، Crystal، FDD، DSDM، Scrum، و DAD
- الگوها و پاد الگوهای فرایند ایجاد نرم‌افزار
- متامدل‌های فرایند ایجاد نرم‌افزار
- روش‌های مهندسی متدولوژی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون (آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم): ۶۰ درصد نمره
- تمرین پژوهشی (سه تمرین که در طول نیم‌سال تحویل داده می‌شوند): ۲۵ درصد نمره
- تمرین عملی (یک تمرین مهندسی متدولوژی با ابزار EPFC): ۱۵ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] B. Henderson-Sellers, J. Ralyté, P. J. Agerfalk, and M. Rossi. *Situational Method Engineering*. Springer-Verlag, 2014.

[2] C. Jones. *Software Methodologies: A Quantitative Guide*. 1st Edition, CRC Press, 2022.

[3] R. Ramsin and R. F. Paige. *Process-centered review of object-oriented software development methodologies*. ACM Computing Surveys 40, 1, Article 3, pp. 1-89, 2008.

[4] OMG. *Software and Systems Process Engineering Metamodel Specification (v2.0)*. OMG, 2008.

عنوان درس به فارسی:	معماری سازمانی		
عنوان درس به انگلیسی:	Enterprise Architecture		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف درس اصول و مبانی معماری سازمانی و آشنایی دانشجویان با مفاهیم و مبانی پایه‌ای و کلیدی معماری سازمانی است. در این درس دانشجویان با تاریخچه، چارچوب‌ها، متدولوژی‌های رایج، به‌روش‌ها و رویکردهای لازم برای استفاده و نگهداری معماری سازمانی آشنا خواهند شد.

سرفصل‌ها

- آشنایی با کلیات و مفاهیم حوزه معماری سازمانی
- معرفی اجمالی فرایند تدوین معماری سازمانی
- آشنایی با مبانی برنامه ریزی راهبردی فناوری اطلاعات
- معرفی و تشریح چارچوب‌های معماری سازمانی
- معرفی و تشریح متدولوژی‌های معماری سازمانی
- معرفی معماری سازمانی سرویس گرا
- آشنایی با پیاده‌سازی و نگهداشت معماری سازمانی
- آشنایی با کاربرد ابزارهای معماری سازمانی
- به‌روش‌های پیاده‌سازی و نگهداری معماری سازمانی
- مدل‌های مرجع کسب و کار، کاربرد، اطلاعات، امنیت و زیرساخت
- مدیریت و انتقال معماری سازمانی
- ارزیابی معماری سازمانی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۶۰ درصد نمره
- تکلیف‌های پژوهشی: ۴۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] S. Kotusev. *The Practice of Enterprise Architecture: A Modern Approach to Business and IT Alignment*. 2nd Edition, SK Publishing, 2021.

[2] T. Iyamu. *Enterprise Architecture for Strategic Management of Modern IT Solutions*. 1st Edition, CRC Press, 2022.

[3] M. Lankhorst. *Enterprise Architecture at Work: Modelling, Communication and Analysis*. 4th Edition, Springer Berlin Heidelberg, 2018.

[4] S. Chalmers Musukutwa. *SAP Enterprise Architecture: A Blueprint for Executing Digital Transformation*. 1st Edition, Apress, 2022.

عنوان درس به فارسی:	مهندسی نرم‌افزار پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Software Engineering		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با پارادایم‌های مختلف مورد استفاده در توسعه نرم‌افزار است که شامل متدلوژی‌های مختلف توسعه نرم‌افزار و همچنین رویکردهای مختلف به مدیریت پیچیدگی توسعه نرم‌افزار می‌شود.

سرفصل‌ها

- پیچیدگی‌های توسعه نرم‌افزار
- تکامل متدلوژی‌های توسعه نرم‌افزار
- رویکردهای مدیریت پیچیدگی نرم‌افزار (توسعه نرم‌افزار شیءگرا، رویکرد جنبه‌گرا، مهندسی نرم‌افزار سرویس‌گرا، مهندسی نرم‌افزار مبتنی بر عامل)
- توسعه نرم‌افزار مبتنی بر مدل
- مهندسی خط محصول نرم‌افزار
- روش‌های چابک توسعه نرم‌افزار
- فرهنگ توسعه و عملیات (DevOps)
- روش‌های نیمه‌صوری و صوری در توسعه نرم‌افزار
- مهندسی نرم‌افزار مبتنی بر جستجو

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی شامل تمرینات، پروژه و تحقیق: ۵۰ درصد نمره
- آزمون‌ها: ۵۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Farley. *Modern Software Engineering: Doing What Works to Build Better Software Faster*. Pearson Education, 2021.

[2] V. Gruhn and R. Striemer. *The Essence of Software Engineering*. Springer Cham, 2020.

[3] G. Booch, R. A. Maksimchuk, M. W. Engle, B. j. Young, J. Connallen, and k. A. Houston. *Object-oriented analysis and design with applications*. 3rd Edition, Addison-Wesley Professional, 2008.

[4] K. Pohl, G., Böckle, and F. J. van der Linden. *Software Product Line Engineering: Foundations, Principles and Techniques*. Springer Berlin Heidelberg, 2005.

[5] M. Derek and M. Jones. *Search-Based Software Engineering*. Knowledge Software, Ltd. 2020.

عنوان درس به فارسی:	مهندسی نیازمندی‌ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Requirements Engineering		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

پیاده‌سازی یک سیستم کامپیوتری با شکست مواجه خواهد شد اگر به نیازمندی‌های آن سیستم به درستی پاسخ داده نشود. همراه با گسترش و افزایش پیچیدگی سیستم‌های کامپیوتری، شناسایی دقیق نیازمندی‌های آن‌ها نیز به فرایندی پیچیده تبدیل گردیده است. بنابراین، لازم است تا از روش‌ها و فنونی برای شناسایی، توصیف و مستندسازی، مدل‌سازی، و اعتبارسنجی نیازمندی‌های سیستم‌های کامپیوتری استفاده شود. هدف از این درس، آشناسازی دانشجویان مقاطع تحصیلات تکمیلی با این روش‌ها و فنون است. به طور خاص، مباحثی که در این درس مطرح خواهند شد عبارتند از: (۱) استخراج و شناسایی نیازمندی‌های کارکردی و غیرکارکردی، (۲) سازمان‌دهی و اولویت‌بندی نیازمندی‌ها، (۳) فنون توصیف و مستندسازی نیازمندی‌ها، (۴) فنون مدل‌سازی نیازمندی‌ها، (۵) فنون تحلیل، وارسی، و اعتبارسنجی نیازمندی‌ها.

سرفصل‌ها

- مبانی مهندسی نیازمندی‌ها
- درک دامنه مسئله و استخراج نیازمندی‌ها
- ارزیابی نیازمندی‌ها
- توصیف و مستندسازی نیازمندی‌ها
- تضمین کیفی نیازمندی‌ها
- تکامل نیازمندی‌ها و ردیابی
- مقصودگرایی در مهندسی نیازمندی‌ها
- مدل‌سازی نیازمندی‌ها
- وارسی و اعتبارسنجی نیازمندی‌ها
- مدیریت نیازمندی‌ها

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۶۰ درصد نمره
- تکلیف‌های پژوهشی: ۴۰ درصد نمره



منابع علمی پیشنهادی

[1] P. A. Laplante and M. H. Kassab. *Requirements Engineering for Software and Systems*. 4th Edition, CRC Press, 2022.

[2] A. Lamsweerde. *Requirements Engineering: From System Goals to UML Models to Software Specifications*. Wiley, 2018.

[3] J. Dick, E. Hull, and K. Jackson. *Requirements Engineering*. 4th Edition, Springer International Publishing, 2017.

عنوان درس به فارسی:	نظریه الگوریتمی بازی‌ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Algorithmic Game Theory	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	☑ نظری ☐ پایه	
دروس هم‌نیاز:	–	☐ عملی ☐ تخصصی الزامی	
تعداد واحد:	۳	☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری	
تعداد ساعت:	۴۸	☐ مهارتی	

هدف کلی

نظریه بازی‌ها کاربردهای وسیعی در بسیاری از حوزه‌ها دارد که مهم‌ترین آن‌ها حوزه‌های اقتصادی، کسب‌وکار و علوم اجتماعی است. به‌طور کلی در نظریه بازی‌ها با سیستم‌هایی شامل عامل‌های هوشمند و خودخواه سروکار داریم که هر کدام از آن‌ها بنا به مصالح خویش وضعیت سیستم را تغییر می‌دهند. نظریه بازی‌ها ابزار تحلیل این‌گونه از سیستم‌ها را در اختیار ما قرار می‌دهد و کمک می‌کند تا بتوانیم آن‌ها را به شیوه‌ای درست و منطقی کنترل کنیم.

سرفصل‌ها

- مقدمات و مفاهیم اولیه، انواع بازی‌ها
- محاسبه نقاط تعادل و مسائل مربوطه
- قضیه نش، لم اسپرنر، قضیه بروور و الگوریتم لمکه هاوسون
- مسائل جستجوی تام و کلاس‌های پیچیدگی مرتبط
- گراف بازی و شرایط برد
- بازی‌های بی‌نهایت و تشخص
- اتوماتای درختی
- بازی‌های تصادفی و فرایند تصمیم‌گیری مارکوف
- طراحی مکانیزم الگوریتمی
- انواع مزایده‌ها و مزایده‌های ترکیبیاتی
- دینامیک بازی‌ها
- مسائل یادگیری

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون (۶۰ درصد نمره)
- تمرین (۲۰ درصد نمره)
- سمینار (۲۰ درصد نمره)

منابع علمی پیشنهادی

[1] T. Roughgarden. *Twenty Lectures on Algorithmic Game Theory*. Cambridge University Press, 2016.

[2] K. R. Apt and E. Grädel. *Lectures in game theory for computer scientists*. Cambridge University Press, 2011.

[3] Y. Shoham and K. Leyton-Brown. *Multiagent systems: Algorithmic, game-theoretic, and logical foundations*. Cambridge University Press, 2008.

[4] N. Nisan, T. Roughgarden, E. Tardos, and V. V. Vazirani. *Algorithmic game theory*. Cambridge University Press, 2007.

عنوان درس به فارسی:	نظریه پیچیدگی		
عنوان درس به انگلیسی:	Complexity Theory		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس ارائه مدل‌های پایه برای پیچیدگی محاسبه، مروری بر دستاوردهای اصلی نظریه محاسبه، آشنایی با قضایای اساسی این حوزه، شناخت کلاس‌های پیچیدگی زمانی و فضایی اصلی و همچنین مروری بر به‌کارگیری این نظریه در شاخه‌های جدیدتر نظریه محاسبات مانند محاسبات موازی، محاسبات تصادفی، محاسبات کوانتومی و روش‌های رمزنگاری است.

سرفصل‌ها

- مروری بر نظریه ماشین‌های تورینگ
- زبان‌های بازگشتی و به‌طور بازگشتی شمارا
- مروری بر مسائل تصمیم‌ناپذیر
- مروری بر منطق گزاره‌ها و منطق مرتبه‌اول
- تعریف کلاس‌های پیچیدگی زمانی و فضایی
- تعریف کاهش و قضیه کوک-لوین و مسائل NP-Complete
- رده‌های coNP و PSPACE-Complete و مسائل مهم آن‌ها
- رده‌های پیچیدگی الگوریتم‌های تصادفی
- الگوریتم‌های موازی، ساختار درونی کلاس P
- رده‌های پیچیدگی الگوریتم‌های تقریبی و کران‌های تقریب‌ناپذیری
- ارتباط نظریه‌های پیچیدگی و رمزنگاری، اثبات تعاملی
- نظریه پیچیدگی محاسبات کوانتومی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون: آزمون‌های میان‌ترم (۲۵ درصد نمره) و پایان‌ترم (۴۰ درصد نمره)
- تمرین: چند سری تمرین بر اساس متون معرفی شده (۲۰ درصد نمره)
- گزارش پژوهشی: ارائه مقاله‌ای در موضوعات مرتبط که مستلزم مطالعه چند مقاله به‌روز باشد. (۱۵ درصد نمره)

منابع علمی پیشنهادی

[1] C.H. Papadimitriou. *Computational Complexity*. Addison-Wesley, 1994.

[2] S. Arora and B. Barak. *Computational Complexity: A Modern Approach*. Cambridge University Press, 2009.

[3] D.Z. Du and K.I. Ko. *Theory of Computational Complexity*. Wiley, 2000.

[4] I. Wegener. *Complexity Theory: Exploring the Limits of Efficient Algorithms*. Springer, 2005.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

عنوان درس به فارسی:	نظریه الگوریتمی گراف‌ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Algorithmic Graph Theory		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با مباحث پیشرفته در نظریه‌ی گراف‌ها است. در این درس دانشجویان ضمن آشنایی با رده‌های مهمی از گراف‌ها نظیر گراف‌های تام، گراف‌های مسطح و گراف‌های وتری، با روش‌های طراحی الگوریتم‌های کارا برای این دسته از گراف‌ها آشنا می‌شوند.

سرفصل‌ها

- تعاریف و مفاهیم اولیه
- گراف‌های بازه‌ای
- گراف‌های وتری و الگوریتم‌های تشخیص
- گراف‌های مقایسه‌پذیری
- گراف‌های تام
- درخت‌ها و عرض درختی
- گراف‌های مسطح
- مسائل روی گراف‌های مسطح
- جداسازها
- گراف‌های مثلث‌بندی‌شده
- نظریه طیفی گراف‌ها

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌های نظری: ۲۵ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۵ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. C. Golumbic. *Algorithmic Graph Theory and Perfect Graphs*. 2nd Edition, Elsevier, 2004.

[2] G. Chartrand and O. R. Oellermann. A*pplied and Algorithmic Graph Theory*. McGraw-Hill, 1993.

[3] T. Nishizeki and N. Chiba. *Planar Graphs: Theory and Algorithms*. Dover Publications, 1988.

[4] D. B. West. *Introduction to Graph Theory*. 2nd Edition, Pearson Education, 2001.

عنوان درس به فارسی:	وب معنایی		
عنوان درس به انگلیسی:	Semantic Web		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از درس افزایش هوشمندی ماشینی به منظور کاهش سربار پردازشی عامل‌های انسانی در سیستم‌های هوشمند است که این امر با هستان‌شناسی فضای وب تحقق می‌یابد. دانشجویان در این درس با سطوح و لایه‌های مختلف معنایی، امکانات زبانی و منطقی موجود در هر لایه، مسائل کاربردی و مهندسی مرتبط با لایه هستان شناسی و نحوه ایجاد هستان‌شانی، هم‌ترازی و نگاشت هستان‌شناسی‌ها آشنا خواهند شد.

سرفصل‌ها

- چارچوب توصیف منابع (RDF) و طرح RDF
- نمایش اطلاعات، تبادل دانش در وب و کاربردهای RDF
- زبان‌های پرس‌وجو و استنتاج RDF (مانند SPARQL و غیره)
- زبان هستان‌شناسی وب (OWL)، انتشار و به اشتراک‌گذاری هستان‌شناسی‌ها
- مدیریت دانش، مدیریت دارایی‌ها، ادغام سازمانی و عامل‌های خودکار
- هستان‌شناسی‌های مشترک موجود (مانند FOAF، DC، SKOS و غیره)
- فراداده و اصل داده
- تصویر کلی گسترده‌تر در مسائل اعتماد داده و اثبات، قوانین کامپیوتری و مسائل حرفه‌ای
- وب ۳.۰: وب معنایی؛ معماری شناختی؛ استدلال خودکار؛ محاسبات توزیع‌شده؛ برنامه‌های ترکیبی؛ ویکی‌های معنایی و غیره.

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون میان‌ترم: ۲۰ درصد نمره
- آزمون پایان‌ترم: ۲۵ درصد نمره
- تمرین‌های عملی شامل پیاده سازی و مطالعه موردی: ۲۵ درصد نمره
- پروژه تحقیقاتی پایانی: ۱۵ درصد نمره
- پروژه عملی پایانی: ۱۵ درصد نمره
- شرکت فعال در جلسات مقاله خوانی: ۱۰ درصد امتیازی



منابع علمی پیشنهادی

[1] A. Patel, N. C. Debnath, and B. Bhushan. *Semantic Web Technologies: Research and Applications*. CRC Press, 2022.

[2] D. Allemang, J. Hendler, and F. Gandon. *Semantic Web for the Working Ontologist: Effective Modeling for Linked Data, RDFS, and OWL*. 3rd Edition, ACM books, 2020.

[3] G. Antoniou, P. Groth, F. van Harmelen, and R. Hoekstra. *A Semantic Web Primer*. 3rd Edition, MIT Press, 2012.

[4] A. Patel and S. Jain. *Present and future of semantic web technologies: a research statement*. International Journal of Computers and Applications, 43(5), 413-422, 2021.

عنوان درس به فارسی:	یادگیری ماشین کاربردی		
عنوان درس به انگلیسی:	Applied Machine Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

امروزه یادگیری ماشین در حوزه‌های مختلف علوم و مهندسی کاربرد فراوان یافته است. هدف این درس آشنایی دانشجویان رشته‌های مختلف مهندسی با یادگیری ماشین به صورت کاربردی است. در این درس الگوریتم‌های مختلفی که قادر به یادگیری از داده‌ها و تجربیات هستند، مورد بررسی قرار گرفته و مثال‌ها و پروژه‌های کاربردی در هر زمینه مطرح می‌شود.

سرفصل‌ها

- مقدمه: مروری بر رویکردهای مختلف یادگیری و کاربردها
- آشنایی با داده‌ها: پیش‌پردازش، معیارهای فاصله و مصورسازی
- انتخاب و استخراج ویژگی‌ها
- کاهش ابعاد تحلیل مولفه اصلی
- رگرسیون: خطی، غیرخطی و چند متغیره
- دسته‌بندی: نزدیک‌ترین k همسایه، درخت تصمیم، بیز ساده، رگرسیون لجستیکی، ماشین بردار پشتیبان
- ارزیابی و تنظیم کردن مدل‌ها: اعتبارسنجی متقابل و انتخاب مدل
- خوشه‌بندی: روش‌های مبتنی بر افراز، سلسله مراتبی، مبتنی بر چگالی
- روش‌های تجمعی: بگینگ، بوستینگ و استکینگ
- شبکه‌های عصبی
- یادگیری تقویتی
- الگوریتم‌های ژنتیک و سیستم‌های فازی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۴۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] K. Murphy. *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. MIT Press, 2013.

[2] E. Alpaydin. *Introduction to Machine Learning*. MIT Press, 2011.

[3] T. Mitchell. *Machine Learning*. McGraw Hill, 1997.

[4] R. S. Sutton and A. G. Barto. *Reinforcement Learning: An Introduction*. MIT Press, 2018.

عنوان درس به فارسی:	روش‌های بهینه‌سازی		
عنوان درس به انگلیسی:	Optimization Methods		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، مروری بر روشهای بهینه‌سازی ریاضی برای مدل‌سازی و حل مسائل مطرح در حوزه شبکه‌های کامپیوتری و ارتباطات بی سیم (به ویژه مسائل تخصیص منابع) است. تأکید اصلی بر **بهینه‌سازی محدب** می‌باشد که زیرشاخه‌ای از بهینه‌سازی است و به مطالعه مسئله بهینه‌سازی توابع محدب روی مجموعه‌های محدب می‌پردازد. محدب بودن، بهینه‌سازی را نسبت به حالت کلی آسان‌تر می‌کند، زیرا در این حالت، بهینه محلی الزاماً با بهینه سراسری تطابق دارد و شرایط مرتبه اول برای بهینگی، شرایط کافی محسوب می‌شوند. توجه ویژه‌ای به تکنیک‌های کشف محدب بودن پنهان مسائل از طریق دستکاری‌های مناسب و نیز توصیف مناسب راه‌حل به صورت تحلیلی یا الگوریتمی خواهد شد.

سرفصل‌ها

- مقدمه، مبانی و مفاهیم پایه تخصیص منابع (سودمندی، کارایی مهندسی، کارایی اقتصادی، بهینگی پرتو، انصاف و انواع آن)
- مجموعه‌ها و توابع محدب، توابع شبه محدب، توابع لاگ محدب و لاگ مقعر
- اشکال کانونی مسائل بهینه‌سازی (خطی، مربعی، نیمه معین، مخروطی مرتبه دوم، مخروطی، مثال‌های شبکه‌ای: تخصیص توان max-min fair)
- نزول گرادیان، اثبات همگرایی و الگوریتم‌های مرتبط (روش‌های بهینه‌سازی تکرارشونده قطعی و تصادفی)
- ساب گرادیان و ساب دیفرانسیل
- نظریه دوگانی و شرایط کاروش-کون-توکر (KKT) (شرایط بهینگی) (مثال‌های شبکه‌ای: الگوریتم آبیاری برای تخصیص توان)
- توابع مزدوج، تجزیه مسائل محدب، الگوریتم‌های صعود دوگان، یگان-دوگان، ADMM.
- بهینه‌سازی توزیع‌شده
- مقدمه‌ای بر بهینه‌سازی غیرمحدّب
- مقدمه‌ای بر مکانیزم‌های قیمت‌گذاری برای تخصیص منابع در شبکه (طراحی بازار و بهینه‌سازی)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۶۰ درصد نمره
- پروژه: ۲۰ درصد نمره



منابع علمی پیشنهادی

[1] R. Srikant and L. Ying. *Communication Networks: An Optimization, Control, and Stochastic Networks Perspective*. Cambridge University Press, 2013.

[2] S. P. Boyd and V. Lieven. *Convex Optimization*. Cambridge University Press, 2004.

[3] R. A. Berry and R. Johari. *Economic Modeling in Networking: A Primer*. Foundations and Trends in Networking, Vol. 6, No. 3, pp. 165-286, 2013.

[4] S. Shakkottai and R. Srikant. *Network Optimization and Control*. Foundations and Trends in Networking, Vol. 2, No. 3, pp 271-379, 2008.

[5] M. J. Neely. *Stochastic Network Optimization with Application to Communication and Queueing Systems*. Synthesis Lectures on Communication Networks, Morgan & Claypool Publishers, 2010.

عنوان درس به فارسی:	امنیت و حریم خصوصی داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Data Security and Privacy		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

این درس دربرگیرنده موضوعات مربوط به امنیت و حریم خصوصی داده است. برای این منظور، مدل‌ها و معماری رابطه‌ای امن و نیز رویه‌های صحت و محرمانگی اطلاعات در پایگاه‌های داده بیان می‌شوند. همچنین، چالش‌های جدید مانند استنتاج داده، حریم خصوصی داده، و راه‌کارهای مربوط به آن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: مقدمه‌ای بر پایگاه‌های داده، نیازها و مکانیزمهای امنیت داده، انواع مدل‌های امنیتی
- کنترل دسترسی اختیاری داده‌ها: روش‌های پایه ماتریسی، کنترل دسترسی Take-Grant، مدل اعطای اختیار در System R و گسترش آن،
- کنترل دسترسی در پایگاه‌داده‌های جدید: شیءگرا (مدل ORION)، XML و NoSQL
- کنترل دسترسی اجباری پایگاه داده‌ها: مدل رابطه‌ای امن چندسطحی، مدل جاجودیا- سندهو
- مدل‌های کنترل دسترسی نقش-مبنا و مدیریت آن‌ها: انواع مدل‌های نقش-مبنا، مدل مدیریت کنترل دسترسی نقش-مبنا
- پایگاه‌های داده آماری و مسئله استنتاج داده: انواع استنتاج، مدل، انواع حملات استنتاج و روشهای مقابله (مفهومی، محدودساز، اعوجاج گرا)
- حریم خصوصی: تعریف و ماهیت، انواع، اصول، پایگاه داده بقراطی
- مدل‌های گمنامی برای حریم خصوصی: حملات استنتاج در انتشار داده (مدل گمنامی مرتبه k، حملات به مدل گمنامی مرتبه k، مدل گمنامی تنوع مرتبه L، حریم خصوصی تفاضلی
- حریم خصوصی در شبکه‌های اجتماعی و سرویس‌های مکان محور
- طراحی پایگاه داده امن: معماری‌های DBMS امن، مکانیزم‌ها و مدل‌های صحت
- امنیت در محصولات تجاری

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره



منابع علمی پیشنهادی

[1] M. G. Fugini, S. Castano, and G. Martella. *Database Security*. ACM Press, 1994.

[2] M. Gertz, S. Jajodia. *Handbook of Database Security: Applications and Trends*. Springer, 2007.

[3] M. Abrams, S. Jajodia, H. Podell. *Information Security: An Integrated Collection of Essays*. IEEE Computer Society Press, 1995.

[4] D. Denning. *Cryptography and Data Security*. Addison-Wesley, 1982.

[5] E. Bertino, G. Ghinita and A. Kamra. *Access Control for Databases: Concepts and Systems*. Foundations and Trends in Databases: Vol. 3: No. 1-2, pp 1-148, 2011.

عنوان درس به فارسی:	توسعه امن نرم‌افزار		
عنوان درس به انگلیسی:	Secure Software Development		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

این درس دانشجویان را با چالش‌های اصلی در طراحی و پیاده سازی سیستم‌های نرم‌افزاری و برنامه‌های کاربردی امن آشنا می‌سازد. اهمیت امنیت، انواع آسیب پذیری‌های نرم‌افزار، و چگونگی بهره بردن مهاجمان از آسیب پذیری‌ها از موضوعاتی هستند که در این درس مطرح می‌شوند. همچنین، دانشجویان می‌آموزند چگونه می‌توان به صورت روشمند با تلفیق امنیت و چرخه حیات توسعه نرم‌افزار با حمله‌ها مقابله کرد. برای این کار، لازم است دانشجویان تحلیل نیازمندی‌های امنیتی، مدلسازی تهدید، مدیریت مخاطرات امنیتی، برنامه نویسی امن، و نیز بازبینی و آزمون امنیتی را فراگیرند. همچنین، دانشجویان با برخی از ابزارهای موجود برای توسعه امن نرم‌افزار آشنا می‌شوند

سرفصل‌ها

- امنیت نرم‌افزار: مسائل امنیتی در نرم‌افزار، ویژگیهای امنیتی، آسیب پذیری و حمله‌ها
- استانداردهای امنیتی
- چرخه حیات توسعه امنیتی: تحلیل نیازمندیهای امنیتی، مدلسازی تهدید و تحلیل مخاطرات، طراحی امنیتی، برنامه نویسی امن، بازبینی امنیتی، تولید سیستم قابل اجرا، آزمون امنیتی، استقرار امن، ترمیم‌های امنیتی
- آزمون امنیتی: ارزیابی آسیب پذیری، طرح‌های آزمون امنیتی، ابزارهای پوشش کد، موارد آزمون امنیتی
- روشهای آزمون: آزمون نفوذ، آزمون فاز، تزریق خرابی
- امنیت مبتنی بر زبان
- امنیت در برنامه‌های تحت وب
- امنیت در برنامه‌های کاربردی موبایل

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. K. Talukder, and M. Chaitanya. *Architecting Secure Software Systems*. CRC Press, 2009.

[2] G. McGraw. *Software Security: Building Security In*. Addison-Wesley, 2006.

[3] M. Dowd, J. McDonald, and J. Schuh. *The Art of Software Security Assessment: Identifying and Preventing Software Vulnerabilities*. Addison-Wesley, 2006.

[4] M. Howard, D. LeBlanc, J. Viega. //24 Deadly Sins of Software Security: Programming

[5] M. S. Merkow, and L. Raghavan. *Secure and Resilient Software Development*. CRC Press, 2010.

عنوان درس به فارسی:	تحلیل و اشکال‌زدایی برنامه‌ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Program Analysis and Debugging		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی با روش‌های اطمینان از صحت و بهبود کیفیت برنامه‌های رایانه‌ای از طریق روش‌های خودکار کشف و ترمیم خطا با توجه ویژه به رویکردهای مبتنی بر یادگیری ماشین است.

سرفصل‌ها

- بررسی رویکردهای اصلی به اشکال‌زدایی
- مروری بر روش‌های تحلیل ایستا نرم‌افزار
- مروری بر روش‌های تحلیل پویای نرم‌افزار
- مروری بر فنون یادگیری ماشین مورد استفاده در اشکال‌زدایی
- پیش‌بینی خرابی نرم‌افزار (defect prediction)
- روش‌های جداسازی خطا (fault isolation)
- رویکردهای مکان‌یابی خطا (fault localization)
- ترمیم خودکار برنامه‌ها (program repair)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون میان‌ترم: ۳۰ درصدنمره
- آزمون پایان‌ترم: ۵۰ درصد نمره
- تکالیف و پروژه: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] X. Jing, H. Chen, and B. Xu. *Intelligent Software Defect Prediction*. Springer Nature, 2024.

[2] Q. Zhang, et al. *A Survey of Learning-based Automated Program Repair*. ACM Transactions on Software Engineering and Methodology, 33 (2), Article 55, pp. 1-69, 2023.

[3] L. Gazzola, D. Micucci, and L. Mariani. *Automatic Software Repair: A Survey*. IEEE Transactions on Software Engineering, vol. 45, pp. 34-67, 2019.

[4] A. Zeller. *Why Programs Fail: A Guide to Systematic Debugging*. 2nd Edition, Morgan Kaufman, 2009.

[5] C. S. Păsăreanu. *Symbolic Execution and Quantitative Reasoning: Applications to Software Safety and Security*. Morgan & Claypool Publishers, 2020.

عنوان درس به فارسی:	موتور جستجو و وب‌کاوی		
عنوان درس به انگلیسی:	Search Engines and Web Mining		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با ویژگی‌های آماری متن، ارائه‌ی اسناد، نیازمندی‌های اسناد و مدل‌های بازیابی و ارزیابی تجربی است. دانشجویان در این درس ضمن پیاده‌سازی الگوریتم‌های بازیابی و آزمایش آن‌ها روی مجموعه داده‌های استاندارد، با استفاده از تکنیک‌های بازیابی اطلاعات برای حل مسائل واقعی صنعت آشنا می‌شوند.

سرفصل‌ها

- مؤلفه‌های وب
- مبانی بازیابی اطلاعات
- شاخص‌گذاری
- پرس‌وجو
- معماری موتورهای جستجو
- خزشگر
- ارزیابی
- تحلیل پیوند
- اصول کاوش وب
- کاوش ساختار وب
- کاوش کاربردی وب
- کاوش محتوای وب
- سیستم‌های توصیه‌گر

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] C. D. Manning, P. Raghavan, and H. Schutze. *Introduction to Information Retrieval*. Cambridge University Press, 2008.

[2] S. Buttcher, C. L. A. Clarke, and G. V. Cormack. *Information Retrieval: Implementing and Evaluating Search Engines*. Mit Pr, 2010.

عنوان درس به فارسی:	رایانش جمعی		
عنوان درس به انگلیسی:	Crowd Computing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مبحث رایانش جمعی است که به جمع‌آوری، بازنمایی، پردازش، استفاده و توزیع اطلاعاتی که در نهادهای اجتماعی مانند تیم‌ها، انجمن‌ها، سازمان‌ها و بازار پخش شده است، می‌پردازد. امروزه ابزارهای رایانه‌ای متعدد و متنوعی (مانند وب، ایمیل، فروم‌ها، ویکی‌ها، وبلاگ‌ها، میکروبلاگ‌ها، بازی‌های جمعی، سامانه‌های توصیه گر، رسانه‌ها و شبکه‌های اجتماعی، پیام رسان‌ها، و ...) برای تسهیل یا ارتقای ارتباطات اجتماعی مبتنی بر فناوری‌های ارتباطات و فناوری اطلاعات در دسترس کاربران قرار گرفته است. در این درس دانشجویان با اصول حاکم بر این ابزارها و انواع آن‌ها آشنا شده و یاد می‌گیرند ابزارهای جدیدی را بر اساس این اصول طراحی و پیاده‌سازی نمایند. محاسبات اجتماعی از حوزه‌های مختلفی مانند علوم شناختی، مهندسی نرم‌افزار، هوش مصنوعی، جامعه‌شناسی، انسان‌شناسی، روان‌شناسی و رفتار سازمانی نشأت می‌گیرد.

سرفصل‌ها

- مقدمه: همکاری آنلاین، آگاهی، هماهنگی
- داده کاوی و تحلیل اجتماعی بویژه تحلیل داده‌های رسانه‌ها و شبکه‌های اجتماعی
- روش‌های تحقیق و طراحی تعامل
- موبایل و محاسبات شهری
- آزمایش آنلاین (آزمون A/B)
- بازی‌های جمعی و جوامع مجازی
- جمع سپاری (Crowd Sourcing)، محاسبات انسانی، بازار پیش بینی
- نوآوری جمعی (Collective Invention) و توزیع‌شده، نوآوری باز
- سیستم‌های تولید مشارکتی بویژه سیستم‌های مدیریت محتوا و نرم‌افزارهای متن باز
- حریم خصوصی و اخلاق

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون‌های کوتاه در پایان هر مبحث درس: ۱۰ درصد نمره
- تمرین‌های درسی به صورت مطالعه و مرور مقالات، تمرین برنامه‌نویسی، یادگیری استفاده از نرم‌افزارهای خاص، تحلیل داده و نظایر آن: ۳۰ درصد نمره
- ارائه: یک سمینار برای هر دانشجو در مورد مباحث عمیق‌تر و پیشرفته درس: ۱۰ درصد نمره
- پروژه نهایی به صورت تیم‌های ۴-۲ نفره: ۲۰ درصد نمره

- امتحان نهایی: ۳۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] S. Dasgupta. *Social Computing: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*. 1st Edition, published by Information Science Reference, November 30, 2009.

[2] P. Zaphiris and C. Siang Ang. *Social Computing and Virtual Communities*. Chapman & Hall, June 7, 2017.

[3] A. Coman and S. Vasilache. *Social Computing and Social Media*. 15th International Conference, SCSM 2023, Held as Part of the 25th HCI International Conference, HCII 2023, Copenhagen, (Lecture Notes in Computer Science Book 14026), Jul 8, 2023.

[4] H. Takada, D. Moritz Marutschke, et al.. *Collaboration Technologies and Social Computing*. 29th International Conference, CollabTech 2023, Osaka, Japan, August 29-Sept 1, 2023, Proceedings (Lecture Notes in Computer Science), Aug 23, 2023.

[5] S. De, S. Dey, S. Bhattacharyya, and S. Bhatia. *Advanced Data Mining Tools and Methods for Social Computing*. Hybrid Computational Intelligence for Pattern Analysis and Understanding, Academic Press, Jan 14, 2022.

عنوان درس به فارسی:	بازمهندسی فرایندهای کسب‌وکار		
عنوان درس به انگلیسی:	Business Process Reengineering		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مفاهیم و ابزارهای بازمهندسی، نقش و اهمیت بازمهندسی در سازمان‌ها، آشنایی با روش‌ها و ابزارهای متداول برای مدلسازی فرایندهای سازمان و آشنایی و ارتباط فرایندهای سازمانی با معماری سازمانی است. در انتهای این درس دانشجویان قادر خواهند بود تا فرایندهای مختلف سازمان‌ها را بشناسند، تحلیل کنند و آن‌ها را مجدداً طراحی نمایند تا به اهداف بازمهندسی مانند افزایش کارایی و اثربخشی سازمان‌ها در محیط‌های رقابتی، پویا و متمرکز بر مشتری دست یابند. کاربرد این درس در معماری سازمانی نقش بسزایی دارد و می‌تواند یک زمینه فعالیت تجاری برای افراد مهیا نماید.

سرفصل‌ها

- مروری بر کلیات و اصول بازمهندسی فرایندهای کسب‌وکار
- ارزیابی آمادگی سازمان برای پیاده‌سازی بازمهندسی فرایندهای کسب‌وکار
- بازمهندسی فرایندهای کسب‌وکار و خود ارزیابی سازمانی
- بازمهندسی فرایندهای کسب‌وکار و سایر روش‌های بهبود
- متدولوژی‌های بازمهندسی فرایندهای کسب‌وکار
- متدولوژی شارپ و مک‌درموت
- مدل‌سازی و طراحی فرایندها با BPMN2.0 و بهبود با رویکرد BPM و BPMS
- معرفی نرم‌افزارها و ابزارهای مدلسازی و مدیریت فرایندهای کسب‌وکار
- توانمندسازی فناوری اطلاعات و بازمهندسی فرایندهای کسب‌وکار
- استقرار بازمهندسی فرایندهای کسب‌وکار
- طراحی سیستم بازخورد و ارزیابی عملکردها و فرایندها

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۶۰ درصد نمره
- تمرین‌های در طول ترم: ۲۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. Dumas, M. La Rosa, J. Mendling, and H. A. Reijers. *Fundamentals of Business Process Management*. 2nd Edition, Springer Berlin Heidelberg, 2018.

[2] H. Susanto, F. Y. Leu, and C. K. Chen. *Business Process Reengineering: An ICT Approach*. 1st Edition, Apple Academic Press, 2019.

[3] H. Michael and C. James. *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. Harper Information, 2001.

عنوان درس به فارسی:	فرایندکاوی		
عنوان درس به انگلیسی:	Process Mining		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با رویکرد داده‌محور در استخراج و بهبود فرایندهای سازمانی است. همچنین دانشجویان الگوریتم‌های استخراج فرایند، تطابق فرایند و پیش‌بینی خروجی فرایندهای کسب‌وکار را فرا خواهند گرفت. آشنایی و استفاده از ابزارهای موجود برای بهبود فرایندهای کسب‌وکار از اهداف دیگر درس است.

سرفصل‌ها

- آشنایی با ضرورت و کاربردهای فرایندکاوی
- آشنایی با مفاهیم کشف فرایند، کنترل کارایی فرایند، بهبود و ارتقاء فرایند
- مقایسه فرایندکاوی و داده‌کاوی
- کاربرد دسته‌بندی، خوشه‌بندی و قوانین انجمنی در فرایندکاوی
- آشنایی با نگاره رویداد و مدل‌های فرایند
- آشنایی با مدل پتری‌نت و خواص آن
- آشنایی با Workflow Net
- آشنایی با الگوریتم آلفا و نقاط ضعف و قوت آن
- معیارهای ارزیابی کارایی الگوریتم‌های کشف فرایند

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون میان ترم: ۳۰ درصد نمره
- آزمون پایان ترم: ۴۰ درصد نمره
- پروژه عملی: ۳۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] W. M. P. van der Aalst. *Process Mining: Data Science in Action*. 2nd Edition, Springer, 2016.

[2] L. Reinkemeyer. *Process Mining in Action: Principles, Use Cases and Outlook*. 1st Edition, Springer, 2020.

[3] R. S. Mans, W.M. P. van der Aalst, and R. J. B. Vanwersch. *Process Mining in Healthcare: Evaluating and Exploiting Operational Healthcare Processes*. Springer, 2015.

[4] K. Okoye. *Applications and Developments in Semantic Process Mining*. IGI Global, 2020.

[5] D. Ferreira. *A primer on process mining: Practical skills with python and graphviz*. 2nd Edition, Springer, 2020.

عنوان درس به فارسی:	هوشمندی کسب‌وکار		
عنوان درس به انگلیسی:	Business Intelligence		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف درس آشنایی با رویکردهای مدیریت و ایجاد ارزش از روی داده‌های سازمان، الگوریتم‌های تمیز کردن داده، ذخیره‌سازی چندبعدی و گزارش‌گیری از داده‌های سازمانی است.

سرفصل‌ها

- آشنایی با داده‌ساختارهای ذخیره‌سازی داده‌های چندبعدی
- آشنایی با متدولوژی Kimball برای ساخت انباره داده (تئوری)
- آشنایی با مفهوم ETL
- آشنایی با مفهوم KPI
- آشنایی با مفهوم هوشمندی زمان محور- Time intelligence
- آشنایی برنامه‌سازی در پایتون
- آشنایی با مفاهیم اکسل و PowerBI
- ذخیره‌سازی و بازیابی اطلاعات در اکسل و پایتون
- گروه‌بندی و تجمیع داده‌ها در اکسل و پایتون

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون میان‌ترم: ۳۰ درصد نمره
- آزمون پایان‌ترم: ۴۰ درصد نمره
- پروژه عملی: ۳۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] J. Han, J. Pei, and H. Tong. *Data mining: concepts and techniques*. 4th Edition, Elsevier, 2022.

[2] R. Kimball and M. Ross. *The data warehouse toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling*. 3rd Edition, Wiley, 2013.

[3] W. Mckinney. *Python for data analysis*. 3rd Edition, O'Reily, 2022.

[4] B. Powell. *Mastering Microsoft Power BI: Expert Techniques for Effective Data Analytics and Business Intelligence*. Packet publishing, 2018.

گرایش هوش مصنوعی

عنوان درس به فارسی:	یادگیری ماشین		
عنوان درس به انگلیسی:	Machine Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

در این درس مفاهیم یادگیری ماشین مطرح شده و آشنایی با شاخه‌های مختلف این زمینه صورت گرفته و جنبه‌های مهم عملی و نظری آن معرفی خواهد شد. در شاخه‌های مختلف، تکنیک‌ها و الگوریتم‌های مهم بحث می‌شود. در حوزه یادگیری با نظارت، رگرسیون و دسته‌بندی مورد بررسی قرار خواهند گرفت و روش‌های حل این مسائل و ارزیابی مدل‌ها معرفی خواهد شد. برای دسته بندی، انواع دیدگاه‌ها و الگوریتم‌های مربوطه مطرح می‌شود. در بخش یادگیری بدون نظارت، در مورد تخمین چگالی، کاهش ابعاد بدون نظارت و خوشه‌بندی صحبت خواهد شد. در نهایت آشنایی مختصری با یادگیری تقویتی صورت خواهد گرفت.

سرفصل‌ها

- مقدمه: مباحث پایه و رویکردهای مختلف یادگیری
- رگرسیون: بیش‌برازش، رگرسیون خطی و غیرخطی، رگرسیون آماری، منظم سازی و مصالحه بایاس و واریانس
- دسته‌بندی: دسته‌بندی چند دسته‌ای، قاعده محور، احتمالاتی: تئوری تصمیم، رگرسیون لجستیکی
- دسته‌بندی تمایزی: جداساز فیشر، ماشین بردار پشتیبان
- درخت تصمیم: آنتروپی و بهره اطلاعات، الگوریتم ID3، C4.5 و هرس درخت تصمیم
- روش‌های تخمین پارامتر: MLE، Bayesian و EM
- کاهش ابعاد: تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA)، تحلیل همبستگی متعارف (CCA)
- خوشه‌بندی: روش‌های افرازی، سلسله مراتبی، مبتنی بر چگالی و طیفی
- ارزیابی و تنظیم کردن مدل‌ها: اعتبار سنجی متقابل، انتخاب مدل و انتخاب ویژگی
- روش‌های یادگیری مبتنی بر نمونه: تخمین چگالی غیرپارامتری، دسته‌بندی k نزدیکترین همسایه
- یادگیری جمعی: boosting، adaboost، bagging
- یادگیری تقویتی: فرایند تصمیم مارکوف، روش‌های مبتنی بر مدل و بی‌مدل، الگوریتم سارسا، یادگیری کیو

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۶۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] K. Murphy. *Machine Learning: A probabilistic Perspective*. MIT Press, 2013.

[2] C. M. Bishop. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, 2006.

[3] E. Alpaydin. *Introduction to Machine Learning*. MIT Press, 2020.

عنوان درس به فارسی:	یادگیری عمیق		
عنوان درس به انگلیسی:	Deep Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با مفاهیم و اصول رایانش عصبی و کاربرد این رویکرد در حل انواع مسائل است. این درس علاوه بر آموزش مفاهیم اصلی رایانش عصبی، بر روی شبکه‌های عمیق و جدیدترین یافته‌ها در این زمینه تمرکز خواهد کرد.

سرفصل‌ها

- معرفی رایانش عصبی: تعریف و انگیزه، تاریخچه، روش‌های پیاده‌سازی، کاربردها
- شبکه‌های جلورو: گراف شبکه، واحدهای پردازشگر پرسپترون و آدالین، شبکه‌های چندلایه، قدرت حفظ و تعمیم
- شبکه‌های جلورو: قانون پس‌انتشار خطا، روش‌های مختلف آموزش شبکه، کاربرد در پیش‌بینی سری‌های زمانی
- یادگیری رقابتی و نقشه ویژگی خودسازمانده، نقشه‌های ویژگی خودسازمانده متکامل شونده
- شبکه پیچشی و توسعه‌های آن، شبکه باقیمانده‌ای، شبکه متراکم
- شبکه‌های خودکدگذار: شبکه‌های خودکدگذار پایه، تنظیم شده، تنک، نویزگیر، نویزگیر پشته‌ای و انقباضی
- مدل‌های مولد: شبکه خودکدگذار تغییراتی، شبکه مولد تقابلی، مدلهای پخشی
- شبکه‌های بازرخدادی: واحد بازرخدادی معمولی، حافظه کوتاه-مدت بلند، واحد بازرخدادی دروازه‌دار
- شبکه‌های بازرخدادی: معماری‌ها، شبکه‌های المن، جردن، بازگشتی کامل، کاربرد در پیش‌بینی سری‌های زمانی
- ماشین بولتزمن و توسعه‌های آن: ماشین بولتزمن، ماشین بولتزمن محدود، شبکه‌های باور عمیق
- مکانیزم توجه: انواع توجه، مدل ترانسفورمر، برت، جی-پی-تی
- یادگیری تقویتی عمیق: معرفی یادگیری تقویتی، شبکه‌های عصبی عمیق در یادگیری تقویتی، کاربردهای نمونه

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمر ین‌ها و پروژه‌ها: ۵۰ درصد نمره
- گزارش مطالعاتی: ۲۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۳۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville. *Deep Learning*. MIT Press, 2016.

[2] A. Zhang, Z. C. Lipton, M. Li and A. J. Smola. *Dive into Deep Learning*. 2021.

[3] S. Samarasinghe. *Neural Networks for Applied Sciences and Engineering*. Taylor & Francis, 2006.

[4] S. Haykin. *Neural Networks and Learning Machines*. Prentice-Hall, 2009.

عنوان درس به فارسی:	مبانی یادگیری آماری		
عنوان درس به انگلیسی:	Foundations of Statistical Learning	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐ نظری ☑	
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☑ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐	

هدف کلی

هدف این درس پوشش دادن مسائل پایه‌ای در ارتباط با یادگیری آماری است. در این درس دانشجویان با رویکردهای مبتنی بر آمار و احتمال در هوش مصنوعی آشنا می‌شوند. مطالب این درس در بر گیرنده عناوین کلی آمار، احتمال و فرایندهای تصادفی، استنتاج آماری و مدل‌ها و روش‌های آماری است.

سرفصل‌ها

- مرور بر نظریه احتمال و متغیرهای تصادفی: متغیرتصادفی، دنباله‌ای از متغیرهای تصادفی، توزیع‌های شرطی
- فرایندهای تصادفی: معرفی، ایستایی، چگالی طیف توان، فرایندهای تصادفی و سیستم‌های خطی
- فرایندهای تصادفی خاص: فرایند پواسون، فرایند گاوسی، راه رفتن تصادفی، وینر و دیریکله
- مدل‌ها، استنتاج آماری و یادگیری: مدل‌های پارامتری و غیرپارامتری، استنتاج آماری
- نظریه تخمین: تخمین پارامتر، تخمین‌های بیزی، رگرسیون خطی
- تست‌های آزمون فرضیه: تست نسبت درست‌نمایی و تعمیم‌ها، تست‌های نیکویی برازش
- مدل‌های گرافی: مدل‌های گرافی جهت دار، مدل‌های گرافی بدون جهت
- فرایندهای مارکوف و مدل‌های مارکوف پنهان
- روش‌های مونت کارلو: انتگرال‌گیری مونت کارلو، نمونه برداری نقاط مهم، شبیه‌سازی مونت‌کارلوی زنجیره مارکوفی
- استنتاج تغییراتی: روش‌های تغییراتی بیزی، EM تغییراتی بیزی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۷۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] L. Wasserman. *All of Statistics: A Concise Course in Statistical Inference*. Springer, 2003.

[2] K. P. Murphy. *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. MIT press, 2012.

[3] A. Papoulis and S. Pillai. *Probability, Random Variables and Stochastic Processes*. McGraw-Hill, 2002.

عنوان درس به فارسی:	یادگیری تقویتی عمیق		
عنوان درس به انگلیسی:	Deep Reinforcement Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی با یادگیری تقویتی عمیق است. در این درس ابتدا مدل‌های مارکوف معرفی میشوند و سپس روش‌های مبتنی بر سیاست، توابع ارزش و عامل و نقاد مورد بررسی قرار میگیرند.

سرفصل‌ها

- تئوری مارکوف
- یادگیری تقلیدی
- چارچوب یادگیری تقویتی عمیق
- یادگیری تقویتی عمیق مبتنی بر سیاست
- یادگیری تقویتی عمیق مبتنی بر عامل و نقاد
- یادگیری تقویتی عمیق مبتنی بر توابع ارزش
- یادگیری تقویتی عمیق مبتنی بر مدل
- روش‌های اکتشاف در یادگیری تقویتی عمیق
- یادگیری تقویتی عمیق معکوس
- یادگیری تقویتی عمیق غیر برخط

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] R. S. Sutton and A. G. Barto. *Reinforcement Learning: An Introduction*. 2nd ed., The MIT Press 2018.

[2] S. Ravichandiran. *Deep Reinforcement Learning with Python*. 2nd ed., Packt Publishing 2020.

عنوان درس به فارسی:	یادگیری ماشین قابل اعتماد		
عنوان درس به انگلیسی:	Trustworthy Machine Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

پیشرفت‌های اخیر در یادگیری ماشین، به ویژه شبکه‌های عصبی عمیق و مدل‌های زبان بزرگ، طراحی و اجرای سیستم‌های تصمیم گیری را متحول کرده است. با این حال، به دلیل ماهیت جعبه سیاه، شکنندگی، و فقدان ضمانت‌های ایمنی، چالش‌های قابل توجهی در پذیرش آن‌ها در کاربردهای حیاتی و بالقوه بالا مانند سیستم‌های مستقل خودران و مراقبت‌های بهداشتی بوجود آورده است. هدف الگوریتم‌های یادگیری ماشین قابل اعتماد ارائه روش‌هایی با هدف دستیابی به تصمیم گیری امن، قابل توضیح، و تصمیم‌گیری منصفانه می‌باشد. مطالب این درس شامل مروری بر تکنیک‌های مدرن یادگیری ماشین (تفسیرپذیری و توضیح‌پذیری) و مسائل مربوط به امنیت، حریم خصوصی و کیفیت داده‌ها، یادگیری ماشینی متخاصم (مانند حملات و دفاع در زمان تصمیم، حملات و دفاع‌های مسموم کننده داده) می‌باشد.

سرفصل‌ها

- مقدمه، اهمیت و معرفی چالشها
- آموزش مدل‌های مقاوم
- قابلیت تعمیم و مقاومت مدل‌ها
- یادگیری مدل‌ها با داده‌های نویزی (یادگیری تخاصمی)
- مدل‌های تفسیرپذیر
- توضیح‌پذیری مدل‌های یادگیری ماشین
- حمله‌های امنیتی در مدل‌های یادگیری ماشین
- دفاع در مقابل حمله‌ها
- ایمنی و قابلیت اتکای مدل‌های هوش مصنوعی
- شفافیت، اخلاق و حریم خصوصی
- انصاف و عدالت در مدل‌های هوش مصنوعی
- اخلاق در هوش مصنوعی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] B. Mucsányi, M. Kirchhof, E. Nguyen, A. Rubinstein, and S. J. Oh. *Trustworthy Machine Learning*. ebook, 2023.

عنوان درس به فارسی:	بهینه‌سازی محدب		
عنوان درس به انگلیسی:	Convex Optimization		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

بهینه‌سازی در بسیاری از مسائل مهندسی کامپیوتر و بالاخص هوش مصنوعی مطرح است. هدف اصلی این درس بررسی منسجم الگوریتم‌های بهینه‌سازی، آشنایی دانشجویان با روش‌های مختلف و شرایط به‌کارگیری آن‌هاست. علاوه بر این هدف اصلی، اهداف فرعی دیگری از جمله تقویت پایه ریاضیاتی دانشجویان و آشنایی با مسائل کاربردی بهینه‌سازی در این درس دنبال می‌شود.

سرفصل‌ها

- معرفی بهینه‌سازی: هدف بهینه‌سازی و اهمیت آن، انواع مسائل بهینه‌سازی
- مقدمات ریاضی لازم در بهینه‌سازی: فضای برداری، آنالیز توابع چند متغیره، تجزیه طیفی و مقدار منفرد
- مجموعه‌ها و توابع محدب
- مسائل بهینه‌سازی محدب: شرایط بهینگی، بازنویسی مسائل غیرمحدب به فرم محدب، بهینه‌سازی چندهدفه
- تئوری دوگانی و شرایط بهینگی: مسئله دوگان، شروط KKT
- بهینه‌سازی نامقید: رویکردهای line search و trust region، روشهای سریع‌ترین کاهش، نیوتن، شبه‌نیوتن
- روش گرادیان مزدوج خطی و غیرخطی
- بهینه‌سازی با قیود تساوی: رویکرد حل مسئله دوگان، روش نیوتن تعمیم یافته، روش Primal-dual
- الگوریتم‌های بهینه‌سازی مقید: روش‌های نقطه داخلی، رویکرد Primal-dual
- روش مسیر متناوب ضرایب ADMM
- کاربردهای بهینه‌سازی: رگرسیون، منظم سازی، هموارسازی، بهینه‌سازی مقاوم، تخمین، آشکارسازی، دسته‌بندی
- الگوریتم‌های بهینه‌سازی در یادگیری عمیق

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۷۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] S. Boyed and L. Vandenberg. *Convex optimization*. Cambridge, 2004.

[2] J. Nocedal and S. J. Wright. *Numerical Optimization*. Springer, 1999.

[3] D. G. Luenberger and Y. Ye. *Linear and Nonlinear Programming*. 3rd Edition, Springer, 2008.

[4] Z. Lin, H. Li, and C. Feng. *Alternating Direction Method of Multipliers for Machine Learning*. Springer, 2022.

عنوان درس به فارسی:	بهینه‌سازی فرا ابتکاری		
عنوان درس به انگلیسی:	Meta-Heuristic Optimization		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی و تولید الگوریتم‌های فراابتکاری برای حل مسایل مختلف بهینه‌سازی است. در این درس ابتدا الگوریتم‌های تکاملی معرفی می‌شوند و سپس تعدادی از الگوریتم‌های فراابتکاری شناخته شده معرفی می‌شوند و در نهایت ابزارهای لازم برای تولید انواع الگوریتم‌های فراابتکاری بررسی می‌شوند.

سرفصل‌ها

- تئوری ماکروسکوپی و میکروسکوپی تکامل
- الگوریتم‌های تکاملی: چارچوب کلی، عملگرهای تنوع، عملگرهای انتخاب
- الگوریتم‌های تکاملی: الگوریتم ژنتیکی، استراتژی تکاملی، برنامه‌نویسی ژنتیکی، الگوریتم ممتیک
- الگوریتم‌های جستجوی محلی: الگوریتم تپه‌نوردی، قدم زدن تصادفی، گرم و سرد گردن تدریجی
- الگوریتم‌های مبتنی بر جمعیت: گروه ذرات، کلونی مورچگان
- مدیریت محدودیت‌ها در بهینه‌سازی در الگوریتم‌های فراابتکاری
- مسائل بهینه‌سازی چند قله‌ای در الگوریتم‌های فراابتکاری
- مسائل بهینه‌سازیی چند هدفی در الگوریتم‌های فراابتکاری
- روش‌های بهینه‌سازی پارامترهای الگوریتم‌های فراابتکاری

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۶۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. E. Eiben and J. E. Smith. *Introduction to Evolutionary Computing*. Springer, 2015.

[2] K. A. D. Jong. *Evolutionary Computation: A Unified Approach*. MIT press, 2006.

عنوان درس به فارسی:	ربات‌های متحرک خودگردان		
عنوان درس به انگلیسی:	Autonomous Mobile Robots		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با اصول و الگوریتم‌های اساسی موجود در حوزه ربات با تاکید بر موضوع‌های پژوهشی و کاربردی در ربات‌های متحرک خودگردان است. همچنین، مطالعه مکانیزم‌های لازم برای حرکت یک ربات در یک محیط واقعی و انجام عملیات‌های مورد نظر از جمله ادراک محیط، مکان‌یابی، برنامه ریزی مسیر و کنترل ربات از اهداف این درس است.

سرفصل‌ها

- مقدمه: معرفی ربات‌های متحرک، انواع روش‌های جابجایی و حرکت ربات
- سینماتیک ربات‌های متحرک: توصیف موقعیت ربات در محیط و محدودیت‌های سینماتیک
- کنترل ربات: کنترل حلقه باز و حلقه بسته، کنترل پی‌آی‌دی و غیره
- ادراک محیط توسط حسگرها: کدگذار، حسگر جهت، شتاب‌سنج، سرعت‌سنج، لیزر، سونار
- بینایی ماشین و عدم قطعیت در اندازه‌گیری و انتشار خطا
- مکان‌یابی: نمایش نقشه، روش‌های احتمالی، روش کالمن، روش مارکف
- مکان‌یابی و نقشه‌سازی همزمان
- برنامه‌ریزی و ناوبری: مفاهیم طراحی مسیر، روش‌های توابع پتانسیل، نقشه راه، تجزیه سلولی، الگوریتم‌های حشره

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] R. Siegwart, I. R. Nourbakhsh, and D. Scaramuzza. *Introduction to Autonomous Mobile Robots*. Second Edition, The MIT Press, 2011.

[2] B. Siciliano and O. Khatib. *Springer Handbook of Robotics*. Springer, 2008.

[3] P. Corke. *Robotics, Vision and Control*. Second Edition, Springer, 2017.

عنوان درس به فارسی:	یادگیری عمیق پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Deep Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با مفاهیم پیشرفته و جدیدترین یافته‌ها در رایانش عصبی و یادگیری عمیق و کاربرد این روش‌ها در حل انواع مسائل است. تأکید ویژه درس بر روی اصول یادگیری روی گراف و شبکه‌های عصبی گرافی مختلف و انواع شبکه‌های مولد، مانند خودکدگذار تغییراتی، جریان‌های نرمال‌ساز، شبکه مولد تقابلی و توسعه‌های مختلف آن، و مدل‌های پخشی است. دانشجویان پروژه‌های متعددی انجام خواهند داد که با پیاده‌سازی‌ها و کاربردها بطور ملموس آشنا شوند. این درس در حقیقت مکمل درس یادگیری عمیق است.

سرفصل‌ها

- مروری بر روندهای توسعه شبکه‌های عمیق و وضعیت آینده آن
- شبکه‌های گرافی: یادگیری ماشین بر روی گراف‌ها، تعبیه گره
- شبکه گرافی پیچشی، شبکه توجه گرافی، طراحی شبکه‌های گرافی، ساده‌سازی شبکه‌های گرافی پیچشی
- یادگیری ارائه گراف سلسله مراتبی
- گراف‌های ناهمگن و شبکه مبدل گراف ناهمگن
- گراف دانش و استدلال روی گراف دانش
- تطبیق سریع زیرگراف‌ها، مقیاس به گراف‌های بزرگ
- مدل‌های مولد عمیق برای گراف‌ها
- شبکه مبدل گراف، شبکه‌های گرافی آگاه از مکان و آگاه از هویت
- مدل‌های مولد: مفاهیم و کاربردها، شبکه خودکدگذار تغییراتی، مدل‌های جریان‌های نرمال‌ساز
- شبکه مولد تقابلی پایه (گن)، واسراشتاین گن، گن شرطی، گن رشد یابنده تدریجی، گن سبک، گن سیکلی
- مدل‌های پخشی: مبانی ریاضی، آموزش و کاربردها

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville. *Deep Learning*. MIT Press, 2016.

[2] A. Zhang, Z. C. Lipton, M. Li and A. J. Smola. *Dive into Deep Learning*. Cambridge University Press, 2023.

[3] S. Samarasinghe. *Neural Networks for Applied Sciences and Engineering*. Taylor & Francis, 2006.

[4] S. Haykin. *Neural Networks and Learning Machines*. Prentice-Hall, 2009.

عنوان درس به فارسی:	یادگیری ماشین آماری		
عنوان درس به انگلیسی:	Statistical Machine Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با روش‌ها و مدل‌های یادگیری آماری است. دانشجویان ضمن آشنایی با مبانی نظری روش‌ها و فنون آماری حل مسائل، روش‌های معرفی شده را پیاده‌سازی نموده و به صورت عملی در مورد مجموعه داده‌های مختلف به کار می‌بندند.

سرفصل‌ها

- مقدمات: آمار و احتمال، استنتاج آماری، مدل‌های احتمالاتی و آماری رگرسیون و دسته‌بندی
- تخمین توزیع غیرپارامتری
- رگرسیون غیرپارامتری: روش‌های مبتنی بر هسته، چندجمله‌ای محلی، نزدیک‌ترین همسایه، و RKHS
- دسته‌بندی غیرپارامتری: روش‌های نزدیکترین همسایه، plug-in، مبتنی بر چگالی، درخت‌ها، جنگل‌های تصادفی
- روش‌های ابعاد بالا: رگرسیون گام به گام پیشرو، Lasso، رگرسیون مرزی، دسته‌بندی با ابعاد بالا
- کاهش بعد: تحلیل مؤلفه اصلی، روش‌های غیرخطی
- گسترش و تنظیم پایه
- تکنیک‌های منظم‌سازی
- ارزیابی و انتخاب مدل
- روش‌های هموارسازی مبتنی بر هسته
- تعبیه هسته
- علیت

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۶۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] J. Friedman, T. Hastie, and R. Tibshirani. *The Elements of Statistical Learning*. Springer, 2001.

[2] C. M. Bishop. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, 2016.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های چندعاملی		
عنوان درس به انگلیسی:	Multi-Agent Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با مفاهیم و اصول طراحی سامانه‌های چندعاملی و مکانیزم‌های متداول در این حوزه برای درک عامل‌ها از یک‌دیگر و چگونگی ارتباط و همکاری عامل‌ها باهم در چنین سامانه‌هایی است. همچنین، مطالعه الگوریتم‌ها و رویکردهای برنامه‌ریزی و تخصیص وظیفه چندعاملی و هوش جمعی از اهداف این درس است.

سرفصل‌ها

- مقدمه: معرفی عامل و خودمختاری؛ سیستم‌های چندعاملی تعاونی و رقابتی؛ سیستم‌های توزیع‌شده، متمرکز و غیرمتمرکز
- برقراری ارتباط: کنش گفتاری، زبان‌های ارتباطی میان عامل‌ها (KQML، FIPA-ACL، JADE و غیره)
- همکاری بین عامل‌ها: حل مسئله تعاونی توزیع‌شده، اشتراک‌گذاری وظیفه و نتیجه، مدیریت ناسازگاری‌ها، روش‌های ایجاد هماهنگی، برنامه‌ریزی چندعاملی
- تعامل چندعاملی: سودمندی و اولویت، مفهوم و ویژگی‌های راه‌حل، تعامل تعاونی و رقابتی و جمع-صفر، شکل‌گیری همکاری: دوراهی زندانی، و غیره
- تصمیم‌گیری گروهی: توابع رفاه و انتخاب اجتماعی، فرایند رای‌گیری، خواص مطلوب رای‌گیری، استراتژی دستکاری راهبردی، مذاکره
- تشکیل ائتلاف: بازی‌های تعاونی، چالش‌های محاسباتی و بازنمایی، بازنمایی ماژولار، بازنمایی بازی‌های ساده، بازی‌های ائتلافی هدف‌دار، ایجاد ساختار ائتلاف
- تخصیص منابع: طبقه‌بندی انواع مزایده، مزایده برای یک منبع، مزایده‌های ترکیبی، تعیین برنده
- یادگیری تقویتی چندعاملی (MARL) در بازی‌ها: فرایند عمومی یادگیری، انواع همگرایی، چالش‌ها و انواع الگوریتم‌های عامل
- الگوریتم‌های پایه MARL: یادگیری عمل مشترک (یادگیری Q کمینه-بیشینه، یادگیری Q نش، یادگیری Q همبسته)، مدل‌سازی عامل، یادگیری مبتنی بر سیاست
- اشاره مختصری بر روش‌های مبتنی بر یادگیری عمیق در MARL

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. Wooldridge. *An Introduction to MultiAgent Systems*. 2nd Edition, 2009.

[2] S. V. Albrecht, F. Christianos, and L. Schäfer. *Multi-Agent Reinforcement Learning: Foundations and Modern Approaches*. MIT Press, 2024.

عنوان درس به فارسی:	مدل‌های گرافی احتمالی		
عنوان درس به انگلیسی:	Probabilistic Graphical Models		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

مدل‌های گرافی احتمالی چارچوبی متداول برای مدل‌سازی توزیع احتمال توأم متغیرهای تصادفی هستند که در آن‌ها از گراف‌های پارامتری شده برای بازنمایی فشرده و گویای توزیع‌های احتمالاتی و روابط استقلال میان متغیرهای تصادفی استفاده می‌شود. در این درس، روش‌های مختلف ارائه، استنتاج دقیق و تقریبی، و نیز یادگیری ساختار و پارامترهای مدل‌های احتمالاتی گرافی آموزش داده می‌شود. همچنین، کاربرد این مدل‌ها در پردازش متن، صوت، و تصویر و نیز در حوزه بیوانفورماتیک مورد بررسی قرار می‌گیرد.

سرفصل‌ها

- مقدمات نظریه احتمال و نظریه گراف
- شبکه‌های بیزی جهت‌دار
- شبکه‌های مارکفی بدون جهت
- روش‌های‌ارائه کلیشه‌ای: مدل‌های زمانی، شبکه‌های‌بیزی پویا، مدل مخفی مارکوف، مدل‌های شیء-رابطه
- روش‌های استنتاج دقیق: حذف متغیر، درخت‌های کلیک، انتقال پیام، جمع-ضرب، انتشار باور
- روش‌های استنتاج تقریبی: نمونه‌برداری، استنتاج مبتنی بر ذره، MCMC، الگوریتم‌های استنتاج تغییراتی
- روش‌های یادگیری پارامتر: تقریب بیشینه درست‌نمایی، تقریب پارامتر بیزی
- روش‌های یادگیری ساختار: روش‌های مبتنی بر قید، روش‌های مبتنی بر امتیاز
- کاربردها

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۶۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Koller and N. Friedman. *Probabilistic Graphical Models: Principles and Techniques*. MIT press, 2009.

[2] K. P. Murphy. *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. MIT Press, 2012.

[3] C. M. Bishop. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, 2006.

عنوان درس به فارسی:	نظریه یادگیری ماشین		
عنوان درس به انگلیسی:	Machine Learning Theory		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با مفاهیم نظری الگوریتم‌های یادگیری ماشین و تحلیل آن‌ها است. تاکید این درس بیشتر روی روش‌های آماری محاسباتی متمرکز می‌شود. در این درس تلاش می‌شود به این پرسش‌ها پاسخ داده شود که آیا می‌توان الگوریتم یادگیری طراحی نمود که کران کارایی آن قابل اثبات باشد، و چگونه می‌توان الگوریتم یادگیری طراحی کرد که خواص ویژه‌ای داشته باشد.

سرفصل‌ها

- مقدمه و مدل رسمی یادگیری
- یادگیری در مدل سازگاری، مدل احتمالا تقریبا درست (PAC)، یادگیری عمومی و تحلیل الگوریتم‌های کمینه‌سازی خطای تجربی
- معیارهای محاسبه غنای فضای فرضیه محاسبه کران خطا (تابع رشد، بعد VC و پیچیدگی راداماخر)
- یادگیری غیریکنواخت و تحلیل الگوریتم‌های کمینه‌سازی خطای ساختاری
- انتخاب مدل، روش‌های منظم‌سازی و پایداری الگوریتم‌های یادگیری
- پیچیدگی محاسباتی الگوریتم‌های یادگیری
- الگوریتم‌های یادگیری برخط، رتبه‌بندی فعال
- نظریه PAC-Bayesian
- مبانی نظریه خوشه‌بندی
- مسائل یادگیری محدب
- تحلیل الگوریتم‌های یادگیری: تحلیل الگوریتم‌های رگرسیون، ماشین بردار پشتیبان، بوستینگ و ...

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۵ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۶۵ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. Mohri, A. Rostamizadeh, and A. Talwalkar. *Foundations of Machine Learning*. 2nd Edition, MIT Press, 2018.

[2] S. Shalev-Shwartz and S. Ben-David. *Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms*. Cambridge University Press, 2014.

عنوان درس به فارسی:	تحلیل کلان‌داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Big Data Analysis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

برای داده‌هایی که با حجم و سرعت بالا تولید می‌شوند، روش‌های سنتی تحلیل و دست‌کاری داده‌ها قابل استفاده نیستند. هدف اصلی این درس معرفی نظریه‌ها و الگوریتم‌های پیشرفته‌ای است که در سال‌های اخیر در زمینه کلان داده‌ها ارائه شده‌اند و تحلیل، دستکاری و استخراج دانش از حجم انبوهی از داده‌ها را امکان‌پذیر نموده‌اند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: ویژگی‌ها و روش‌های ذخیره‌سازی کلان‌داده‌ها، سبک برنامه‌نویسی کاهش نگاشت.
- مسئله استخراج الگوهای پرتکرار: کشف قواعد باهم‌آیی، الگوریتم apriori، الگوریتم‌های تصادفی کشف الگوهای پرتکرار.
- مسئله پیدا کردن داده‌های مشابه در ابعاد بالا، درهم‌سازی min-hash، درهم‌سازی حساس به مکان (LSH)، تحلیل نظری درهم‌سازی حساس به مکان.
- الگوریتم‌های پردازش جریان داده‌ها: نمونه‌برداری با نسبت ثابت، نمونه‌برداری با اندازه ثابت، پنجره لغزان، الگوریتم‌های تقریبی شمارش تعداد بیت‌های ۱ در یک جریان داده بیتی.
- فیلتر کردن عناصر، شمارش تعداد عناصر متمایز، تخمین انحراف از معیار فرکانس عناصر، و کشف الگوهای پرتکرار در یک جریان داده.
- مدل‌های یادگیری ماشین برای جریان داده‌ها: درخت هافدینگ، الگوریتم VFDT، الگوریتم CVFDT
- الگوریتم‌های کاهش بُعد و تجزیه ماتریسی برای کلان‌داده‌ها: تجزیه مقدارهای منفرد SVD، تجزیه CUR.
- خوشه‌بندی داده‌های حجیم: معضل ابعاد بالا، خوشه‌بندی سلسله مراتبی، الگوریتم BFR - الگوریتم CURE.
- سیستم‌های توصیه‌گر مقیاس‌بزرگ: سیستم‌های مبتنی بر محتوا، مبتنی بر پیمایش تعاملی، مبتنی بر عوامل پنهان، سیستم توصیه‌گر شرکت نتفلیکس.
- اجمال‌سازی یا sketching: مبدل subsampled randomized Hadamard، مبدل CountSketch، اجمال‌سازی برای مسئله رگرسیون حداقل مربعات

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۷۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] J. Leskovec, A. Rajaraman and J. D. Ullman: *Mining of Massive Datasets*. 2nd Edition, Cambridge University Press, 2014.

[2] D. P. Woodruff. *Sketching as a Tool for Numerical Linear Algebra. Foundations and Trends in Theoretical Computer Science*. 10(1-2): 1-157, 2014.

[3] K. L. Clarkson and D. P. Woodruff. *Low-rank approximation and regression in input sparsity time*. J. ACM, 63(6): 54:1-54:45, 2017.

عنوان درس به فارسی:	تحلیل شبکه‌های پیچیده		
عنوان درس به انگلیسی:	Complex Networks Analysis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با تکنیک‌های تحلیل و پردازش داده‌های گرافی و شبکه‌ای پیچیده می‌باشد. در این درس، شبکه‌های پیچیده و انواع آن‌ها به صورت نظری و تجربی تحلیل می‌گردند. همچنین مسائل مختلف مرتبط، از قبیل مدل‌های تصادفی، بیشینه‌سازی تاثیر، بهینه‌سازی انتشار، فرایندهای شکل‌گیری، تحلیل پیوندها، ساختار جوامع و خوشه‌بندی، پیش‌بینی پیوندها و یادگیری بازنمایی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: معرفی شبکه‌های پیچیده، کاربردها و مثال‌ها، آشنایی با روش‌های ساده تحلیل شبکه‌های پیچیده.
- مدل گراف تصادفی و تجزیه و تحلیل نظری و تجربی جنبه‌های گوناگون آن از قبیل توزیع درجه، جزء غول‌پیکر، ضریب خوشه‌بندی و قطر.
- پدیده دنیای کوچک، مدل‌های دنیای کوچک، تجزیه و تحلیل نظری و عملی مدل‌ها.
- رفتار آبشاری اطلاعات در شبکه‌های پیچیده، بیشینه کردن تاثیر در شبکه‌های پیچیده، بهینه‌سازی submodular.
- کشف شیوع در شبکه‌های پیچیده، الگوریتم CELF.
- فرایندهای تشکیل شبکه‌های پیچیده، توزیع درجه توانی، اتصال ترجیحی و تحلیل نظری و تجربی آن.
- تجزیه و تحلیل ساختار پیوندها، الگوریتم HITTS، الگوریتم رتبه صفحه، الگوریتم رتبه صفحه شخصی‌شده، کاربردها.
- قدرت روابط ضعیف، ساختار انجمن‌ها و خوشه‌ها در شبکه‌های پیچیده، الگوریتم گیروان نیومن، پیمانگی، الگوریتم‌های طیفی برای خوشه‌بندی شبکه‌های پیچیده، تحلیل نظری، بهینه‌سازی پیمانگی سریع.
- انجمن‌ها و خوشه‌های همپوشان در شبکه‌های پیچیده، نمودار NCP، الگوریتم CPM، الگوریتم AGM.
- پیش‌بینی پیوند در شبکه‌های پیچیده، روش‌های مبتنی بر یادگیری، روش‌های مبتنی بر معیارهای نزدیکی.
- یادگیری بازنمایی در شبکه‌های پیچیده، الگوریتم deepwalk، الگوریتم node2vec.
- شبکه‌های عصبی گرافی و معماری‌های مختلف آن‌ها، استنتاج ساختار شبکه‌های پیچیده.

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Easley and J. Kleinberg. *Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World*. Cambridge University Press, 2010.

[2] T. Christiano Silva and L. Zhao. *Machine Learning in Complex Networks*. Springer, 2016.

[3] M. Newman. *Networks*. Oxford University Press, 2018.

عنوان درس به فارسی:	روش‌ها و سامانه‌های فازی		
عنوان درس به انگلیسی:	Fuzzy Methods and Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی و یادگیری مجموعه‌های فازی (تعمیمی بر نظریه مجموعه‌ها) است. در این درس ابتدا تعمیم نظریه مجموعه و منطق به مجموعه‌های فازی بیان می‌گردد و سپس سیستم خبره فازی که پایه بسیاری از کاربردهای فازی در هوش مصنوعی و کنترل است معرفی می‌شود و در نهایت کاربردهای از نظریه فازی در هوش مصنوعی و کنترل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

سرفصل‌ها

- نظریه مجموعه‌های فازی
- منطق فازی
- سیستم‌های خبره فازی
- تقریب تابع توسط سیستم خبره فازی
- شبکه‌های عصبی فازی
- دسته‌بندی و خوشه‌بندی فازی
- تصمیم‌گیری فازی
- درخت‌های تصمیم فازی
- کنترل‌کننده‌های فازی
- دیگر کاربردهای نظریه فازی در هوش‌مصنوعی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۶۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره



منابع علمی پیشنهادی

[1] W. Pedrycz. *An Introduction to Computing with Fuzzy Sets*. Springer 2021.

[2] W. Pedrycz andF. Gomide. *An Introduction to Fuzzy Sets: Analysis and Design*. MIT Press 1998.

[3] J. Jantzen. *Foundations of Fuzzy Control: A Practical Approach*. Wiley 2013.

[4] K. Michels, F. Klawonn, R. Kruse, and A. Nürnberger. *Fuzzy Control: Fundamentals, Stability and Design of Fuzzy Controllers*. Springer 2006.

عنوان درس به فارسی:	فرایندهای تصادفی		
عنوان درس به انگلیسی:	Stochastic Processes		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		☑ نظری ☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	–		☐ عملی ☐ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳		☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با پایه‌های نظری در مورد فرایندهای تصادفی و نحوه تحلیل سیگنال هایی که دارای مولفه‌های زمانی و آماری هستند، می‌باشد.

سرفصل‌ها

- مرور فشرده‌ی نظریه احتمال با تکیه بر موضوعات مورد نیاز برای این درس.
- معرفی فرایندهای تصادفی
- توابع همبستگی و چگالی طیف توان
- مفاهیم ایستانی، ایستان گردشی و ارگادیسیتی
- سیستم‌ها و فرایندهای تصادفی
- فرایندهای تصادفی پواسان، قدم زدن تصادفی، گوسی، مارتینگل، مارکوف
- نمایش فرایندهای تصادفی بر حسب سیگنال‌های پایه: سری فوریه و بسط کارهونن-لوئو
- نمایش طیفی سیگنال‌های تصادفی
- تخمین طیف
- تخمین کمینه میانگین مربعات
- مقدمه‌ای بر نظریه صف

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۷۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. Papoulis and S. U. Pillai: *Probabilitly, Random Variables and Stochastic Processes*. 4th Edition, McGraw- Hill, 2002.

[2] A. Leon- Garcia: *Probability, Statistics, and Random Processes for Electrical Engineering*. 3rd Edition, Prentice

عنوان درس به فارسی:	پردازش سیگنال‌های رقمی		
عنوان درس به انگلیسی:	Digital Signal Processing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنا نمودن دانشجویان با اصول و تکنیک‌های پایه ریاضی و الگوریتمی برای پردازش داده‌های مختلف اعم از داده‌های صوتی- تصویری، زیستی و مانند آن است. در این درس، دانشجویان تکنیک‌های پردازش سیگنال‌های رقمی، تبدیلات مختلف روی این سیگنال‌ها، پردازش آن‌ها در حوزه‌های زمان و فرکانس و تحلیل سیگنال‌های رقمی را فرا گرفته و قادر خواهند بود تا از این روش‌ها در طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های رقمی بهره گیرند.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر سیگنال‌های زقمی: تعاریف و مفاهیم اولیه
- نمونه‌برداری و تبدیل از آنالوگ به رقمی، الیاسینگ، سیگنال‌های زمانی پایه، بررسی پریودیک بودن و محاسبه پریود
- سیستم‌های خطی نامتغیر با زمان، معادله تفاضلی، علی بودن، پایداری، حافظه‌دار بودن
- روش‌های تحلیل حوزه زمان: پیچش خطی و حلقوی، پاسخ ضربه و پله، پاسخ‌های گذرا، همگن و ویژه
- روش‌های تحلیل حوزه فرکانس: DFS، FT، ZT، DFT، DCT) و خواص آن‌ها
- بررسی پایداری در سیستم‌های رقمی
- الگوریتم‌های تبدیل سریع فوریه
- طراحی فیلترهای رقمی غیربازگشتی: فیلترهای FIR متقارن و غیرمتقارن، با فاز صفر و فاز خطی، طراحی پنجره، فیلتر با میانگین متحرک، مفهوم فیلترهای با ریپل یکسان، مشتق‌گیری رقمی
- طراحی فیلترهای رقمی بازگشتی: طراحی ساده مبتنی بر صفرهای و قطب‌ها در صفحه z، فیلترهای باتروورث و چبی‌شف آنالوگ و رقمی، روش تبدیل دو خطی، روش تغییرناپذیر ضربه، روش نمونه‌برداری فرکانسی، انتگرال‌گیری رقمی
- تحلیل طیف
- فیلتر کردن به روش رقمی سریع

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۷۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره



منابع علمی پیشنهادی

[1] P. A. Lynn and W. Fuerst. *Digital Signal Processing with computer applications*. John Wiley, 2002.

[2] A. V. Oppenheim and R. W. Schafer. *Discrete-Time Signal Processing*. Pearson Education Limited, 2014.

[3] L. Debnath and F. Ahmad Shah. *Wavelet Transforms and Their Applications*. Birkhauser,

[4] J. G. Proakis and D. G. Manolakis. *Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications*. 3rd Edition, Prentice Hall, New Jersey, 1996.

عنوان درس به فارسی:	مهندسی سامانه‌های یادگیری ماشین		
عنوان درس به انگلیسی:	Machine Learning Systems Engineering	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	☐ پایه	☑ نظری
دروس هم‌نیاز:	–	☐ تخصصی الزامی	☐ عملی
تعداد واحد:	۳	☑ تخصصی اختیاری	☐ نظری-عملی
تعداد ساعت:	۴۸	☐ مهارتی	

هدف کلی

اهمیت اصلی هوش مصنوعی زمانی است که بتوان آن را تجاری‌سازی کرد. اما فاصله زیادی بین سرویس‌های تجاری و روش‌های پژوهشی وجود دارد. در این درس بعد از اینکه دانشجویان با اهمیت استفاده از هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در صنعت آشنا شدند، با مراحل مختلفی که برای تجاری‌سازی هوش مصنوعی نیاز است آشنا خواهند شد. این مراحل از اصول مهندسی داده و انتخاب ویژگی شروع شده و شامل انتخاب و آموزش مدل، ارزیابی و استقرار مدل‌ها، نظارت و آزمون در حین اجرا، و یادگیری مستمر نیز می‌شود. در نهایت دانشجویان با مباحث تکمیلی در رابطه با منصفانه بودن و امنیت مدل‌ها در صنعت و حکمرانی داده محور بر مبنای هوش مصنوعی و همچنین ابزارهای مختلف برای تجاری‌سازی هوش مصنوعی آشنا خواهند شد.

سرفصل‌ها

- مقدمه: مروری بر هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، سامانه‌های هوش مصنوعی و سامانه‌های یادگیری ماشین
- اصول مهندسی داده و چرخه حیات داده، داده‌های آموزشی، میزان و کیفیت داده‌ها: نمونه‌برداری، برچسب‌گذاری، افزایش داده
- مهندسی ویژگی
- انتخاب، توسعه و آموزش مدل
- ارزیابی مدل، منابع و مقاوم بودن
- استقرار مدل و سرویس‌دهی
- تشخیص و اصلاح اشکالات سیستم ML
- تغییر و نظارت بر توزیع داده‌ها
- یادگیری مستمر و آزمون سیستم در حین سرویس‌دهی
- انصاف، امنیت، حکمرانی بر مبنای ML
- زیرساخت و ابزارها برای MLOps
- تجاری‌سازی هوش مصنوعی: فرصت‌ها و چالش‌ها

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها: ۲۰ درصد نمره
- آزمون پایانی: ۴۰ درصد نمره
- پروژه‌ها: ۴۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] C. Huyen. *Designing machine learning systems*. O'Reilly Media, Inc., 2022.

[2] A. Burkov. *Machine learning engineering*. Vol. 1. Montreal, QC, Canada: True Positive Incorporated, 2020.

[3] H. El-Amir and M. Hamdy. *Deep learning pipeline: building a deep learning model with TensorFlow.* Apress, 2019.

عنوان درس به فارسی:	بینایی کامپیوتر		
عنوان درس به انگلیسی:	Computer Vision	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	☑ نظری ☐ پایه	
دروس هم‌نیاز:	–	☐ عملی ☐ تخصصی الزامی	
تعداد واحد:	۳	☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری	
تعداد ساعت:	۴۸	☐ مهارتی	

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با مفاهیم و اصول تحلیل تصویر و فیلم به‌منظور درک این رسانه‌ها توسط کامپیوتر است. در این درس تأکید بر روی روش‌های سنتی حل مسائل بینایی و درک اصول مطرح است. این دانش در ایجاد سیستم‌های بینا و حل هوشمند انواع مسائل کاربرد دارد. روش‌های جدیدتر حل مسائل بینایی با یادگیری عمیق نیز در انتهای نیم‌سال به‌طور مختصر مورد اشاره قرار می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- مقدمات: تعریف بینایی کامپیوتر و کاربردها، تصاویر رقمی، نورپردازی، تصویربرداری، نمونه‌برداری، چینش و چندی‌سازی
- پیش‌پردازش: مناسب‌سازی تصویر با عملیات نقطه‌ای، محلی، یا سراسری، نویز و حذف آن در حوزه مکان، افزایش وضوح
- ناحیه‌بندی تصویر بر مبنای لبه‌ها: تعریف لبه، تشخیص لبه، آستانه‌سازی لبه‌ها، تعیین مرز اشیاء، تبدیل هاف، کانتور فعال
- ناحیه‌بندی بر مبنای ناحیه: روش‌های رشد ناحیه و تقسیم و ترکیب، معرفی بافت، خوشه‌بندی نقاط با ویژگی‌های بافت
- ناحیه‌بندی بر مبنای آستانه‌سازی سطوح خاکستری: نیم‌آستانه‌سازی، آستانه‌سازی باند، آستانه‌سازی تکراری، روش آتسو
- ارائه نواحی: ارائه با توصیف پیرامون، توصیف ناحیه و ویژگی‌های هندسی
- تشخیص نقاط کلیدی: لاپلاسین گاسین، تفاضل گاسین‌ها، ماتریس هسین، اپراتورهای مراوک، هریس و فست
- توصیف و تطبیق نقاط کلیدی: ویژگی‌های سیفت، سرف، هاگ، ال بی پی، و فریک، الگوریتم رنسک
- مقدمه‌ای بر بینایی سه بعدی: عمق سنجی با روش‌های فعال، حسگر کینکت، روش‌های غیرفعال
- تحلیل حرکت با روش تفاضلی، تشخیص نقاط کلیدی، و شار نوری
- روش‌های اولیه ردیابی، ردیابی با تطبیق، ردیابی با فیلتر کالمن و فیلتر ذره
- مقدمه‌ای بر یادگیری عمیق در بینایی کامپیوتر: شبکه پیچشی، کاربردهای نمونه

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه‌ها: ۵۰ درصد نمره
- آزمون پایانی: ۳۰ درصد نمره

- پروژه مطالعاتی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. A. Forsyth and J. Ponce. *Machine Vision: A Modern Approach*. 2nd Edition, Prentice-Hall, 2012.

[2] E. Trucco and A. Verri. *Introductory Techniques for 3D Computer Vision*. Prentice-Hall, 1998.

[3] R. Szeliski. *Computer Vision: Algorithms and Applications*. 2nd Edition, Springer, 2022.

[4] M. Sonka, V. Hlavac, and R. Boyle. *Image Processing, Analysis and Machine Vision*. Chapman & Hall, 1993.

عنوان درس به فارسی:	بینایی کامپیوتر سه‌بعدی		
عنوان درس به انگلیسی:	3D Computer Vision		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با مفاهیم و اصول بازسازی سه بعدی محیط و تحلیل سه بعدی تصاویر به منظور درک آن توسط کامپیوتر و ربات است. در این درس انواع تکنولوژی‌های بازسازی سه بعدی محیط، درک بصری تصاویر بازسازی شده و انواع کاربردهای آن مورد تاکید است. دانشجویان با انجام پروژه‌های متعدد، با الگوریتم‌ها و نرم‌افزارهای مربوطه آشنایی کامل پیدا می‌کنند. برخی از جدیدترین مباحث مرتبط با یادگیری عمیق و شبکه‌های عصبی در سه بعد نیز معرفی می‌شوند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: اهمیت و کاربردهای بینایی کامپیوتری سه بعدی
- مدل‌های دوربین
- کالیبراسیون دوربین
- اندازه‌شناسی تک‌نما
- هندسه اپی‌پولار و دوربین‌های استریو
- ساختار از روی حرکت
- روش‌های فعال بازیابی سه بعدی
- روش‌های تطبیق (نزدیکترین نقطه تکراری و تبدیل توزیع نرمال) و مکان‌یابی و نقشه‌سازی همزمان
- یادگیری بازنمایی
- تخمین عمق تک‌چشمی و ردیابی ویژگی
- جریان نوری و صحنه
- بازنمایی ضمنی سه بعدی و میدان‌های تابشی عصبی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] R. Hartley and A. Zisserman. *Multiple View Geometry in Computer Vision.* Academic Press, 2002..

[2] D. A. Forsyth and J. Ponce. *Computer Vision: A Modern Approach*. Prentice Hall, 2011.

عنوان درس به فارسی:	پردازش تصویر		
عنوان درس به انگلیسی:	Image Processing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

امروزه اطلاعات تصویری در بسیاری از مراکز و اماکن مورد استفاده قرار می‌گیرد. بکارگیری تکنیک‌ها و ابزارهای پردازش رقمی تصاویر برای کاربردهای مختلف از اهمیت زیادی برخوردار است. در این درس مفاهیم مقدماتی و پایه در پردازش تصویر ارائه می‌گردد. روشهای مختلف بهبود تصاویر، معرفی و مدلسازی خرابی در تصاویر، فشرده سازی و کدکردن تصاویر، و معرفی ابزارهای ریاضی مانند تبدیل فوریه و تبدیل کوسینوسی دوبعدی، و روشهای ریخت شناسی از اهداف این درس می‌باشد.

سرفصل‌ها

- مقدمه: اهمیت پردازش تصویر و کاربردها، فرایند تولید تصویر و معرفی انواع آن، مفاهیم پایه در پردازش تصویر
- تبدیل شدت روشنایی تصاویر، فیلترهای پردازش تصاویر در قلمرو مکان، انواع تبدیل‌ها و فیلترهای مکانی،
- فیلترها در قلمرو فرکانس: تبدیل فوریه یک بعدی و دو بعدی و خواص آن، فیلترهای مختلف در حوزه فرکانس
- بهسازی تصاویر در حوزه مکان و فرکانس: هموارسازی و رفع نویز از تصویر، واضح سازی تصویر
- بازگردانی تصاویر: انواع خرابیها، مدل نویز، روشهای بازگردانی تصاویر، تخریب هندسی تصاویر
- فشرده سازی تصویر: معرفی انواع افزونگی در تصویر، انواع و خواص کدکننده‌ها، اجزای اصلی کدکننده JPEG
- پردازش تصاویر رنگی
- پردازش تصویر با استفاده از ریخت‌شناسی: انواع عملگرهای ریخت شناسی در تصاویر دوسطحی و سطح خاکستری، کاربردهای ریخت شناسی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] R. C. Gonzalez, and R. E. Woods, Digital Image Processing, 4th Edition, Pearson publishing Co., 2017.

[2] W. Pratt, Digital Image Processing,2nd Edition, John Willy, 2007.

عنوان درس به فارسی:	پنهان‌سازی اطلاعات		
عنوان درس به انگلیسی:	Information Hiding		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		☑ نظری ☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	–		☐ عملی ☐ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳		☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی

هدف کلی

هدف این درس، ایجاد درک صحیح در ارتباط با مبحث اختفای اطلاعات و نکات امنیتی مطرح در آن است. در این درس تکنیک‌های مختلف و مهم نشانه گذاری و نهان نگاری به همراه کاربردهای مختلف آن‌ها که رشد فزاینده‌ای برای محیط‌های چندرسانه‌ای دارند، مورد بررسی قرار خواهند گرفت. در ادامه روش‌های مختلف نهان کاوی مورد بحث قرار می‌گیرد.

سرفصل‌ها

- مقدمات: تاریخچه، پنهان سازی اطلاعات، نشانه گذاری، نهان نگاری، نهان کاوی، کاربردها و شاخص‌های ارزیابی
- مروری کوتاه بر روی مباحث پیش نیاز درس: آمار و احتمال، جبرخطی، امنیت
- نشانه گذاری: مدلسازی سیستم‌های نشانه گذاری، تحلیل خطا، امنیت نشانه گذاری
- انواع روش‌ها: نشانه گذاری با اطلاعات جانبی، استفاده از مدل‌های ادراکی، تکنیک‌های نشانه گذاری
- مقاوم، تایید محتوا
- معرفی روش‌های نشانه گذاری اخیر
- نهان نگاری: اصول نهان نگاری و امنیت
- انواع روش‌های نهان نگاری: سیستم‌های جانشینی، تکنیک‌های حوزه تبدیل، طیف گسترده، نهان نگاری آماری
- معرفی روش‌های نهان نگاری اخیر
- نهان کاوی: مفاهیم اولیه و انواع حملات
- انواع روش‌های نهان کاوی: نهان کاوی در حوزه مکان؛ نهان کاوی در حوزه تبدیل، نهان کاوی حین کدگذاری
- معرفی مهم‌ترین روش‌های نهان کاوی اخیر

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۶۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] I.J. Cox, M.L. Miller, J.A. Bloom, J. Fridrich and T. Kalker, Digital Watermarking and Steganography, Second Edition, Elsevier, Morgan Kaufmann Publishers, 2008.

[2] H. T. Sencar, M. Ramkumar, and A. N. Akansu, Data Hiding Fundamentals and Applications Content Security in Digital Media, Elsevier Academic Press, 2004.

[3] Stefan Katzenbeisser, and F.A. P. Petitcolas, Information Hiding Techniques for Steganography and DigitalWatermarking, Artech House, 2000.

عنوان درس به فارسی:	پردازش زبان‌های طبیعی		
عنوان درس به انگلیسی:	Natural Language Processing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با روش‌های ایجاد توانایی فهم زبان طبیعی در محیط کامپیوتر است. از سیستم‌های مبتنی بر پردازش زبان می‌توان به سیستم‌های پرسش و پاسخ، تحلیل احساس، استخراج اطلاعات، ترجمه ماشینی، و خلاصه‌سازی متون اشاره کرد. مهم‌ترین گام در راستای طراحی چنین سیستم‌هایی آشنایی با روش‌های پردازش زبان طبیعی است که بیشتر بر مبنای الگوریتم‌های آماری عمل می‌کنند. در این درس، به معرفی روش‌های پردازش زبان طبیعی از جمله برچسب‌زنی اجزای کلام، تجزیه نحوی زبان، تشخیص موجودیت‌های نامدار، تحلیل معنایی، برچسب‌گذاری نقش معنایی، و تشخیص موضوع پرداخته خواهد شد.

سرفصل‌ها

- آشنایی با مفاهیم اولیه پردازش زبان طبیعی
- پیش‌پردازش متن: واحدسازی، بهنجارسازی، ریشه‌یابی، بن‌واژه‌سازی، تصحیح خطای املایی
- مدل‌های زبانی: مدل‌های زبانی احتمالاتی و عصبی، ارزیابی مدل‌های زبانی
- بازنمایی متن: بازنمایی مبتنی بر واژه، بازنمایی ایستای کلمات مبتنی بر جبر خطی و شبکه عصبی
- دسته‌بندی و خوشه‌بندی متن
- مدل‌سازی دنباله‌ای متن: مدل مخفی مارکوف، میدان تصادفی شرطی، مدل‌سازی عصبی دنباله‌ای
- برچسب‌زنی اجزای کلام و تشخیص موجودیت‌های نامدار
- مدل‌های دنباله‌به‌دنباله: مدل‌های کدگذار-کدگشا، مکانیزم توجه، مبدلها
- بازنمایی پویا مبتنی بر بافت و مدل‌های زبانی بزرگ
- تجزیه نحوی زبان: تجزیه نحوی و آماری مبتنی بر سازه، تجزیه وابستگی
- تحلیل معنایی متن: رفع ابهام معنایی کلمات، برچسب‌گذاری نقش معنایی
- سامانه‌های کاربردی: تحلیل احساس، ترجمه و خلاصه‌سازی متون، پرسش و پاسخ، سامانه‌های مکالمه‌محور

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۷۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Jurafsky and J. Martin, *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition*. 3rd Edition (draft), 2025.

[2] Yoav Goldberg. *A Primer on Neural Network Models for Natural Language Processing*. 2015.

عنوان درس به فارسی:	پردازش زبان‌های طبیعی پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Natural Language Processing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی با مفاهیم پیشرفته در پردازش و تولید زبان طبیعی می‌باشد. استفاده از ترنسفورها در پردازش زبان طبیعی با ساختارهای متفاوت کدگذار، کدگشا و کدگذار-کدگشا محور اصلی مطالب می‌باشد. بر همین اساس مدل‌های زبانی بزرگ که در حال حاضر مهم‌ترین بخش مدل‌های پیشرفته پردازش و تولید زبان طبیعی می‌باشند معرفی خواهند شد. جزئیات و اجزای هریک از مدل‌ها و همچنین چالش‌های مرتبط با داده‌های آموزش آن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر مدل‌های زبانی بزرگ
- استراتژی‌های آموزشی: پیش‌آموزش و تنظیم دقیق، یادگیری انتقالی، یادگیری خودنظارتی، تقطیر دانش
- مبدلها: مدل‌های کدگذار، مدل‌های کدگشا، مدل‌های کدگذار-کدگشا، کدگذار موقعیتی، واحدسازی زیرکلمه
- داده‌ها در مدل‌های زبانی بزرگ: مقیاس‌پذیری، امنیت و حریم خصوصی، ملاحظات قانونی، انواع تمایلات، اهانت‌ها، تعصب‌ها و اطلاعات غلط در داده
- ارزیابی مدل‌های زبانی بزرگ: چالش‌ها، معیارهای ارزیابی، ارزیابی انسانی، ارزیابی مبتنی بر شبکه مولد تقابلی
- یادگیری تقویتی در پردازش زبان طبیعی: آموزش مدل‌ها با دستورالعمل، آموزش مدل‌ها با بازخورد انسانی
- ساخت مدل‌های زبانی بزرگ: مدل‌سازی با مبدلها، پرامپت و یادگیری درون بافتی، آموزش مدل‌های بهینه محاسباتی، موازی‌سازی، انطباق، آموزش چندزبانه، آموزش چندوجهی
- مدل‌سازی اطلاعات: گراف دانش، استخراج اطلاعات، مدل‌های زبانی بزرگ مبتنی بر بازیابی اطلاعات و دانش
- وظایف فهم زبان طبیعی با مدل‌های زبانی بزرگ: تجزیه معنایی، چت‌بات‌ها، تشخیص بازنویسی، استنتاج و استدلال زبان
- وظایف تولید زبان طبیعی با مدل‌های زبانی بزرگ: خلاصه‌سازی متن، تولید کد، تولید داستان، تولید متن از داده، تولید متن بازنویسی شده
- شبکه‌های گراف برای پردازش زبان: رویکردهای مبتنی بر گراف برای پردازش متن، ساخت و آموزش بازنمایی گراف برای پردازش متن، مدل‌های کدگذار-کدگشای گراف برای پردازش متن

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Jurafsky and J. Martin, Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition. 3rd Edition (draft), 2024.

[2] J. Eisenstein. *Introduction to Natural Language Processing* , the MIT Press, 2019.

عنوان درس به فارسی:	بازیابی هوشمند اطلاعات		
عنوان درس به انگلیسی:	Intelligent Information Retrieval		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس گسترش اطلاعات دانشجویان در زمینه بازیابی اطلاعات است. در این درس پس از پرداختن به مفاهیم پایه بازیابی اطلاعات و موتورهای جستجو، مدل‌های پیشرفته بازیابی اطلاعات که ریشه در مباحث هوش مصنوعی دارند معرفی می‌شوند. از جمله این روش‌ها می‌توان به مدل‌های مبتنی بر مدل زبانی، یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی اشاره نمود. همچنین کاربردهای ویژه و پیشرفته بازیابی اطلاعات و موتورهای جستجو، از جمله سیستم‌های توصیه‌گر، پیشنهاد پرسمان جستجو، شخصی‌سازی جستجو، سیستم‌های پرسش و پاسخ و خبره‌یاب، و بازیابی اطلاعات بین‌زبانی و چندوجهی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر بازیابی اطلاعات و ساختار موتورهای جستجو
- مروری بر روش‌های پایه بازیابی اطلاعات: مدل‌های بولی، فضای برداری، احتمالاتی
- روش‌های ارزیابی در بازیابی اطلاعات
- بازیابی اطلاعات مبتنی بر مدل زبانی
- روش‌های حل مشکل عدم تطابق واژگانی: روش‌های بازخورد مرتبط، روش‌های مبتنی بر مدل زبانی
- بازیابی اطلاعات مبتنی بر مدل‌های یادگیری برای رتبه‌بندی
- بازیابی اطلاعات مبتنی بر شبکه عصبی
- مدل‌های زبانی بزرگ و بازیابی اطلاعات
- بازیابی اطلاعات بین‌زبانی و بازیابی اطلاعات چندوجهی
- تحلیل داده‌های پرسمان جستجو: پیشنهاد پرسمان جستجو، شخصی‌سازی جستجو
- سامانه‌های توصیه‌گر: توصیه مبتنی بر محتوا، توصیه مبتنی بر پالایش مشارکتی، مدل‌های توصیه عصبی
- سامانه‌های کاربردی: پرسش و پاسخ، خبره‌یابی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] W. B. Croft, D. Metzler, and T. Strohman. *Search Engines: Information Retrieval in Practice*. Pearson, 2010.

[2] C. Manning, P. Raghavan, and H. Schutz. *Introduction to Information Retrieval*. Cambridge University Press, 2008.

[3] R. Baeza-Yates and B. Ribeiro-Neto. *Modern Information Retrieval: The Concepts and Technology behind Search*. ACM Press, 2010.

[4] S. Ceri, A. Bozzon, M. Brambilla, E.D. Valle, P. Fraternali and S. Quarteroni. *Web Information Retrieval*. Springer, 2013.

عنوان درس به فارسی:	پردازش گفتار		
عنوان درس به انگلیسی:	Speech Processing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		☑ نظری ☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	–		☐ عملی ☐ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳		☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی با مباحث نظری و عملی در پردازش گفتار و کاربردهای مختلف آن و نیز روش‌های پایه و روش‌های جدید در هریک از زمینه‌های کاربردی است. در ابتدا مروری بر مباحث آواشناسی، واجشناسی، ساختار تکلمی و شنیداری گفتار در انسان، رقمی‌سازی، پیش‌پردازش و استخراج ویژگی از سیگنال گفتار مطرح و سپس کاربردهای مطرح در پردازش گفتار شامل بازشناسی گفتار و گوینده، سنتز گفتار، فشرده‌سازی و کدسازی گفتار و بهسازی گفتار ارائه می‌شود.

سرفصل‌ها

- معرفی: شاخه‌های پردازش گفتار، علوم مورد استفاده، کاربردها، تاریخچه مختصر و زنجیره گفتاری
- مفاهیم زبان‌شناسی: آواشناسی، واج‌شناسی، آوا، واج (همخوان، واکه و ویژگی‌های آن‌ها)، هجا، واژک، واژه و آوانویسی
- آناتومی و اجزاء سیستم تولید گفتار در انسان
- بررسی سیستم شنیداری در انسان: گوش بیرونی، گوش میانی و گوش درونی، ادراک انسان از فرکانس و بلندی صدا
- رقمی‌سازی سیگنال گفتار، پیش‌پردازش گفتار (فریم‌بندی، پنجره‌گذاری و پیش‌تاکید)، استخراج ویژگی، طیف‌نگار
- مروری بر روش‌های یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی عمیق
- تشخیص فعالیت صوتی (VAD)
- بازشناسی گفتار: تعاریف، انواع، مدل صوتی، مدل زبانی، انواع روش‌های بازشناسی مبتنی بر HMM، DNN، DNN-HMM و مبتنی بر یادگیری عمیق
- پیکره‌های صوتی بزرگ انگلیسی و فارسی و نیز ابزارهای تولید و برچسب گذاری
- بازشناسی گوینده: تعاریف، انواع، مدل کردن گوینده به روش‌های مختلف، تعیین سطح آستانه تصمیم‌گیری، بهنجارسازی امتیاز
- سنتز گفتار: انتخاب واحدهای آوایی، روش‌های سنتز پیوندی، انتخاب واحد، سنتز مبتنی بر مدل مخفی مارکوف و یادگیری عمیق
- فشرده‌سازی و کد کردن گفتار: کدگذاری شکل موج، وکودرها، روش‌های مبتنی بر یادگیری عمیق، ارزیابی کیفیت گفتار
- بهسازی گفتار

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۷۰ درصد نمره

- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] Lawrence R. Rabiner, Ronald R. Schafer. *Theory and Applications of Digital Speech Processing*. Pearson, 2009.

[2] John R. Deller, John H. L. Hansen, John G. Proakis. *Discrete-Time Processing of Speech signals*. IEEE Press, 908P, 2000.

[3] X. Huang, A. Acero, H. W. Hon. *Spoken Language Processing, A Guide to Theory, Algorithm, and System Development*. Chapters 14, 15, and 16, Prentice Hall, 935P, 2000.

[۴] محمدمهدی همایون‌پور، پژوهشنامه تبدیل متن به گفتار، شورای عالی اطلاع‌رسانی، 536 صفحه، 1391.

[۵] حسین صامتی، پژوهشنامه بازشناسی خودکار گفتار، شورای عالی اطلاع‌رسانی، 1390.

عنوان درس به فارسی:	بازشناسی گفتار و گوینده		
عنوان درس به انگلیسی:	Speech and Speaker Recognition		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنا نمودن دانشجویان با اصول بازشناسی گفتار و گوینده است. درس بعد از معرفی مقدمات، با روش‌های مبتنی بر مدل مخفی مارکوف شروع می‌شود. سپس مدل‌های ترکیبی HMM-DNN به همراه توضیح مسائل مختلف آن آورده می‌شود. در ادامه بعد از معرفی روش CTC، مدل‌های انتها به انتها برای بازشناسی گفتار شرح داده می‌شوند. سپس روش‌های مرسوم و جدید بازشناسی گوینده و نکات مهم این موضوع توضیح داده خواهند شد و در انتها نیز روش‌های پیش آموزش شبکه‌های عصبی و چندین مدل از آن‌ها برای بازشناسی گفتار و گوینده آموزش داده می‌شوند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: تعریف بازشناسی گفتار خودکار و گوینده، تاریخچه، آشنایی با پردازش سیگنال دیجیتال، استخراج ویژگی، واج‌شناسی، تولید و ادراک گفتار
- مدل مخفی مارکوف (HMM) پیوسته و گسسته، مدل مخلوط گاوسی (GMM)، شبکه‌های عصبی، مدل‌های کدگذار و کدکشا، مدل مبدل و انواع استراتژی‌های آموزش
- مدل‌های زبانی N-gram و مبتنی بر شبکه‌های عصبی در بازشناسی گفتار، بازشناسی گفتار بر مبنای HMM، مدل‌سازی مستقل و وابسته به بافت، بازشناسی کلمات مجزا و متصل
- بازشناسی گفتار با واژگان بزرگ، ترکیب مدل‌زبانی با HMM، روش‌های کاهش پیچیدگی محاسباتی مثل هرس
- مدل‌های آکوستیک بر مبنای DNN و بازشناسی گفتار ترکیبی HMM-DNN
- کدگشایی وابسته به بافت، جستجوی شعاعی و تطبیق به گوینده، مبدل‌های حالت محدود وزن‌دار (WFST)
- دسته‌بندی زمانی پیوندگرا (CTC) و بازشناسی گفتار انتها به انتها (E2E)، بررسی مدل‌های Deep Speech، LAS، RNN-T و Conformer
- مدل‌های زبانی و شیوه استفاده از آن‌ها در مدل‌های انتها به انتها
- بازشناسی گوینده و دسته‌بندی آن، معیارهای ارزیابی، مدل‌های مرسوم HMM و GMM-UBM، ابر بردار میانگین و SVM، تحلیل عامل مشترک (JFA) و بردار هویت (i-vector) و دسته‌بند PLDA
- روش‌های استخراج بردار تعبیه گوینده با استفاده از شبکه‌های عصبی، روش‌های d-vector و x-vector، ویژگی‌های گلوگاهی، یادگیری معیارهای فاصله و توابع زیان
- روش‌های مختلف جعل در سامانه‌های بازشناسی گوینده و روش‌های مقابله با آن‌ها، تقطیع گوینده
- روش‌های مبتنی بر یادگیری خود نظارتی برای بازشناسی گفتار و گوینده، مدل‌های بر پایه یادگیری تباینی، مدل‌های چند وظیفه‌ای

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۷۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Yu, L. Deng. *Automatic speech recognition: A deep learning approach*. Springer, 2015.

[2] L. Rabiner, B.-Hwang Juang. *Fundamentals of Speech Recognition*. Prentice Hall, 1993.

[3] D. Jurafsky and J. H. Martin. *Speech and Language Processing*. 3rd Edition, 2023.

[4] H. Beigi. *Fundamentals of Speaker Recognition*. Springer, 2011.

عنوان درس به فارسی:	تبدیل متن به گفتار		
عنوان درس به انگلیسی:	Text-to-Speech Conversion		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی با مباحث نظری و عملی در زمینه تبدیل اطلاعات مکتوب به فرم گفتاری و کاربردهای آن و نیز روش‌های پایه و روش‌های جدید در ساخت یک سامانه تبدیل متن به گفتار است. در ابتدا مروری بر مباحث آواشناسی، واج شناسی، ساختار تکلمی در انسان، رقمی‌سازی، پیش‌پردازش و استخراج ویژگی از سیگنال گفتار مطرح و سپس اجزاء یک سامانه تبدیل متن به گفتار شامل تحلیل‌های متنی، تحلیل‌های آوایی، تحلیل‌های نوایی و نهایتا بخش سنتز کننده مورد بحث قرار می‌گیرد. معیارهای ارزیابی خروجی یک سامانه تبدیل متن به گفتار معرفی و چگونگی بکارگیری مفاهیم زبان شناسی، پردازش زبان طبیعی، پردازش سیگنال‌های رقمی، یادگیری ماشین و یادگیری عمیق در بخش‌های مختلف یک سامانه تبدیل متن به گفتار مطرح می‌گردد.

سرفصل‌ها

- معرفی: تعریف، معرفی فواید و کاربردهای تبدیل متن به گفتار
- مفاهیم زبان‌شناسی: آواشناسی، واج‌شناسی، آوا، واج (همخوان، واکه و ویژگی‌های آن‌ها)، هجا، واژک، واژه و آوانویسی
- آناتومی و اجزاء سیستم تولید گفتار در انسان
- رقمی‌سازی سیگنال گفتار، پیش‌پردازش گفتار: فریم‌بندی، پنجره‌گذاری و پیش‌تاکید، استخراج ویژگی، طیف‌نگار
- مروری بر روش‌های یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی عمیق، تعبیه کلمات و گفتار، طراحی واژگان و دادگان‌های گفتاری و متنی مورد نیاز
- تحلیل‌های متنی: واحدسازی و هنجارسازی متن، تعیین نوع دستوری کلمات، تجزیه جمله به عبارت‌های نحوی
- تحلیل‌های آوایی: استفاده از واژگان، رفع ابهام از همنویسه‌ها، تحلیل تکواژ شناختی، تشخیص کسره اضافه، تبدیل حرف به صدا
- تحلیل‌های نوایی: پارامترهای نوا، نوانویسی، مدل‌سازی مکث، کشش، زیروبمی و شدت
- روش‌های کلاسیک سنتز گفتار: مدل کلات، سنتز پیوندی، سنتز به روش انتخاب واحد، سنتز مبتنی بر مدل مخفی مارکوف
- وکودرها: رویکردهای سنتی، رویکردهای مبتنی بر شبکه عصبی، مبتنی بر GAN، مبتنی بر مدل انتشار
- سنتز گفتار با استفاده از شبکه‌های عصبی و مدل‌های انتها به انتها، ارزیابی سیستم‌های سنتز گفتار: روش‌های ذهنی و عینی
- سنتز گفتار با قابلیت تطبیق با گوینده و سنتز با قابلیت کنترل صدا (سرعت، نوا، احساس، سبک و ...)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۷۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[۱] محمدمهدی همایون‌پور، پژوهشنامه تبدیل متن به گفتار، شورایعالی اطلاع‌رسانی، 1391.

[2] S. Furui. *Digital Speech Processing, Synthesis, and Recognition*. CRC Press, 2000.

[3] E. Keller, G. Bailly, A. Monaghan, J. Tekren, M. Huckvale. *Improvements in Speech Synthesis*. Wiley, 2002.

[4] P. Taylor. *Text to Speech Synthesis*. 2009.

عنوان درس به فارسی:	مکان‌یابی و ناوبری ربات		
عنوان درس به انگلیسی:	Robot Localization and Navigation		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با مفاهیم و اصول نقشه‌برداری و مکان‌یابی ربات در محیط است. تمرکز درس بر روی انواع روش‌های تخمین احتمالاتی حالت ربات و کاربردهای آن در مسائلی همچون مکان‌یابی، نقشه برداری، و هدایت ربات خواهد بود. دانشجویان در کنار آشنایی با انواع مختلف مکان‌یابی و نقشه‌برداری همزمان، با انجام پروژه‌های متعدد با استفاده از داده‌های واقعی نسبت به موضوع درس تسلط و آشنایی کامل پیدا می‌کنند.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر مکان‌یابی و نقشه‌سازی ربات
- فیلتر بیز و مدل‌های مرتبط
- فیلتر کالمن، فیلتر کالمن توسعه‌یافته و مکان‌یابی و نقشه‌سازی همزمان مبتنی بر فیلتر کالمن توسعه‌یافته
- فیلتر کالمن بی اثر، فیلتر اطلاعات توسعه‌یافته و مکان‌یابی و نقشه‌سازی همزمان پراکنده مبتنی بر فیلتر اطلاعات توسعه‌یافته
- مقدمه‌ای بر فیلتر ذره و مکان‌یابی و نقشه‌سازی همزمان سریع
- رویکردهای کمترین مربعات برای مکان‌یابی و نقشه‌سازی همزمان
- مکان‌یابی و نقشه‌سازی همزمان مبتنی بر گراف
- گرادیان کاهشی برای مکان‌یابی و نقشه‌سازی همزمان
- مباحث روز در حوزه مکان‌یابی و نقشه‌سازی همزمان

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] S. Thrun, W. Burgard, and D. Fox. *Probabilistic Robotics*. MIT Press, Cambridge, MA, 2005.

[2] R. Siegwart, I. R. Nourbakhsh, and D. Scaramuzza. *Introduction to Autonomous Mobile Robots*. 2nd Edition, MIT Press, 2011.

[3] B. Siciliano and O. Khatib. *Springer Handbook of Robotics*. Springer, 2008.

عنوان درس به فارسی:	مقدمه‌ای بر علوم اعصاب		
عنوان درس به انگلیسی:	Introduction to Neuroscience		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی با آناتومی و فیزیولوژی مغز و اعصاب انسان است. در این درس ابتدا مغز در حد سلول و نرون معرفی می‌شود و سپس ساختار سامانه‌های عصبی مانند سیستم عصبی بینایی، سیستم عصبی حسی-حرکتی، سیستم عصبی شنوایی و دیگر سیستم‌های عصبی مغز معرفی می‌شوند.

سرفصل‌ها

- تاریخچه علوم اعصاب
- ساختار سلولی و مولکولی دستگاه عصبی
- انتقال دهنده‌های عصبی
- ساختار و عملکرد سیستم‌های عصبی
- سیستم عصبی و ارتباطات آن‌ها
- سیستم‌های عصبی حسی- حرکتی
- سیستم بینایی
- سیستم شنوایی و گویایی
- سیستم‌های پاداش‌دهی در مغز
- سیستم توجه، تصمیم‌گیری

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. Zigmond, ed. *Fundamental Neuroscience*. Academic Press, 1999.

[2] F. M. Bear et al.. *Neuroscience: Exploring the Brain*. Wolters Kluwer, 2016.

[3] E. R. Kandel et al., eds. *Principles of Neural Science*. McGraw-hill, 2000.

عنوان درس به فارسی:	علوم شناختی محاسباتی		
عنوان درس به انگلیسی:	Computational Cognitive Science		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی با سامانه‌های عصبی مغز و اعصاب است. در این درس ابتدا ساختار سامانه‌های عصبی مانند سیستم عصبی بینایی، سیستم عصبی حسی - حرکتی، سیستم عصبی شنوایی و دیگر سیستم‌های عصبی مغز معرفی می‌شوند و سپس مدل‌های محاسباتی انها مورد تجزیه و تحلیل قرار میگیرند.

سرفصل‌ها

- ساختار و عملکرد سیستم‌های عصبی
- مدل‌های محاسباتی سلول‌های عصبی
- سیستم‌های پاداش‌دهی در مغز و مدل‌های محاسباتی آن
- سیستم توجه، تصمیم‌گیری و مدل‌های محاسباتی آن
- کدگذاری و کدگشایی در سیستم‌های عصبی و مدل‌های محاسباتی آن
- تحلیل رفتاری و سلولی یادگیری و حافظه و مدل‌های محاسباتی آن
- شناخت اشیاء و بازنمایی سطوح عالی شناختی و مدل‌های محاسباتی آن
- حافظه یادآوری و فراموشی و مدل‌های محاسباتی آن‌ها
- یادگیری و توجه و مدل‌های محاسباتی آن‌ها
- تصاویر، مفاهیم، زبان و مدل‌های محاسباتی آن‌ها
- استدلال و حل مسئله، تفکر آگاه و ناخودآگاه و مدل‌های محاسباتی آن‌ها

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] F. M. Bear et al.. *Neuroscience: Exploring the Brain*. Wolters Kluwer, 2016.

[2] W. Gerstner et al.. *Neuronal Dynamics: From Single Neurons to Networks and Models of Cognition*. Cambridge University Press, 2014.

[3] D. Reisberg. *Cognition: Exploring the Science of the Mind*. Norton, 2001.

[4] T. Malim. *Cognitive Processes: Attention, Perception, Memory, Thinking and Language*. Red Globe Press, 1994.

عنوان درس به فارسی:	برنامه‌ریزی در هوش مصنوعی		
عنوان درس به انگلیسی:	Planning in Artificial Intelligence		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی با مفاهیم و رویکردهای برنامه‌ریزی هوشمند می‌باشد. برنامه‌ریزی هوشمند در موضوعات مختلفی به ویژه کنترل ربات و مسائلی که نیازمند استدلال در مورد کنش‌ها هستند، کاربرد دارد. برنامه‌ریزی هوشمند در دهه‌های اخیر پیشرفت‌های چشم‌گیری داشته است. در این درس طیف گسترده‌ای از روش‌های کلاسیک، مدرن و ابتکاری‌برنامه‌ریزی پوشش داده می‌شود. همچنین مباحث پیشرفته برنامه‌ریزی از جمله مفهوم زمان و برنامه‌ریزی زمانی نیز معرفی می‌شود.

سرفصل‌ها

- مقدمه و تاریخچه
- برنامه‌ریزی کلاسیک: مدل مفهومی برنامه‌ریزی، نمایش مسائل برنامه ریزی، برنامه ریزی مبتنی بر فضای حالات و فضای برنامه
- برنامه‌ریزی کلاسیک مدرن: برنامه‌ریزی مبتنی بر تحلیل گراف، برنامه‌ریزی از طریق ارضاپذیری
- روش‌های ابتکاری برنامه‌ریزی: استفاده از توابع ابتکاری، هرس فضا با قواعد کنترلی، برنامه‌ریزی سریع جلورو
- برنامه‌ریزی سلسله مراتبی
- برنامه‌ریزی زمانی
- برنامه‌ریزی شرطی و غیرقطعی
- برنامه‌ریزی و اجرا
- برنامه‌ریزی بازگشتی
- فرابرنامه‌ریزی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. Ghallab, D. Nau, and P. Traverso. *Automated Planning: Theory and Practice*. Morgan Kaufmann, 2004.

[2] S. Russel and P. Norvig, Artificial Intelligence: a Modern Approach, Prentice Hall, 2005.

عنوان درس به فارسی:	رباتیک شناختی		
عنوان درس به انگلیسی:	Cognitive Robotics		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		☑ نظری ☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	–		☐ عملی ☐ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳		☑ تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با اصول طراحی ربات‌های حوزه توانبخشی است و شامل طیف متنوعی از مباحث از جمله موضوعات فنی مانند سینماتیک و کنترل ربات تا مباحث کلان‌تر از جمله موضوعاتی مانند زیست‌شناسی و طراحی مطالعات بالینی برای ارزیابی کارایی ربات‌های توانبخشی می‌شود. ربات‌های هدف این درس شامل طیف وسیعی از ربات‌های توانبخشی از جمله ربات‌های توانبخشی پایین تنه، بالاتنه و ربات‌های اجتماعی و شناختی خواهد بود.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر رباتیک شناختی و مفاهیم «شناخت» و «توسعه»
- رباتیک شناختی: مبدا و تاریخچه
- علم اعصاب: پیش‌زمینه‌ای برای ساخت ربات‌های شناختی
- مروری بر اجزای ربات (حسگرها و محرکه‌ها) و انواع آن، و عملکرد ربات (چرخه مشاهده-تفکر-اقدام: ادراک، مکان‌یابی، نقشه‌سازی، طرح‌ریزی حرکت و کنترل)
- سکوها و شبیه‌سازها در حوزه رباتیک شناختی
- معرفی کاربردهای یادگیری ماشین در رباتیک شناختی: یادگیری در بینایی، یادگیری در حس لامسه، گرفتن و دستکاری اشیاء، یادگیری زبان، یادگیری تقلیدی
- معماری‌های شناختی: انواع، اجزاء سازنده، بررسی نمونه‌هایی از معماری‌های شناختی در حوزه رباتیک نظیر CRAM، DREAM یا ISAC
- اصول طراحی ربات‌های شناختی: عمل و بازخورد، رفتار تطبیقی، موازنه‌های رفتاری
- توانمندی‌های شناختی: بینایی شناختی، ناوبری شناختی، تصمیم‌گیری شناختی، دستکاری شناختی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. Cangelosi and M. Asada. Cognitive Robotics, MIT Press, 2022.

[2] T. Hwu and J. Krichmar. *Neurorobotics: Connecting the Brain, Body, and Environmen*. MIT Press, 2022.

عنوان درس به فارسی:	تعامل انسان با ربات		
عنوان درس به انگلیسی:	Human-Robot Interaction		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با مسائل، چالش‌ها و راهکارهای مطرح در طراحی و به‌کارگیری ربات‌های اجتماعی است. به طور ویژه، دو هدف درک ناکارآمدی روش‌های سنتی رباتیک در حوزه ربات‌های اجتماعی و ارائه راهکارهایی جهت افزایش سطح تعامل‌پذیری ربات‌های اجتماعی از جنبه‌های مختلف ارتباط فضای، غیرکلامی و کلامی مورد توجه این درس است.

سرفصل‌ها

- تعریف تعامل انسان و ربات، تفاوت با حوزه رباتیک سنتی و کاربردها
- مروری بر اجزای ربات: حسگرها، محرکه‌ها و انواع آن‌ها
- عملکرد ربات: چرخه مشاهده-تفکر-افدام، ادراک، مکان‌یابی، نقشه‌سازی، طرح‌ریزی حرکت و کنترل
- نکات حائز اهمیت در طراحی ربات اجتماعی: الگوهای متداول طراحی، ارتباط ربات با اشیاء محیط اطراف (Affordances)، نگرش انسانی برای ربات (Anthropomorphism)
- تعامل فضایی (Spatial Interaction): مفهوم و اهمیت مجاورت و رعایت فواصل اجتماعی در تعاملات مختلف، موازنه بین اهداف رباتیکی و اهداف اجتماعی در تعاملات در وظایف مختلف ربات‌های اجتماعی، نقش ایما (Gesture) در تعاملات
- مطالعه موردی ۱: مسیریابی و ناوبری ربات آگاه از انسان و چگونگی شکل‌دهی مؤثر یک ارتباط بین انسان و ربات، نزدیک شدن به انسان، پاسخ به نزدیک‌شدن انسان، مدلهای زبانی بزرگ، خودیادگیری ربات
- مطالعه موردی ۲: تعاملات اجتماعی در دسترسی و تحویل در بازوی رباتیکی
- تعامل کلامی (Verbal Interaction): مروری بر اجزای گفتار، تفاوت زبان نوشتار و گفتار، VAD، ASR، فهم زبان، مدیریت گفت‌وشنود
- مطالعه موردی ۳: هماهنگی زبان بدن و محتوای تعامل کلامی
- عواطف (Emotions): تشخیص احساس مخاطب، پاسخ رفتاری متناسب با احساس، ابزار احساس توسط ربات
- اعتماد (Trust): مدل‌سازی اعتماد در روابط انسان-ربات و ربات-ربات

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] Bartneck, Christoph, Tony Belpaeme, Friederike Eyssel, Takayuki Kanda, Merel Keijsers, and Selma Šabanović. *Human-robot interaction: An introduction.* Cambridge University Press, 2020.

[2] Korn, Oliver, ed. *Social robots: technological, societal and ethical aspects of human-robot interaction.* Berlin/Heidelberg, Germany: Springer, 2019.

گرایش معماری سیستم‌های کامپیوتری

عنوان درس به فارسی:	معماری کامپیوتر پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Computer Architecture		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی با مفاهیم پیشرفته در معماری کامپیوتر شامل پردازش موازی، حافظه، سیستم‌های چندپردازشی و چندهسته‌ای است که کارایی پردازنده و سلسله مراتب سیستم حافظه را برای اجرای برنامه‌های کاربردی مختلف افزایش می‌دهد.

سرفصل‌ها

- تعاریف و کلیات
- سیستم‌های سریع حافظه
- معماری خط لوله‌ای
- کامپیوترهای برداری
- شبکه میان ارتباطی
- سیستم‌های چند پردازنده و چند کامپیوتر
- پردازنده‌های چندهسته‌ای (multicore) و پرهسته‌ای (many core)
- مدل‌های پردازش موازی و زبان‌های برنامه‌سازی موازی
- تسریع ارزان قیمت
- محاسبات توزیع‌شده، رایانش Grid

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] J. L Hennessy and D. A. Patterson. *Computer Architecture: A Quantitative Approach*. Morgan Kaufmann, 6th Edition, 2017.

[2] S. G. Shiva. *Advanced Computer Architecture*. CRC Press, 2006.

عنوان درس به فارسی:	طراحی مدارهای مجتمع پرتراکم پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced VLSI Design		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس ارائه فرایند طراحی مدار مجتمع به‌صورت کاملاً استاندارد است. در این دوره، تکنیک‌های طراحی مدارات VLSI در فناوری MOS ارائه می‌شود. موضوعات این درس شامل نظریه ترانزیستور MOS، فناوری پردازش CMOS، روش‌های طراحی VLSI، تحلیل مدار دیجیتال MOS و تکنیک‌های مختلف طراحی مدار CMOS می‌شود. در طول دوره، سیستم‌های دیجیتالی یکپارچه طراحی و شبیه‌سازی می‌شوند و از ابزارهای طراحی VLSI استفاده می‌شود. در پایان دوره، دانشجویان قادر خواهند بود فرایند طراحی VLSI سنتی را درک و تجربه کنند و پس‌زمینه کافی را برای دوره‌های پیشرفته‌تر در این حوزه به‌دست آورند.

سرفصل‌ها

- معرفی مباحث اساسی در حوزه طراحی مدارهای VLSI و توجیه اهمیت این حوزه در صنعت الکترونیک.
- مروری بر جریان کاری و فرایندهای مربوط به طراحی مدارهای VLSI و مختصری از روش‌های مهم طراحی در این حوزه.
- توضیح فرایندهای تولید CMOS و مراحل مختلف ساخت مدارهای دیجیتال با استفاده از این تکنولوژی.
- مروری بر نظریه ترانزیستور و معرفی ناایده‌الی‌های مربوط به عملکرد ترانزیستورها.
- مفاهیم اساسی نظریه مقیاس‌پذیری در تکنولوژی VLSI و تأثیر آن بر طراحی مدارها.
- مطالعه روش‌ها و تکنیک‌های مختلف برای کاهش مصرف توان و انرژی در مدارهای VLSI.
- معرفی نرم‌افزار SPICE و روش‌های تحلیل مدار، همچنین شبیه‌سازی مدارها با استفاده از این ابزار.
- بررسی روش‌ها و تکنیک‌های مورد استفاده برای طراحی مدارهای ترکیبی و معرفی خانواده‌های مختلف مدارها.
- تحلیل و بهینه‌سازی تاخیر با تحلیل مدل المور و تلاش منطقی برای مدارهای متقارن و نامتقارن.
- مفاهیم اساسی و روش‌های طراحی مدارهای ترتیبی و تأثیر آن‌ها بر عملکرد مدار.
- بررسی مفاهیم و روش‌های طراحی افزودنی‌ها و مسیرهای داده در مدارهای VLSI.
- معرفی مبانی طراحی حافظه در مدارهای VLSI و روش‌های طراحی مدارهای حافظه.
- آشنایی با مبانی و مفاهیم مرتبط با اتصالات در مدارهای VLSI.
- بررسی عوامل مرتبط با بسته‌بندی، توان و سیگنال‌های ساعت در مدارهای VLSI.
- مطالعه مفاهیم و مسائل مربوط به قابلیت اطمینان و پایداری مدارهای CMOS.

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره

- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] Wayne Wolf. *Modern VLSI Design, System-on-Chip Design*. 3rd Edition, Course Handouts, 2004.

[2] N. Weste and D. Harris, CMOS VLSI Design, a Circuit and System Perspective, 4th Edition, Addison-Wesley Press, 2011.

[3] R. Jacob Baker, CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation, 3rd Edition (IEEE Press Series on Microelectronic System), 2010.

[4] Vishwajit Barbuddhe, Shraddha N. Zanjat, Bhavana S. Karmore, VLSI Design: Basic of VLSI Design, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2020.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های روی تراشه		
عنوان درس به انگلیسی:	System on Chip		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف درس سیستم‌های روی تراشه برای دانشجویان، آشنایی با مفاهیم و تکنیک‌های طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های پیچیده یکپارچه بر روی یک تراشه واحد است. این درس شامل مفاهیم پایه‌ای SoC و اجزای تشکیل‌دهنده آن، از جمله پردازنده‌ها، حافظه‌ها، رابط‌ها و واحدهای جانبی، می‌باشد. دانشجویان با پروتکل‌های ارتباطی، تکنیک‌های بهینه‌سازی کارایی و مصرف توان، و فناوری‌های نوین آشنا می‌شوند. همچنین، این درس دانشجویان را با اجزا و پروتکل‌های مختلف سیستم‌های روی تراشه، روش‌های بهینه‌سازی کارایی، مصرف توان و کاربردهای عملی در صنایع مختلف آشنا می‌کند. علاوه بر این، دانشجویان از طریق پروژه‌های عملی، تجربه کاربردی در طراحی و توسعه این سیستم‌ها را کسب می‌کنند تا برای ورود به حوزه‌های فناوری و صنعت آماده شوند.

سرفصل‌ها

- مقدمه تعریف مدل‌سازی و اهمیت سیستم‌های نهفته روی تراشه
- زمان‌بندی کارها، مدیریت منابع و حافظه در سیستم‌های روی تراشه
- مدیریت توان مصرفی و حرارت در سیستم‌های نهفته بی‌درنگ
- طراحی سیستم‌های نهفته چند تراشه‌ای
- مدل‌سازی وتحلیل کارایی و قابلیت اتکا در سیستم‌های نهفته بی‌درنگ
- تحلیل و ارزیابی سیستم‌های نهفته بی‌درنگ توزیع‌شده، سیستم‌های سایبرفیزیکال
- بهینه‌سازی سیستم‌های روی تراشه، طراحی هم‌تراز سیستم‌های نرم‌افزار/سخت‌افزار
- CPUهای نهفته، پردازنده‌های ARM، پردازنده‌های ARM اصول برنامه‌نویسی
- سیستم عامل‌های بی‌درنگ از قبیل RTX، VX works
- SystemC
- مشخصات هم طراحی سیستم‌های نهفته بی‌درنگ، زمان‌بندی زمان واقعی و اولولیت معکوس
- قابلیت اطمینان سیستم جاسازی شده و تحمل خطا، سیستم‌های نهفته روی تراشه‌های قابل برنامه‌ریزی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. J. Greaves. *Modern system on chip design by ARM*. ARM education media, 2022.

[2] J. Yiu. *System-on-Chip Design with Arm(R) Cortex(R)-M Processors: Reference Book*. Arm Education Media, 2019.

عنوان درس به فارسی:	سنتز سیستم‌های دیجیتال		
عنوان درس به انگلیسی:	Digital Systems Synthesis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از درس سنتز سیستم‌های دیجیتال، آشنایی عمیق دانشجویان تحصیلات تکمیلی با سطوح مختلف تجرید، مفهوم سنتز در دو سطح معماری و گیت، الگوریتم‌ها و روش‌های سنتز و چالش‌های هریک از آن‌ها و بررسی مراحل مختلف فرایند سنتز است.

سرفصل‌ها

- مقدمه: آشنایی با سطوح مختلف تجرید، تعریف و اهمیت سنتز سیستم‌های دیجیتال
- مدل‌سازی سیستم‌های دیجیتال
- سنتز در سطح بالا (HLS)
- سنتز در سطح انتقال ثبات، شامل الگوریتم‌های زمان‌بندی، تخصیص منابع و اشتراک‌گذاری آن‌ها
- سنتز در سطح منطقی شامل بهینه‌سازی ترکیبی و ترتیب
- طراحی عناصر کتابخانه و نگاشت آن‌ها به تکنولوژی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] G. D. Hachtel and F. Somenzi. *Logic Synthesis and Verification Algorithms*. Springer-verilog, 2006.

[2] G. D. Micheli. *Synthesis and Optimization of Digital Circuits*. McGraw Hill, 1994.

[3] M. J. S. SMITH. *Application specific Integrated Circuits*. Addison-Wesley, 2007.

عنوان درس به فارسی:	طراحی سیستم‌های دیجیتال کم‌مصرف		
عنوان درس به انگلیسی:	Low-Power Digital System Design		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با روش‌های طراحی برای کاهش توان مصرفی، کاهش انرژی مصرفی و مدیریت گرما در کامپیوترها و سیستم‌های دیجیتال است.

سرفصل‌ها

- مقدمه: اهمیت کاهش انرژی و توان مصرفی لحظه‌ای و متوسط، اهداف طراحی در سیستم‌های دیجیتال کم توان، انواع توان مصرفی، تفاوت روش‌های کاهش توان در سطوح تجرید مختلف
- کاهش توان مصرفی در سطح اتصالات داخل تراشه
- کاهش توان مصرفی در سطح مدار
- کاهش توان مصرفی در سطح گیت
- کاهش توان مصرفی در سطح انتقال ثبات
- کاهش توان مصرفی در سطح سیستم
- مدیریت دما و روش‌های آن
- سایر موارد مرتبط مانند مدارهای آدیاباتیک، معکوس‌پذیر و غیره

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- ارزش‌یابی مستمر: تکالیف ۲۰ درصد نمره
- بررسی مقالات و ارائه گزارش ۲۰ درصد نمره
- آزمون نهایی: نوشتاری ۳۵ درصد نمره
- پروژه: تکالیف کامپیوتری و پروژه ۲۵ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] C. Pigoet (Ed). *Low-Power Electronics Design*. CRC Press, 2018.

[2] J. M. Rabaey, A. Chandrakasan, and B. Nikolic . *Digital Integrated Circuits: A Design Perspective*. 2nd Edition, Pearson Education, 2003.

عنوان درس به فارسی:	طراحی سیستم‌های تحمل‌پذیر اشکال		
عنوان درس به انگلیسی:	Fault-Tolerant System Design	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	☑ نظری ☐ پایه	
دروس هم‌نیاز:	–	☐ عملی ☑ تخصصی الزامی	
تعداد واحد:	۳	☐ نظری-عملی ☐ تخصصی اختیاری	
تعداد ساعت:	۴۸	☐ مهارتی	

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با مفاهیم و نحوه طراحی سیستم‌های تحمل‌پذیر اشکال با استفاده از انواع روش‌های افزونگی در سطوح مختلف سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و اطلاعاتی و همچنین شیوه‌های ارزیابی آن‌ها است.

سرفصل‌ها

- تعاریف، کلیات و مفاهیم پایه در مبحث تحمل‌پذیری اشکال
- روش‌های افزونگی سخت‌افزاری
- روش‌های افزونگی نرم‌افزاری
- روش‌های افزونگی زمانی
- روش‌های افزونگی اطلاعاتی
- روش‌های ارزیابی (تزریق اشکال، روش‌های تحلیلی)
- محاسبه‌ی نرخ اشکال با استفاده از مدل‌های تجربی
- طراحی سیستم‌های تحمل‌پذیر اشکال و بررسی چند نمونه از سیستم‌های تحمل‌پذیر اشکال.

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] K. S. Trivedi and A. Bobbio. *Reliability and Availability Engineering: Modeling, Analysis, and Applications*. Cambridge University Press, 2017.

[2] I. Koren and C. M. Krishna. *Fault-Tolerant Systems*. 2nd Edition, Morgan Kaufmann, 2020.

[3] E. Dubrova. *Fault Tolerant Design :An Introduction Department of Microelctronis and Information Technology*. Royal Institute of Technology, 2008.

[4] D. K. Pradhan. *Fault-Tolerant Computer System Design*. Prentice-Hall International, 1996.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های قابل بازپیکربندی		
عنوان درس به انگلیسی:	Reconfigurable Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

در این درس دانشجویان با پردازش قابل بازپیکربندی و طراحی سیستم‌های مبتنی بر آن آشنا شده و مفاهیمی همچون الگوریتم‌های جایابی و مسیریابی در مدارهای قابل بازپیکربندی، معماری تراشه‌های قابل بازپیکربندی، بازپیکربندی پویا و کاربردهای پردازش قابل بازپیکربندی را فرا می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر محاسبه قابل بازپیکربندی
- نگاشت طرح
- معماری تراشه‌های قابل بازپیکربندی
- بازپیکربندی پویا
- سامانه‌های قابل بازپیکربندی
- کاربردهای قابل بازپیکربندی
- نمونه‌سازی سامانه با استفاده از تراشه‌های قابل بازپیکربندی
- مطالب پیشرفته در محاسبه قابل بازپیکربندی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] N. Nedjah and C. Wang. *Reconfigurable and Adaptive Computing CRC Press*. 2018.

[2] C. Bobda. *Introduction to Reconfigurable Computing, Architectures and Algorithms*. Springer, 2007.

[3] P. Lysaght and W. Rosenstiel. *Algorithms, Architectures and Applications for Reconfigurable Computing*. Springer, 2005.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های نهفته پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Embedded Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐ نظری ☑	
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☑ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐	

هدف کلی

هدف درس "سیستم‌های نهفته پیشرفته" برای دانشجویان، ارائه مفاهیم و تکنولوژی‌های پیشرفته مرتبط با طراحی، پیاده‌سازی و ارتقاء سیستم‌های نهفته است. این درس به دانشجویان امکان این را می‌دهد تا با مباحث پیشرفته‌ای از جمله سخت‌افزار، نرم‌افزار، ارتباطات بی‌سیم، اینترنت اشیاء (IoT)، امنیت و بهره‌وری آشنا شوند. همچنین، دانشجویان با استفاده از پروژه‌های عملی و مطالعات موردی، تجربه‌ی کاربردی در طراحی، پیاده‌سازی و مدیریت سیستم‌های نهفته را کسب می‌کنند، تا برای حضور در صنایع مرتبط با این فناوری‌ها آماده شوند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: تعریف و اهمیت سیستم‌های نهفته بی‌درنگ
- مدل‌سازی سیستم‌های نهفته بی‌درنگ
- زمان‌بندی کارها
- مدیریت منابع
- مدیریت حافظه در سیستم‌های نهفته بی‌درنگ
- مدیریت توان مصرفی و حرارت
- طراحی سیستم‌های نهفته چندتراشه‌ای
- مدل‌سازی و تحلیل کارایی و قابلیت اتکا
- سیستم‌های نهفته بی‌درنگ توزیع‌شده
- تحلیل و ارزیابی سیستم‌های نهفته بی‌درنگ
- سیستم‌های رایافیزیکی
- بهینه‌سازی سیستم‌های نهفته بی‌درنگ

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. G. Dean. *Embedded Systems Fundamentals with ARM Cortex-M based Microcontrollers*. ARM Education media, 2017.

[2] T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, and C. Stein. *Introduction to Embedded Systems: A Cyber-Physical Systems Approach* 2nd Edition. MIT Press, 2017.

[3] E. White. *Making Embedded Systems: Design Patterns for Great Software*. O'Reilly Media , 2021

عنوان درس به فارسی:	آزمون و آزمون‌پذیری		
عنوان درس به انگلیسی:	Test and Testability		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

در این درس، دانشجویی که با اصول کلی طراحی سیستم‌های دیجیتال آشنایی دارد با مفاهیم کلی آزمون‌پذیری از جمله مدل‌های اشکال، شبیه‌سازی اشکال، مقیاس‌های آزمون‌پذیری، تولید خودکار بردارهای آزمون آشنا می‌شود، به‌نحوی که بتواند سیستم‌های دیجیتال آزمون‌پذیر را طراحی نماید. بدین منظور، ابتدا اهداف و روش‌های آزمون سیستم‌ها بررسی می‌شود و سپس روش‌های بهبود آزمون‌پذیری سیستم‌ها مطالعه می‌شود و در نهایت این مورد بحث می‌شود که چگونه این روش‌ها در فرایند طراحی خودکار یک سیستم دیجیتال وارد می‌شوند تا به یک سیستم آزمون‌پذیر منتهی شود.

سرفصل‌ها

- آشنایی با مفاهیم آزمون‌پذیری و انواع آزمون
- بازده ساخت (yield) و کیفیت تولید، و نقش آزمون در آن
- مدل‌سازی و شبیه‌سازی اشکال
- نمونه‌برداری از اشکال
- اندازه‌گیری قابلیت آزمون
- تولید خودکار بردار آزمون
- حذف افزونگی با استفاده از تولید بردار آزمون
- الگوریتم‌های تولید بردار آزمون برای مدارهای ترکیبی و ترتیبی
- طراحی آزمون‌پذیر موردی و ساخت‌یافته (طراحی پیمایشی کامل و پاره‌ای)
- خودآزمای درونی (BIST): تولید بردار تصادفی، فشرده‌سازی پاسخ
- استاندارد پویش مرزی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- ارزش‌یابی مستمر: تکالیف ۲۰ درصد نمره
- بررسی مقالات و ارائه گزارش ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌ها: نوشتاری ۳۵ درصد نمره
- پروژه: تکالیف کامپیوتری و پروژه ۲۵ درصد نمره

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

منابع علمی پیشنهادی

[1] Z. Navabi. *Digital System Test and Testable Desgin*. Springer, 2011.

[2] L. Wang, C. Wu, and X. Wen. *VLSI Test Principles and Architectures: Design for Testability*. Morgan Kaufmann, 2006.

[3] M. L. Bushnell and V. D. Agrawal. *Essentials of Electronic Testing*. Springer 2002.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های عامل پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Operating Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف درس ارائه مفاهیم پیشرفته در سیستم‌های عامل، موضوعات عملی و تحقیقاتی در سیستم‌های عامل مقیاس‌پذیر است. در این درس جایگاه و وظیفه سیستم‌عامل در کل سیستم، نیازمندی‌های طراحی سیستم‌های عامل، تاثیر سیستم‌های عامل در طراحی ماشین و نرم‌افزارها، سیستم‌های توزیع‌شده و جایگاه سیستم‌های عامل در این‌گونه سیستم‌ها بیان خواهد شد.

سرفصل‌ها

- مروری بر طراحی سیستم از جمله سیستم‌های کامپیوتری
- طراحی سیستم‌های عامل با تاکید بر معماری‌های مدرن
- ارتباط و تبادل اطلاعات مابین پروسه‌ها
- ماشین‌های مجازی: طراحی و زمان‌بندی
- سیستم‌های موازی و توزیع‌شده
- میان‌افزار و مهاجرت پروسه‌ها
- همروندی با تاکید بر ماشین‌های چندهسته‌ای
- سیستم‌های عامل در ماشین‌های چندهسته‌ای
- ملاحظات سیستم‌عامل در حوزه‌های سیستم‌های نظیر به نظیر، ابر و لبه
- مواجهه با خرابی، بازیابی از خرابی، و امنیت در سطح سیستم‌عامل

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۳۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره
- پروژه: ۳۰ درصد نمره



منابع علمی پیشنهادی

[1] A. S. Tanenbaum and H. Bos. *Modern Operating Systems*. Pearson, 2015.

[2] A. Silberschatz, P. B. Galvin, and G. Gagne. *Operating System Concepts*. 10th Edition, Wiley, 2018.

[3] M. van Steen and A.S. Tanenbaum. *Distributed Systems*. 4th Edition, distributed-systems.net, 2023.

[4] D. R. Engler, M. F. Kaashoek, and J. O'Toole. *Exokernel: An Operating System Architecture for Application-Level Resource Management*. Proceedings of the 15th ACM Symposium on Operating System Principles, Dec. 1995.

[5] Z. Shen, Z. Sun, G. E. Sela, E. Bagdasaryan, C. Delimitrou, R. V. Renesse, and H. Weatherspoon. *X-Containers: Breaking Down Barriers to Improve Performance and Isolation of Cloud-Native Containers*. In Proceedings of the 24th International Conference on Architectural Support for Programming Languages and Operating Systems (ASPLOS '19), April 2019.

عنوان درس به فارسی:	طراحی مدارهای مجتمع دیجیتال پرسرعت		
عنوان درس به انگلیسی:	High-Speed Digital Integrated Circuits Design		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس بحث درمورد مشکلاتی است که در طراحی تحلیل مدارهای VLSI در سرعت‌های بالا به وجود می‌آید، و آشنا نمودن دانشجو با ملاحظات و مسائل طراحی مدارهای مجتمع برای کاربردهای دیجیتال فرکانس بالا با روش‌های تحلیل و شبیه‌سازی برای دستیابی به مدارهای دیجیتالی که در نرخ‌های ساعت بالاتر از ۱۰۰ گیگاهرتز کار می‌کنند. همچنین، دانشجویان با روش‌های مدل‌سازی VLSI در سطح چینش و مدار آشنا می‌شوند. هدف دیگر این درس کمک به دانشجو جهت به‌دست آوردن مهارت‌های پایه برای تحصیلات تکمیلی مانند جمع‌آوری مواد فنی، خواندن و نوشتن مقاله و مهارت‌های ارائه می‌باشد.

سرفصل‌ها

- مقدمه: مسائل مقیاس نانومتر درVLSI. مدل‌سازی الکترومغناطیس
- اصول انتشار امواج، مدل‌های میکرواستریپ، اثرات آنتنی، معادلات ماکسول.
- انتشارات پرتوی
- نظریه خط انتقال پایه: اصول و اصطلاحات با تمرکز ویژه دیجیتال.
- اثرات القای متقابل
- اثرات مخرب
- زمان‌بندی
- روش‌های طراحی
- مسائل پیشرفته در MOSFETهای مقیاس نانو
- فناوری‌های پردازش مدارهای مجتمع پیشرفته

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] S. H. Hall, G. W. Hall, JAMES A. McCall. *High-speed Digital System Design: A Handbook of Interconnect Theory and Design Practices*. John Wiley & Sons, 2000.

[2] M. Rodwell. *High-Speed Integrated Circuit Technology : Towards 100 GHZ Logic*. World-Scientific, 2001.

[3] Y. Taur and T. N Ning. *Fundamentals of Modern VLSI Devices*. 3rd Edition, Cambridge University Press, 2021.

[4] J. M. Rabaey, A. Chandrakasan and B. Nikolic. *Digital Integrated Circuits: A Design Perspective*. 2nd Edition, Prentice Hall, 2003.

[5] A. Chandrakasan, W. J. Bowhill, and F. Fox. *Design of High-Performance Microprocessor Circuits*. IEEE Press, 2001.

[6] A. M. Ionescu and K. Banerjee. *Emerging Nanoelectronics: Life With And After CMOS*. Kluwer Academic Publishers, 2004.



عنوان درس به فارسی:	الگوریتم‌های طراحی مدارهای مجتمع پرتراکم		
عنوان درس به انگلیسی:	VLSI Design Algorithms		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف درس الگوریتم‌های طراحی مدارهای مجتمع پرتراکم، آموزش دانشجویان در زمینه توسعه و بهره‌برداری از الگوریتم‌های پیشرفته برای طراحی و بهینه‌سازی مدارهای الکترونیکی با چگالی بالا است. این درس به دانشجویان این امکان را می‌دهد تا با مفاهیم اساسی و پیشرفته مرتبط با طراحی مدارهای مجتمع پرتراکم آشنا شوند و از الگوریتم‌های مختلفی مانند الگوریتم‌های بهینه‌سازی، شبیه‌سازی، و ترکیب مدارها استفاده کنند. هدف اصلی این درس، آموزش روش‌های نوین و کاربردی طراحی مدارهای الکترونیکی با چگالی بالا است که بتوانند نیازهای مختلف صنایع مختلف را برآورده سازند. از جمله اهداف خاص این درس می‌توان به توسعه مهارت‌های عملی، ارتقاء دانش نظری و عملی دانشجویان در زمینه طراحی و بهینه‌سازی مدارهای مجتمع پرتراکم، و آشنایی با چالش‌ها و مسائل مرتبط با این حوزه اشاره کرد.

سرفصل‌ها

- مقدمه به طراحی مدارهای مجتمع پرتراکم
- معرفی مفاهیم اساسی و اهمیت طراحی مدارهای مجتمع پرتراکم، بررسی تاریخچه و تکامل این حوزه
- مفاهیم پایه طراحی مدارهای مجتمع پرتراکم
- معرفی مبانی اصلی شامل نوع‌های مختلف ترانزیستورها و تکنولوژی‌های ساخت مدارهای مجتمع
- بررسی ویژگی‌های مهم مانند تاخیر، مصرف توان، و اندازه فیزیکی مدار
- الگوریتم‌های محاسباتی در طراحی مدارهای مجتمع پرتراکم
- معرفی الگوریتم‌های مختلف محاسباتی مانند شبیه‌سازی مدار، بهینه‌سازی مدار، و ترکیب مدارها
- بررسی روش‌های پیشرفته مانند گسسته‌سازی چند سطحی (MCMC) و الگوریتم‌های ژنتیک
- تکنیک‌های طراحی مدار پرتراکم مانند تطبیق مدار، پیش‌تغذیه، و ترکیب بخش‌های مدار
- بررسی روش‌های بهینه‌سازی مانند طراحی خودکار مدار (CAD)
- چالش‌ها و مسائل مرتبط با طراحی مدارهای مجتمع پرتراکم
- بررسی چالش‌ها و مسائل مانند افزایش تعداد ترانزیستورها، مصرف توان، و تاخیرهای سیگنال
- معرفی کاربردهای فعلی و پتانسیل‌های آینده طراحی مدارهای مجتمع پرتراکم
- بررسی تحولات و توسعه‌های مرتبط با فناوری و نیازهای بازار

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره

- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] N. A. Sherwani. *Algorithms for VLSI physical design automation*. Springer Science & Business Media, 2012.

عنوان درس به فارسی:	فناوری‌های حافظه		
عنوان درس به انگلیسی:	Memory Technologies		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف درس فناوری‌های حافظه عبارت است از بررسی عملکرد و فناوری‌های مختلف دستگاه‌های حافظه مدرن. این درس به بررسی دستگاه‌های حافظه حالت متغیر و غیرمتغیر با حالت بروز می‌پردازد و محدودیت‌های آن‌ها را بررسی می‌کند. برای پیشرفت بیشتر، این درس به بررسی فناوری‌های دستگاه حافظه در حال ظهور می‌پردازد، از جمله فناوری‌هایی که ممکن است در دهه‌های آینده در رایانه‌ها و دستگاه‌های تلفن همراه به دلیل عملکرد، چگالی، قدرت و هزینه مزایای پتانسیلی داشته باشند. علاوه بر این، الگوریتم‌های یادگیری عمیق و محاسبات نورومورفیک به طور کارآمد در سخت‌افزارهای پیشرفته اجرا نمی‌شوند. فناوری‌های دستگاهی در پردازنده‌های نورومورفیک آینده که رفتار مغز انسان را شبیه‌سازی می‌کنند، مانند ممریستورها، مورد بحث قرار خواهند گرفت. دست‌یابی به عملکرد ممریستورها ارتباط نزدیکی با فناوری‌های دستگاه حافظه در حال ظهور دارد.

سرفصل‌ها

- مقدمه مختصر درباره ترانزیستورهای میدانی
- دستگاه‌های حافظه حالت متغیر به‌روز: حافظه‌های DRAM، SRAM
- دستگاه‌های حافظه غیرمتغیر به‌روز: فناوری حافظه فلش
- دستگاه‌های حافظه با استفاده از گشتاور انتقالی چرخشی
- دستگاه‌های حافظه با تغییر فاز
- دستگاه‌های حافظه مقاوم
- معماری کراس‌بار
- مدل‌های دستگاه ممریستور
- سایر دستگاه‌ها برای محاسبات نورومورفیک
- پروژه درس و ارائه مقاله تحقیقاتی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. Chen, J. Hutchby, V. Zhirnov, and G. Bourianoff. *Emerging Nanoelectronic Devices*. Part Two: Nanoelectronic Memories, Wiley, 2015.

عنوان درس به فارسی:	هوش مصنوعی در سیستم‌های نهفته		
عنوان درس به انگلیسی:	AI in Embedded Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐ نظری ☑	
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐	

هدف کلی

هدف درس هوش مصنوعی در سیستم‌های نهفته، توسعه دانش و مهارت‌های دانشجویان در زمینه طراحی، پیاده‌سازی، و بهره‌برداری از روش‌ها و الگوریتم‌های هوش مصنوعی در سیستم‌های با منابع محدود است. این درس بر آموزش مفاهیم اساسی و پیشرفته هوش مصنوعی تمرکز دارد و دانشجویان را با استفاده از آن‌ها، قادر می‌سازد تا راه‌حل‌های نوآورانه و کارآمد برای مسائل مختلف موجود در سیستم‌های نهفته ارائه کنند. این درس با ارائه مطالب نظری و فراهم کردن فرصت‌های عملی، دانشجویان را برای مواجهه با چالش‌های واقعی در حوزه هوش مصنوعی و سیستم‌های نهفته آماده می‌کند و ایجاد یک محیط آموزشی فعال و تعاملی را تضمین می‌کند.

سرفصل‌ها

- مقدمات و آشنایی با فناوری محاسبات نهفته آشنایی با بوردهای آردوینو نانو، ARM، stm32 و نظایر آن
- سیستم‌های نهفته و مهندسی نرم‌افزار نهفته، مبانی محاسباتی و پردازش در الگوریتم‌های هوش مصنوعی
- ابزارهای توسعه و کتابخانه‌های یادگیری عمیق Tensorflow Lite، EIE، Torch و نظایر آن
- ساختار حافظه در سیستم‌های نهفته، حافظه داده مانند حافظه کد، حافظه داده، پشته، Heap
- بررسی دقیق روش‌های آموزش روی بورد نهفته با وجود حافظه کمتر از یک مگابایت و روش‌های آموزش تنظیم دقیق روی بورد
- معرفی و بررسی شبکه‌های عصبی، مدل‌های یادگیری عمیق، مفاهیمی مانند انتشار رو به جلو و انتشار رو به عقب
- بررسی عمل کانولوشن، روش‌های تسریع سرعت در عمل کانولوشن با محاسبات برداری
- طراحی همروند نرم‌افزار سخت‌افزار برای کاهش حجم مدل شبکه عصبی عمیق و تعداد ضرب و جمع‌های لازم
- بررسی بینایی ماشین با روش‌های یادگیری عمیق، نحوه آموزش بوردهای ARM و Stm32 برای اجرای مدل‌های از پیش آموزش دیده
- برنامه‌ریزی بوردهای سخت‌افزاری از قبیل Arduino و stm32F704 برای اجرای روش‌های تشخیص اشیا، تشخیص فرد
- استفاده از Tiny ML و Tiny AL بر روی سیستم‌های نهفته مفاهیم مرتبط با بهینه‌سازی مدل‌های یادگیری عمیق و محاسبات کم‌حجم
- بررسی تکنیک‌هایی مانند Auto ML، روش‌های هرس کردن تکراری و تنظیم دقیق و چندی‌سازی برای کاهش حجم مدل‌ها.
- یادگیری توزیع‌شده و استفاده از روش‌های یادگیری انتقالی و تنظیم دقیق
- آشنایی با مدل‌های مبدل بینایی و استفاده از آن در سیستم‌های نهفته

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] P. Warden and D. Situnayake. *TinyML: Machine Learning with TensorFlow Lite on Arduino and Ultra-Low-Power Microcontrollers*. O'Reilly Media, 2020

[2] B. Moons, D. Bankman, and M. Verhelst. *Embedded Deep Learning: Algorithms, Architectures and Circuits for Always-on Neural Network Processing*. Springer, 2019.

[3] A. Krishna Gupta and S. P. Nandya. *Deep Learning on Microcontrollers: Learn how to develop embedded AI applications using TinyML*. BPB Publications, 2023.

عنوان درس به فارسی:	معماری پردازنده‌های سیگنال دیجیتال		
عنوان درس به انگلیسی:	Digital Signal Processors Architecture		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		☑ نظری ☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	–		☐ عملی ☐ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳		☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی

هدف کلی

هدف این درس، ارائه دانش و مهارت‌های لازم برای طراحی، تحلیل و بهینه‌سازی پردازنده‌های دیجیتال است. در این درس، مفاهیم پایه‌ای معماری پردازنده‌ها، طراحی واحدهای محاسباتی، کنترل و حافظه، و تکنیک‌های بهبود عملکرد و کارایی پردازنده‌ها آموزش داده می‌شود. همچنین، دانشجویان با روش‌های بهینه طراحی سیستم‌های پردازش دیجیتال با ملاحظات هزینه، مساحت، توان، اتکا پذیری و کارایی آشنا می‌شوند و به بهینه‌سازی عرض بیت‌های داخل و بیرون یک سیستم پردازش می‌پردازند. این درس همچنین به دانشجویان آموزش می‌دهد که چگونه نویز کوانتیزه کردن را محاسبه کنند و سیستم‌هایی با این ملاحظه را طراحی کنند. تهیه گراف‌های مناسب زمان‌بندی و فهرست‌بندی عملیات با ملاحظات مختلف کارایی، و انتخاب کتابخانه و معماری مناسب در تحقق سیستم پردازشی و مقایسه روش‌های مختلف تحقق نیز از اهداف این درس است.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر سیستم‌های مجتمع پردازش
- مرور و معرفی نمایش‌ها و الگوریتم‌های معروف پردازش دیجیتال
- ساختارهای تحقق فیلترهای دیجیتال و تبدیل فوریه سریع
- مرور سیستم‌های نمایش اعداد و تحقق واحدهای حسابی جمع، ضرب و جابجایی
- طراحی با توجه به اثرات طول کلمه محدود و نمایش با دقت بیتی، محاسبه نویز کوانتیزه کردن
- ملاحظات طراحی فیلترهای دیجیتال در محیط Matlab و شبیه سازی، انجام بهینه سازی
- توسعه مدل با زبانهای سخت‌افزاری، نوشتن برنامه خودکار آزمون مدار در محیط طراحی و شبیه سازی دیجیتال
- نمایش‌های جایگزین برای تحقق و افراز، گراف‌های جریان داده، گراف تقدم و گراف محاسباتی زمان دار
- افراز، اختصاص منابع و پیاده سازی با ملاحظات مساحت، سرعت، مصرف و با تعداد منابع سخت‌افزاری متغیر
- سنتز معماری‌های پردازشی به همرا مثالهای نمونه
- معماری‌های پردازنده‌های دیجیتال تجاری، ملاحظات برنامه نویسی در حالتهای ممیز ثابت، صحیح و ممیز شناور
- بررسی سیستم‌های مخابراتی دیجیتال پر سرعت با سیم و بی سیم مانند xDSL، WiMAX، WiFi و LTE،

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره



منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Markovic and R. W. Brodersen. *DSp Architecture Design Essentials*. Springer, 2012.

[2] U. Meyer-Baese. *Digital Signal Processing with Field-programmable Gate Arrays*. 3d Edition. Berlin: Springer-Verlag, 2007.

[3] G. A. Constantinides, P. Y. K. Chueng, and W. Luk. *Synthesis and Optimization Of DSP Algorithms*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004.

[4] B. Parhami. *Computer Arithmetic: Algorithms and Hardware Designs*. 2nd Edition, Oxford University Press, 2010.

[5] A. V. Oppenheim and R. W. Shafer. *Discrete-Time Signal processing*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 2009.

[6] J. P. Deschamps, G. J. A. Bioul, and G. D. Sutter. *Synthesis of Arithmetic Circuits. FPGA, ASIC, And Embedded Systems*. John Wiley & Sons, I 2006.

عنوان درس به فارسی:	حساب کامپیوتری		
عنوان درس به انگلیسی:	Computer Arithmetic		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آموزش مفاهیم پیشرفته‌ای از عملیات حسابی و ریاضی با استفاده از کامپیوترهاست. این درس چگونگی استفاده از الگوریتم‌ها و روش‌های پیشرفته برای انجام عملیات حسابی و ریاضی در مقیاس‌های بزرگ‌تر را آموزش می‌دهد. هم‌چنین به مباحثی مانند طراحی و بهینه‌سازی سخت‌افزار و نرم‌افزار مرتبط با عملیات حسابی، مدل‌سازی و شبیه‌سازی عملیات پیچیده، طراحی الگوریتم‌های پیشرفته جهت افزایش کارایی و دقت، و بررسی مسائل مرتبط با دقت و خطا در محاسبات پرداخته می‌شود.

سرفصل‌ها

- اعداد و مقادیر علامت‌دار، نمایش‌های تکراری و باقی‌مانده
- جمع ابتدایی و شمارش، جمع کننده‌های مرتبه حمل
- تغییرات در جمع‌کننده‌های سریع، جمع چند عملوندی
- طرح‌های ضرب ابتدایی، ضرب کننده‌های با پایه بالا، ضرب درختی و آرایه‌ای
- طرح‌های انتشار ابتدایی
- تقسیم‌های با پایه بالا، تغییرات در تقسیم‌کننده‌ها، تقسیم به وسیله همگرا شدن
- حساب ممیز شناور، خطاها، دقت و قابلیت تایید
- حساب پیمانه‌ای (سیستم نمایش باقی‌مانده‌ای)
- محاسبه توابع لگاریتمی، نمایی و مثلثاتی
- روش‌های مربع ریشه‌گیری
- الگوریتم‌های CORDIC
- موضوعات دیگر در ارزیابی تابع

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] B. Parhami. *Computer Arithmetic: Algorithms and Hardware Designs*. 2nd Edition, Oxford University Press, New York, 2010

[2] R. P. Brent and P. Zimmermann. *Modern computer arithmetic*. Vol. 18. Cambridge University Press, 2010.

[3] M. D. Ercegovac and T. Lang. *Digital Arithmetic*. Morgan Kaufmann, 2004.

[4] I. Koren. *Computer Arithmetic Algorithms*. 2nd Edition, A K Peters/CRC Press, 2002.

[5] M. Vlădutiu. *Computer Arithmetic, Algorithms and Hardware Implementations*. Springer, 2012 .

عنوان درس به فارسی:	معماری پردازنده‌های شبکه		
عنوان درس به انگلیسی:	Network Processor Architecture		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف درس "معماری پردازنده‌های شبکه" برای دانشجویان، ارائه دانش و مهارت‌های لازم برای طراحی، تحلیل و بهینه‌سازی پردازنده‌های مورد استفاده در شبکه‌های کامپیوتری است. این درس شامل مفاهیم پایه‌ای معماری پردازنده‌های شبکه، تکنیک‌های پردازش بسته‌ها، الگوریتم‌های مسیریابی و سوئیچینگ، و شتاب‌دهی سخت‌افزاری با استفاده از FPGA و ASIC است. همچنین، دانشجویان با اصول امنیت شبکه، مدیریت کیفیت خدمات (QoS)، پروتکل‌های شبکه و مجازی‌سازی آشنا می‌شوند. هدف دیگر این درس، آموزش ابزارها و تکنیک‌های برنامه‌نویسی برای پردازنده‌های شبکه و ارائه پروژه‌های عملی جهت کسب تجربه کاربردی در طراحی و بهینه‌سازی این پردازنده‌ها است. این درس دانشجویان را برای فعالیت در زمینه‌های مختلف شبکه‌های کامپیوتری و معماری پردازنده‌های شبکه آماده می‌کند.

سرفصل‌ها

- مقدمه، تاریخچه و تکامل پردازنده‌های شبکه، مفاهیم پایه‌ای و نیاز به پردازنده‌های شبکه
- مقایسه معماری‌های مختلف RISC و CISC در پردازنده‌های شبکه
- تحلیل و پردازش بسته‌های شبکه، الگوریتم‌ها و تکنیک‌های پردازش بسته‌ها
- الگوریتم‌های مسیریابی و سوئیچینگ، تکنیک‌های سوئیچینگ و پردازش در لایه دوم و سوم
- شتاب‌دهی سخت‌افزاری، استفاده از FPGA و ASIC در معماری‌های ویژه برای شتاب‌دهی عملیات شبکه‌ای
- پیاده‌سازی پروتکل‌های امنیتی در پردازنده‌های شبکه، تشخیص و جلوگیری از حملات شبکه‌ای
- مدیریت پهنای باند و تأمین کیفیت خدمات، الگوریتم‌های مدیریت صف و ترافیک
- پیاده‌سازی پروتکل‌های شبکه‌ای مختلف بر روی پردازنده‌های شبکه
- پردازش پروتکل‌های TCP/IP، UDP و پروتکل‌های لایه‌های بالاتر
- مفاهیم مجازی‌سازی و پردازش ابری در پردازنده‌های شبکه، نقش پردازنده‌های شبکه در مراکز داده
- ابزارها و زبان‌های برنامه‌نویسی برای پردازنده‌های شبکه، بهینه‌سازی کد برای پردازنده‌های شبکه
- بررسی مطالعات موردی واقعی و پروژه‌های عملی از پیاده‌سازی و بهینه‌سازی پردازنده‌های شبکه

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. E. Comer. *Network Systems Design Using Network processors*. prentice Hall, 2005.

[2] R. Giladi. *Network processors: architecture, programming, and implementation*. Morgan Kaufmann Publishers, 2008

[3] P. C. Lekkas. *Network Processors: Architectures, Protocols and Platforms*. McGraw-Hill. 2003.

[4] G. Varghese. *Network Algorithmics,: An Interdisciplinary Approach to Designing Fast Networked Devices*. Morgan Kaufmann, 2005 .

[5] J. F. Kurose and K. W. Ross. *Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Interact* 3rd Edition, Addison Wesley, 2005.

[6] A. Leon-Garcia and L. Widjajg. *Communication Networks: Fundamental Concepts and Key Architectures.* 2nd Edition, McGraw-Hill, 2004.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های ذخیره‌سازی داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Data Storage Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف درس "سیستم‌های ذخیره‌سازی داده" برای دانشجویان، ارائه دانش و مهارت‌های لازم برای طراحی، پیاده‌سازی و مدیریت سیستم‌های ذخیره‌سازی داده در مقیاس‌های مختلف است. این درس شامل مفاهیم پایه‌ای ذخیره‌سازی داده، انواع مختلف حافظه‌ها و دستگاه‌های ذخیره‌سازی، ساختارها و معماری‌های سیستم‌های ذخیره‌سازی، و تکنیک‌های مدیریت داده است. دانشجویان با فناوری‌های جدید در حوزه ذخیره‌سازی، مانند ذخیره‌سازی ابری و سیستم‌های توزیع‌شده، و همچنین مسائل مربوط به کارایی، امنیت و بازیابی داده آشنا می‌شوند. هدف دیگر این درس، آموزش روش‌ها و ابزارهای بهینه‌سازی سیستم‌های ذخیره‌سازی و ارائه پروژه‌های عملی برای کسب تجربه در طراحی و مدیریت این سیستم‌ها است. این درس دانشجویان را برای فعالیت در زمینه‌های مختلف مرتبط با ذخیره‌سازی داده، مانند مراکز داده، سیستم‌های ابری و پایگاه‌های داده، آماده می‌کند.

سرفصل‌ها

- معرفی و لزوم استفاده از سامانه‌های ذخیره‌سازی
- معماری روش ذخیره‌سازی مبتنی بر سامانه ذخیره‌ساز داده
- معماری و پیکربندی ورودی/ خروجی در زیر سامانه دیسک
- معیارهای کیفی و کمی سامانه‌های ذخیره‌سازی داده
- انواع پیکربندی دیسک‌ها در سامانه‌های ذخیره‌سازی داده
- طراحی یک سامانه پیشرفته ذخیره‌ساز داده
- روند جریان داده در سامانه‌های ذخیره‌ساز داده
- بررسی ویژگی‌های پیشرفته سامانه‌های ذخیره‌ساز داده
- حافظه نهان در سامانه‌های ذخیره‌ساز داده
- بررسی معماری‌های متداول سامانه‌های ذخیره‌ساز داده (EMC، HP، IBM)
- تکنیک‌های ورودی/ خروجی در سامانه‌های ذخیره‌ساز داده
- طراحی و معماری دیسک‌های نیمه‌هادی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] U. Troppens and R. Wolatka. *Storage Networks Explained: Basics and Application of Fibre Channel SAN, NAS, iSCSI, InfiniBand and FCoE* . 2nd Edition. John Wiley & Sons Inc, 2009.

[2] P. Komarnicki, P. A. Lombardi, and Z. A. Styczynski. *Storage Technologies and Systems*. IBM Journal of Research & Development, Special issue, 2008.

[3] J. Tate, F. Lucchese, and R. Moore. *Introduction to Storage Area Networks* .IBM Redbooks (eBook), 2006.

[4] G. Somasundaram and A. Shrivastava. *Information Storage and Management*. Wiley Publishing, 2009.

عنوان درس به فارسی:	امنیت و اعتماد سخت‌افزاری		
عنوان درس به انگلیسی:	Hardware Security and Trust		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

در این درس، به معرفی پیشرفت‌های اخیر در طراحی و ارزیابی امنیت سخت‌افزار و قابل اعتماد بودن آن پرداخته می‌شود. در مرحله طراحی، نیازمندی‌هایی همچون غیرقابل دستکاری بودن عدم نشت اطلاعات مطرح و در مرحله تولید، باید تطابق سخت‌افزار با طراحی بررسی شود تا تغییری در آن منجر به یک اسب تروآ یا یک در پشتی انجام نشود. در ضمن ترفندهایی برای کشف چنین تهدیداتی لازم است. به علاوه، برای تامین امنیت و اعتماد در سیستم‌های کامپیوتری، نیاز به پشتیبانی توسط سخت‌افزار است. در برخی از کاربردها، نیاز به تولید کلید خصوصی در سخت‌افزار اختصاصی می‌باشد. تامین اعتماد برای برخی کاربردها نیازمند سخت‌افزارهای وارسی کننده است.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر رمزنگاری و طراحی/آزمون مدارهای مجتمع
- پردازنده‌های رمزنگاری، محاسبات مورد اعتماد و TPMها
- حمله‌های فیزیکی و مقاومت در برابر دست‌کاری
- حمله کانال جانبی و حمله تزریق اشکال
- توابع غیر قابل همانندسازی فیزیکی (PUFs)
- مولدهای عدد تصادفی مبتنی بر سخت‌افزار
- ته‌نقش‌گذاری بلوک‌های IP
- طراحی مورد اعتماد در FPGAها
- امنیت سیستم‌های نهفته و امنیت برچسب‌های RFID
- کنترل دسترسی و حفظ مالکیت معنوی برنامه با استفاده از سخت‌افزار (به طور منفعل و فعال)
- کشف و مجزا کردن اسب‌های تِرُوای سخت‌افزاری در بلوک‌های IP و مدارهای مجتمع
- استاندارد مدول‌های رمزنگاری FIPS 140-۲

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. Tehranipoor and C. Wang. *Introduction to Hardware Security and Trust*. Springer, 2011.

عنوان درس به فارسی:	مهندسی رمزنگاری		
عنوان درس به انگلیسی:	Cryptography Engineering		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف درس مهندسی رمزنگاری، توسعه توانمندی‌های دانشجویان در زمینه طراحی، پیاده‌سازی، و ارزیابی سیستم‌های رمزنگاری است. این درس به دانشجویان این امکان را می‌دهد که با مفاهیم اساسی و پیشرفته رمزنگاری آشنا شوند و بتوانند راه‌حل‌های امن و کارآمد برای مسائل امنیتی مختلف ارائه دهند. از مواردی که در این درس مورد بررسی قرار می‌گیرند می‌توان به مطالعه روش‌های مختلف رمزنگاری، طراحی و پیاده‌سازی الگوریتم‌های رمزنگاری، بررسی تهدیدات امنیتی و ارزیابی امنیت، و کاربردهای عملی رمزنگاری در صنایع مختلف اشاره کرد. هدف نهایی این درس ارتقاء دانش و مهارت‌های دانشجویان در حوزه امنیت اطلاعات و ارائه راه‌حل‌های امنیتی مناسب برای مسائل مختلف است.

سرفصل‌ها

- مقدمه به رمزنگاری و امنیت اطلاعات
- اهمیت و کاربردهای رمزنگاری در حفظ امنیت اطلاعات.
- معرفی مفاهیم اولیه و اساسی رمزنگاری.
- الگوریتم‌های رمزنگاری اساسی
- مطالعه الگوریتم‌های معروف رمزنگاری سیمتریک و عمومی.
- بررسی عملکرد و کاربردهای الگوریتم‌های AES، DES، RSA و ECC
- تولید اعداد تصادفی و امنیت اعداد تصادفی
- بررسی روش‌های تولید اعداد تصادفی و امنیت این اعداد در رمزنگاری
- حساب و اعداد متناهی در رمزنگاری
- بررسی ضرب در میدان‌های متناهی و کاربردهای آن در رمزنگاری
- استفاده از ریاضیات برای سخت‌افزارهای رمزنگاری
- مطالعه الگوریتم‌ها و مفاهیم ریاضی مورد استفاده در سخت‌افزارهای رمزنگاری
- معرفی و کاربردهای رمزنگاری در رمزنگاری مبتنی بر خم‌های بیضوی و خم‌های هایپر-بیضوی
- بررسی مفاهیم و کاربردهای رمزنگاری مبتنی بر خم‌های بیضوی و هایپر-بیضوی.
- سیستم‌های رمزنگاری مبتنی بر جفت‌های بندانگشتی
- مطالعه الگوریتم‌ها و کاربردهای سیستم‌های رمزنگاری مبتنی بر جفت‌های بندانگشتی، رمزنگاری پساکوانتومی
- بررسی روش‌ها و الگوریتم‌های رمزنگاری پساکوانتومی و کاربردهای آن‌ها، رمزنگاری سبک و موثر
- معرفی روش‌ها و الگوریتم‌های رمزنگاری سبک و موثر و کاربردهای آن‌ها
- پیاده‌سازی‌های کارآمد و کاربردی

- مطالعه روش‌ها و ابزارهای پیاده‌سازی کارآمد و کاربردی سیستم‌های رمزنگاری.
- تحلیل و مقابله با تهاجم‌های کانال جانبی
- بررسی تهاجم‌های کانال جانبی و روش‌های مقابله با آن‌ها
- حملات و نفوذ با استفاده از خطاها و تزریق خطا
- بررسی حملات و نفوذهای با استفاده از خطاها و روش‌های مقابله با آن‌ها.

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] B. Schneier, N. Ferguson, and T. Kohno. *Cryptography Engineering: Design Principles and Practical Applications*. Wiley, 2010

[2] Ç. K. Koç. *Cryptographic Engineering*. Springer, 2009.

[3] A. J. Menezes, P. C. van Oorschot, and S. A. Vanstone.*Handbook of Applied Cryptography*. Fifth Printing, CRC Press, 2001.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های رایافیزیکی		
عنوان درس به انگلیسی:	Cyber-Physical Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

نظر به اهمیت روزافزون سامانه‌های رایافیزیکی با ماهیت توزیع‌شده و فراگیر شدن کاربرد آن‌ها، این درس با هدف آشنایی با مدل‌سازی، طراحی، و تحلیل سامانه‌های رایافیزیکی طراحی شده است. مخاطبان این درس روش‌های توصیف نیازمندی‌ها، ریاضیات مدل‌سازی بخش‌های سایبری و فیزیکی، طراحی مبتنی بر مدل و تحلیل این سامانه‌ها را فرا خواهند گرفت و نقش محوری زمان، مدل‌های ترکیبی، و الگوریتم‌های زمان‌بندی را در تحقق اهداف سامانه‌های رایافیزیکی با تاکید بر وجه نرم‌افزاری درک خواهند کرد. همچنین روش‌های تضمین جنبه‌هایی نظیر ایمنی و کارایی در سطح نرم‌افزار مورد توجه جدی قرار می‌گیرد. استفاده از برخی استانداردها و ابزارها در یک دامنه کاربردی خاص به درک عمیق‌تر مفاهیم ارائه شده و جنبه کاربردی آن‌ها کمک خواهد نمود.

سرفصل‌ها

- تعاریف و مفاهیم پایه در سامانه‌های رایافیزیکی
- مدل‌سازی بخش‌های محاسباتی سامانه
- مدل‌سازی بخش‌های فیزیکی سامانه
- توصیف زمان و مدل‌های زمان‌دار
- ترکیب مدل‌ها و مدل‌سازی ترکیبی
- بیان نیازمندی‌ها (زمانی، ایمنی، زنده بودن) و وارسی
- الگوریتم‌های زمان‌بندی بی‌درنگ و مدیریت منابع غیرپردازشی
- معرفی برخی استانداردهای ایمنی و متدولوژی‌های توسعه در دامنه‌ی کاربردی خاص (نظیر خودرو)
- معرفی و به‌کارگیری ابزارهای طراحی و آزمون نرم‌افزارهای نهفته
- بهینه‌سازی برخی معیارهای غیرکارکردی (نظیر انرژی مصرفی، قابلیت اطمینان، و تاب‌آوری)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی (مرور و ارائه مقاله): ۲۰ درصد نمره
- آزمون: ۶۰ درصد نمره
- پروژه: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] R. Alur. *Principles of Cyber-Physical Systems*. MIT Press, 2023.

[2] S. Mitra. *Verifying Cyber-Physical Systems: A Path to Safe Autonomy*. MIT Press, 2021.

[3] E. A. Lee and S. A. Seshia. *Introduction to Embedded Systems: A Cyber-Physical Systems Approach*. 2nd Edition, MIT Press, 2017.

[4] H. Kopetz. *Real-Time Systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications*. 2nd Edition, Springer, 2011.

عنوان درس به فارسی:	رایانش کوانتومی		
عنوان درس به انگلیسی:	Quantum Computing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مبانی رایانش کوانتومی است. در این درس، دانشجویان ضمن آشنایی با اصول اولیه مکانیک کوانتومی، با نحوه ذخیره‌سازی و پردازش اطلاعات در سیستم‌های کوانتومی و الگوریتم‌های پایه در این زمینه آشنا می‌شوند. همچنین دانشجویان با مفاهیمی نظیر پیچیدگی محاسبات کوانتومی، نظریه اطلاعات کوانتومی و رمزنگاری کوانتومی آشنا خواهند شد.

سرفصل‌ها

- مفاهیم اولیه
- مروری بر جبر خطی
- اصول مکانیک کوانتومی
- اصول رایانش کوانتومی
- مدارهای کوانتومی
- الگوریتم‌های کوانتومی
- پیچیدگی محاسبات کوانتومی
- دینامیک سیستم‌های کوانتومی
- نظریه اطلاعات کوانتومی
- تصحیح خطای کوانتومی
- رمزنگاری کوانتومی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین: سه تمرین نظری و یک تمرین برنامه‌سازی (٪۲۵ کل نمره)
- پروژه پژوهشی: شامل گزارش پژوهشی و سمینار (٪۲۰ کل نمره)
- آزمون: آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم (٪۵۵ کل نمره)

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. Nielsen and I. L. Chuang. *Quantum Computation and Quantum Information*. Cambridge University Press, 2010.

[2] E. Rieffel and W. Polak. *Quantum Computing: A Gentle Introduction*. The MIT Press, 2014.

[3] N. D. Mermin. *Quantum Computer Science: An Introduction*. Cambridge University Press, 2007.



عنوان درس به فارسی:	اینترنت اشیاء		
عنوان درس به انگلیسی:	Internet of Things		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با اینترنت اشیاء با تمرکز بر مباحث شبکه‌ای آن است. به این منظور، مفاهیم کلیدی اینترنت اشیاء و کاربردهای مختلف آن در حوزهای صنعتی و غیرصنعتی، معماری چند لایه‌ای اینترنت اشیاء و فناوری‌های مرتبط، پروتکل‌های لایه‌های مختلف، پلتفرم‌های مورد استفاده، اینترنت اشیاء در بستر شبکه‌های بیسیم نسل جدید، دوقلوی دیجیتال و در نهایت امنیت و حریم خصوصی در اینترنت اشیاء مورد بررسی قرار می‌گیرد.

سرفصل‌ها

- مقدمه شامل مفاهیم اولیه، معرفی معماری چند لایه و استانداردهای مرتبط، و کاربردهای اینترنت اشیاء
- حسگرهای اینترنت اشیاء
- شبکه‌های اینترنت اشیاء
- فناوری‌های لایه فیزیکی و دسترسی به رسانه
- پروتکل‌های لایه شبکه، کاربرد و انتقال
- پلتفرم‌های اینترنت اشیاء
- سیستم‌های سایبر-فیزیکی
- اینترنت اشیاء صنعتی
- اینترنت اشیاء در بستر G۵
- دوقلوی دیجیتال
- امنیت و حریم خصوصی در اینترنت اشیاء

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۶۰ درصد نمره
- سمینار پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] F. J. Dian. *Fundamentals of Internet of Things: For Students and Professionals*. Wiley-IEEE Press, 2022

[2] P. Raj and A. C. Raman. *The Internet of Things Enabling Technologies, Platforms, and Use Cases*. CRC Press, 2017.

[3] O. Hersent, D. Boswarthick, and O. Elloumi. *The Internet of Things: Key Applications and Protocols*. 2nd Edition. Wiley, 2013

[4] Y. Wu, H. Huang, C-X. Wang, and Y. Pan. *5G-Enabled Internet of Things*. CRC Press, 2019.

عنوان درس به فارسی:	ریزپردازنده پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Microprocessors		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف اصلی درس ریزپردازنده پیشرفته به دانشجویان ارائه یک دید گسترده و عمیق از مفاهیم، تکنولوژی‌ها، و مسائل پیچیده در زمینه طراحی و توسعه ریزپردازنده‌های پیشرفته است. این درس به دانشجویان اجازه می‌دهد تا با مفاهیم پیشرفته‌تر در طراحی و بهینه‌سازی ریزپردازنده‌ها و مسائل مرتبط با این زمینه آشنا شوند. از جمله اهداف این درس می‌توان به درک عمیق از معماری‌های پیشرفته ریزپردازنده، آشنایی با بهینه‌سازی‌های سخت‌افزاری، مطالعه تکنولوژی‌های نوین، بررسی مسائل امنیتی و اعتمادپذیری، آشنایی با تست و اعتبارسنجی، و ارتباط با پژوهش‌های جدید اشاره کرد. این درس با هدف تسلط دانشجویان بر مباحث پیشرفته در زمینه ریزپردازنده‌ها و آماده‌سازی آن‌ها برای انجام پروژه‌ها و تحقیقات در این زمینه ارائه می‌شود.

سرفصل‌ها

- معماری‌های پردازنده پیشرفته: معرفی معماری‌های پردازنده پیشرفته از جمله پردازنده‌های فوق پیشرفته (Superscalar)، واشنگتن (VLIW) و سیم‌پرداز (Simultaneous Multithreading)
- بهینه‌سازی‌های سخت‌افزاری: مطالعه و بررسی بهینه‌سازی‌های مختلف سخت‌افزاری برای افزایش عملکرد و کارایی پردازنده
- معماری‌های حافظه پیشرفته: بررسی معماری‌های حافظه پیشرفته مانند حافظه سریع، حافظه پنهان، و حافظه اصلی
- پردازش موازی در پردازنده: بررسی تکنیک‌ها و روش‌های پردازش موازی در ریزپردازنده‌ها مانند اجرای همزمان دستورات و پردازش موازی داده
- تکنولوژی‌های نوین در ریزپردازنده‌ها: معرفی و بررسی تکنولوژی‌های نوین مانند پردازنده‌های چند هسته‌ای، پردازنده‌های مبتنی بر FPGA
- مسائل امنیتی و اعتمادپذیری: بررسی مسائل امنیتی و اعتمادپذیری مرتبط با طراحی و پیاده‌سازی ریزپردازنده‌های پیشرفته
- مطالعه روش‌ها و فنون تست و اعتبارسنجی پردازنده‌های پیشرفته برای اطمینان از صحت و کارایی آن‌ها

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] S. K. Karna. *Microprocessors GATE, PSUs and ES Examination*. Vikas Publishing House, 2017.

[2] D. V. Hall and S. S. S. P. Rao. *Microprocessors and Interfacing*. 3rd Edition, McGraw-Hill, 2017.

[3] L. B. Das. *The x86 Microprocessors*. 2nd Edition, Pearson, 2014.

[4] Y. C. Liu and G. A. Gibson. *Microcomputer Systems: The 8086/8088 Family*. Prentice Hall, 1986.

[5] A. N. Kani *Microprocessor 8086 Programming & Interfacing*. RBA Publications.

عنوان درس به فارسی:	پردازش موازی		
عنوان درس به انگلیسی:	Parallel Processing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف درس "پردازش موازی" برای دانشجویان، ارائه دانش و مهارت‌های لازم برای طراحی، تحلیل و پیاده‌سازی الگوریتم‌ها و سیستم‌های پردازشی است که به صورت موازی و همزمان اجرا می‌شوند. این درس شامل آشنایی با سیستم‌های پردازش موازی و کاربردهای آن‌ها، طراحی الگوریتم‌ها و عملیات پایه ارتباطی موازی، مدل‌سازی و معیارها و روش‌های سنجش پیچیدگی محاسبات و ارتباطات موازی، و آشنایی با روش‌های تفکیک و فهرست‌بندی اجرای عملیات موازی است. همچنین، دانشجویان با محاسبات ابری و گرید، سیستم‌های حافظه مشترک و تبادل پیام، و پردازشگرهای گرافیکی (GPU) آشنا می‌شوند و یاد می‌گیرند چگونه مشکلات همزمان‌سازی اجرای عملیات حسابی و خواندن و نوشتن را به صورت گسترده حل کنند. از طریق پروژه‌های عملی، دانشجویان تجربه کاربردی کسب می‌کنند تا بتوانند در زمینه‌های مختلف علمی و صنعتی که نیاز به پردازش سریع و کارآمد دارند، به صورت مؤثر فعالیت کنند.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر محاسبات موازی و مدل‌سازی مرتبه پیچیدگی عملیات محاسباتی و ارتباطی
- قالب‌های برنامه‌نویسی موازی
- طراحی الگوریتم‌های موازی
- عملیات پایه ارتباطی موازی
- مدل‌سازی تحلیلی برنامه‌های موازی
- برنامه‌نویسی با روش حافظه مشترک
- برنامه‌نویسی در ساختارهای تبادل پیام
- بررسی انواع روش‌های حل مسائل همزمان‌سازی اجرای محاسبات و خواندن و نوشتن‌های گسترده
- برنامه‌نویسی سیستم‌های پردازنده گرافیکی (GPU)
- معرفی سیستم‌های محاسبات ابری: مجازی‌سازی و محاسبات بر مبنای ارائه خدمت
- الگوریتم‌های عددی معروف: برخی محاسبات ماتریسی موازی، پردازش تصاویر و تبدیل فوریه سریع
- الگوریتم‌های غیرعددی نمونه: مرتب‌سازی، عملیات گراف‌ها، جستجو و برنامه‌نویسی دینامیک

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. Grama, A. Gupta, G. Karypis, and V. Kumar. *Introduction to Parallel Computing*. 2nd Edition, Addison Wesley, 2003.

[2] B. Parhami. *Introduction to Parallel Processing; Algorithms and Architectures*. Kluwer Academic Publishers, 2003.

[3] T. Rauber and G. Runger. *Parallel programming for Multicore and Cluster System*. Springer, 2010.

[4] D. B. Kirk and W. W. Hwu. *programming Massively parallel Processors: Hands-on Approach*. Amsterdam: Elsevier (Morgan Kaufmann Publishers, an imprint of Elsevier), 2010.

[5] I. Foster, C. Kesselman. *The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure*. 2nd Edition, Morgan Kaufmann, 2003.

[6] Online documents a Grid, Cloud Computing, and GPUs.

[7] Proceedings of rated conferences and ACWI/IEEE journals.

عنوان درس به فارسی:	درستی‌سنجی سخت‌افزار		
عنوان درس به انگلیسی:	Hardware Verification		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

این درس مبانی و روش‌های تصدیق صحت سخت‌افزار، زبان‌های تصدیق سخت‌افزار (زبان)، روش‌های تصدیق بر پایه شبیه‌سازی و روش‌های صوری تصدیق صحت سخت‌افزار می‌باشد.

سرفصل‌ها

- مقدمات: آشنایی روند طراحی و تصدیق سخت‌افزار، مرور بر تکنیک‌های مختلف تصدیق سخت‌افزار
- توصیف سخت‌افزار: مدل‌سازی سیستم و BDD، مدل‌سازی با Predictive logic.
- روش‌های تصدیق سخت‌افزار: روش‌های برپایه شبیه‌سازی، روش‌های صوری.
- تصدیق سخت‌افزار با شبیه‌سازی: روش‌های مختلف شبیه‌سازی، ایجاد testbench.
- تصدیق صوری سخت‌افزار: بررسی شباهت (Equivalence checking)، توصیف ویژگی‌ها و منطق زمانی،
- بررسی مدل (Model checking) و تصدیق با اثبات قضیه
- ابزارهای تصدیق صوری: سیستم‌های تصدیق صوری (VIS، SMV، HOL، PVS، Formal Check)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] W. K. Lam. *Hardware Design Verification: Simulation and Formal Method-Based Approaches*. Prentice Hall, 2010.

[2] J. Bergeron. *Writing Testhenches: Functional Verification of HDL Models*. Springer, 2008.

[3] C. Baier and J. P. Katoen. *Principles of Model Checking*. MIT Press, 2008..

[4] M. Huth and M. Ryan. *Logic in Computer Science Modeling and Reasoning About Systems*. Cambridge publisher, 2009.

عنوان درس به فارسی:	شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Computer Networks		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با فناوری‌های شبکه‌ی اینترنت امروزی و همچنین ساختار کنار هم قرار گرفتن این فناوری‌ها است. فهم چرایی و چگونگی این فناوری‌ها و ساختار اینترنت با تاکید بر مسیریابی به عنوان عملیات کلیدی در اینترنت، و همچنین معرفی رویکردهای نوین در شبکه مانند SDN و NFV در این درس ارائه می‌شود.

سرفصل‌ها

- کنترل ازدحام در اینترنت
- مسیریابی در شبکه‌های کامپیوتری با تاکید بر OSPF و BGP
- معماری و سلسله مراتب در اینترنت
- ساختار ISPها و سطوح مختلف خدمات‌دهندگان و نقش پروتکل BGP در ارتباط بین ASها
- کیفیت سرویس در شبکه‌های کامپیوتری
- شبکه‌های توزیع محتوا، مکانیسم توزیع ترافیک و استفاده از حافظه نهان برای ذخیره‌سازی محتوا در نزدیکی مصرف‌کنندگان
- شبکه‌های مبتنی بر MPLS
- مهندسی ترافیک با تاکید بر OSPF-TE و BGP-TE و MPLS
- شبکه‌های تعریف‌شده با نرم‌افزار (SDN)
- پروتکل OpenFlow، زنجیره‌سازی خدمت (Service Chaining)
- شبکه‌های پوشان (Overlay)، توابع شبکه و مجازی‌سازی توابع شبکه (NFV)
- معماری‌ها و شبکه‌های مراکز داده

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تکالیف و سمینار پژوهشی: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۷۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Medhi and K. Ramasamy. *Network Routing: Algorithms, Protocols, and Architectures*. 2nd Edition. Morgan Kaufmann. 2017.

[2] L. L. Peterson and B. S. Davie. *Computer Networks: A Systems Approach*. 6th Edition, Morgan Kaufmann. 2021.

[3] L. L. Peterson, C. Cascone, B. O'Connor, T. Vachuska, and B. Davie. *Software Defined Networks: A Systems Approach*. Morgan Kaufmann. 2021.

عنوان درس به فارسی:	ارزیابی کارایی سیستم‌های کامپیوتری		
عنوان درس به انگلیسی:	Performance Evaluation of Computer Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس استفاده از مفاهیم آمار، احتمال، فرایندهای اتفاقی، نظریه صف و شبیه‌سازی به عنوان ابزارهایی برای مدل‌سازی و مطالعه کمی سیستم‌های کامپیوتری و مخابراتی می‌باشد. داشتن آشنایی با ابزارهای فوق به دانشجویان امکان می‌دهد پژوهش‌های ناب در زمینه ارزیابی و تحلیل سیستم‌های کامپیوتری و شبکه انجام دهند.

سرفصل‌ها

- اهمیت تحلیل سیستم‌ها و ارزیابی کارایی و روش‌های اندازه‌گیری، مروری بر مبانی و نظریه احتمال و آمار
- مروری بر تبدیل‌ها از جمله لاپلاس و Z، نامساوی‌ها شامل مارکوف، چبیشف، چرنوف
- قانون‌های حدی، دنباله متغیرهای تصادفی و همگرایی دنباله متغیرهای تصادفی، قانون اعداد بزرگ
- فرایندهای اتفاقی و فرایندهای تجدید Renewal
- فرایند پواسن همگن و ناهمگن، زنجیر مارکف و فرایند مارکف
- نظریه صف و مدل‌های آن و آشنایی با قانون لیتل
- سیستم صف M/M/1 و گونه‌های آن نظیر سیستم‌های با اتلاف M/M/m/m
- مدل‌های سرور ارلانگ، Coxian، Phase type
- سیستم صف M/G/1 و صف‌های با تقدم priority و تعطیلات vacation
- دوره مشغولیت Busy Period و توابع توزیع تعداد مشتری و زمان انتظار در صف و سیستم
- شبکه‌های صف به شکل حاصلضرب باز و بسته نظیر جکسون و BCMP
- اصول و روش‌های شبیه‌سازی، راستی‌آزمایی و درستی‌سنجی و تحلیل خروجی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۷۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۳۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D.P. Bertsekas and J. N. Tsitsiklis. *Introduction to Probability*. 2nd Edition, Athena Scientific, 2008.

[2] S.M. Ross. *A First Course in Probability*. 10th Edition, Pearson, 2019.

[3] K.S. Trivedi. *Probability and Statistics with Reliability, Queuing, and Computer Science Applications*. 3rd Edition, John Wiley and Sons, New York, 2016.

[4] M. Harchol-Balter. *Performance Modeling and Design of Computer Systems: Queueing Theory in Action*. Cambridge University Press, 2013.

[5] J. F. Shortle, J. M. Thompson, and D. Gross. *Fundamentals of Queueing Theory*. 5th Edition, Wiley, 2018

[6] K. Kant. *Introduction to Computer System Performance Evaluation.* McGraw-Hill, 1992.

عنوان درس به فارسی:	شبکه‌های روی تراشه		
عنوان درس به انگلیسی:	Network On-Chip	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐ نظری ☑	
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐	

هدف کلی

هدف اصلی درس شبکه‌های روی تراشه، بررسی و تحلیل معماری، روش‌های طراحی و تضادهای مرتبط با شبکه‌های ارتباطی است. در این راستا، با پل کردن مفاهیم آموزش داده شده در فواصل بین رشته‌ها و درس‌های مختلف مانند VLSI، ارتباطات دیجیتال، معماری کامپیوتر، سیستم‌های توزیع‌شده و شبکه‌های کامپیوتری، دانشجویان را به توانایی طراحی و ارزیابی شبکه‌های روی تراشه برای سیستم‌هایی با عملکرد بالا و مصرف انرژی کم در سطوح مختلف مانند تراشه، رک، و مراکز داده مجهز می‌کند. از طریق پوشش ابعاد مختلف این شبکه‌ها از جمله هم‌بندی، مسیریابی، راه‌گزینی و کنترل جریان و رابط‌های شبکه، دانشجویان با فرایند طراحی و ارزیابی یک شبکه روی تراشه با استفاده از مهارت‌های لازم آشنا می‌شوند تا بتوانند نیازهای عملکردی، مساحتی و انرژی‌ای مورد نظر را برآورده کنند.

سرفصل‌ها

- بررسی مفاهیم و معماری تراشه‌ها و اجزای آن‌ها مانند پردازنده، حافظه، و واحدهای ورودی/خروجی.
- بررسی نیازهای ارتباطی بین اجزا و نحوه ایجاد ارتباطات داخلی.
- بررسی ساختار و هم‌بندی‌های مختلف شبکه‌های روی تراشه.
- تحلیل و مقایسه عملکرد شبکه‌های مختلف در شرایط مختلف.
- بررسی پروتکل‌ها و استانداردهای ارتباطی که برای ارتباطات داخلی تراشه‌ها استفاده می‌شوند.
- مطالعه عملکرد و کارایی این پروتکل‌ها در محیط‌های مختلف.
- بررسی روش‌های مختلف مدیریت توان در شبکه‌های روی تراشه و تراشه‌ها.
- بررسی روش‌های بهینه‌سازی مصرف توان در ارتباطات داخلی تراشه.
- بررسی مسائل امنیتی و افزایش اعتمادپذیری مرتبط با ارتباطات داخلی تراشه‌ها، در شبکه‌های روی تراشه.
- بررسی روش‌های تست و اعتبارسنجی شبکه‌های روی تراشه و ارتباطات داخلی تراشه‌ها.
- مطالعه روش‌های اطمینان از صحت و کارایی ارتباطات داخلی تراشه.

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

منابع علمی پیشنهادی

[1] N. E. Jerger, T. Krishna and L. S. Peh. *On-Chip Networks*. 2nd Edition, Morgan Claypool Publishers, 2017.

[2] W. J. Dally and B. Towles. *Principles and Practices of Interconnection Networks*. Morgan Kauffman Publishers, 2004.

[3] J. Duato, S. Yalamanchili, and L. Ni. *Interconnection Networks: An Engineering Approach.* Morgan Kauffman Publishers, 2002.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های توزیع‌شده		
عنوان درس به انگلیسی:	Distributed Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		☑ نظری ☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	–		☐ عملی ☐ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳		☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی

هدف کلی

هدف این درس آشنایی دانشجویان با محیط‌های محاسباتی توزیع‌شده، روش‌های مدل‌سازی و تحلیل درستی و حل مسائل در انواع این محیط‌ها در شرایط مختلف، شناخت الگوریتم‌ها و پروتکل‌های مرتبط با سیستم‌های توزیع‌شده، و همچنین نحوه طراحی و توسعه نرم‌افزارهای توزیع‌شده است.

سرفصل‌ها

- تعاریف و مفاهیم پایه در سیستم‌های توزیع‌شده
- سیستم‌های توزیع‌شده عام منظوره و خاص منظوره
- روش‌های مدل‌سازی الگوریتم‌ها و ارتباطات در سیستم‌های توزیع‌شده
- زمان و پروتکل‌های همگام‌سازی
- پروتکل‌های نام‌گذاری و جداول هش توزیع‌شده
- پروتکل‌های چندپخشی و شایعه‌پراکنی
- پروتکل‌های انتخاب و اجماع
- انواع خرابی و مواجهه با آن‌ها
- ملاحظات امنیت و ایمنی
- طراحی و تحلیل نرم‌افزارهای توزیع‌شده
- ملاحظات توسعه نرم‌افزارهای توزیع‌شده در کاربردهای نوین

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره
- پروژه: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. D. Kshemkalyani and M. Singhal. *Distributed Computing: Principles, Algorithms, and Systems*. Cambridge University Press, 2011.

[2] S. Ghosh. *Distributed Systems: An Algorithmic Approach*. 2nd Edition, CRC Press, 2015.

[3] M. van Steen and A. S. Tanenbaum. *Distributed Systems*. distributed-systems.net, 2023.

[4] A. S. Tanenbaum and M. van Steen. *Distributed systems: principles and paradigms*. 2nd Edition, CreateSpace Independent Publishing Platform. 2016

عنوان درس به فارسی:	رایانش ابری		
عنوان درس به انگلیسی:	Cloud Computing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

در این درس دانشجو با مفاهیمی از جمله مزایای رایانش ابری، زیرساخت‌های ابری، امنیت ابری و سایر روال‌ها و مکانیزم‌ها در رایانش ابری آشنا می‌شود. همچنین در این درس به فناوری‌ها و روندهای نوظهور مرتبط با ابر پرداخته می‌شود. در پایان ابرهای تجاری و خدمات بسترهای‌های ابری محبوب نیز معرفی خواهند شد.

سرفصل‌ها

- مفاهیم عمومی رایانش ابری (ابر عمومی - خصوصی - ترکیبی) و سرویس‌های ارائه‌دهندگان ابری
- مفاهیم اساسی طراحی مراکز داده ابری
- روش‌های مجازی سازی با تاکید بر ماشین‌های مجازی و گنجانه‌ها
- مروری بر ریزسرویس‌ها
- سیستم‌های فایل توزیعی (GFS، HDFS، IPFS،..)
- پردازش کلان‌داده (Map-Reduce، Spark)
- مفاهیم رایانش خوشه‌ای
- زمان‌بندی در رایانش ابر و خوشه (Mesos، Yarn،..)
- مدیریت خوشه (Borg، Omega)
- رایانش بدون سرور
- امنیت، حریم خصوصی و پردازش‌های گراف و یادگیری ماشین
- بهینه‌سازی مصرف انرژی در مراکز داده ابری

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۷۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۳۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] L. Wang, R. Ranjan, J. Chen, and B. Benatallah. *Cloud Computing: Methodology, Systems, and Applications*. CRC Press, 2017.

[2] N.Poulton. *The Kubernetes Book*. kindle Edition, 2024.

[3] N. K. Sehgal, P. C. P. Bhatt, and J. M. Acken. *Cloud Computing with Security and Scalability. Concepts and Practices*. 3rd Edition, Springer, 2023.

[4] R. Buyya, C. Vecchiola, S. Selvi. *Mastering cloud computing: foundations and applications programming*. Newnes, 2013.

[5] S. Murugesan and I. Bojanova. *Encyclopedia of cloud computing*. John Wiley and Sons, 2016.

عنوان درس به فارسی:	طراحی شتابدهنده‌های سخت‌افزاری		
عنوان درس به انگلیسی:	Hardware Accelerators Design		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس ارائه تکنیک‌های معماری مورد استفاده برای طراحی شتاب‌دهنده‌ها برای آموزش و استنتاج در سیستم‌های یادگیری ماشین است. این دوره الگوریتم‌های کلاسیک ML مانند رگرسیون خطی و ماشین‌های بردار پشتیبان و همچنین مدل‌های DNN مانند شبکه‌های عصبی کانولوشنال و شبکه‌های عصبی بازگشتی را پوشش می‌دهد. در این درس هم آموزش و هم استنتاج را برای این مدل‌ها در نظر گرفته می‌شود و تاثیر پارامترهایی مانند اندازه دسته‌ای، دقت، پراکندگی و فشرده‌سازی را بر دقت این مدل‌ها مورد بحث قرار خواهد گرفت. همچنین طراحی شتاب دهنده‌ها برای استنتاج و آموزش مدل ML را پوشش داده می‌شود. دانشجویان با تکنیک‌های پیاده‌سازی سخت‌افزار برای استفاده از موازی‌سازی، محلی بودن و دقت کم برای پیاده‌سازی هسته‌های محاسباتی هسته‌ای مورد استفاده در ML آشنا می‌شوند. برای طراحی شتاب‌دهنده‌های کارآمد انرژی، دانشجویان شهودی را برای ایجاد معاوضه بین پارامترهای مدل ML و تکنیک‌های اجرای سخت‌افزار توسعه می‌دهند.

سرفصل‌ها

- معرفی، نقش شتاب‌دهنده‌های سخت‌افزاری در دوران پس از دنارد و مور، مبانی جبر خطی و جبر خطی شتاب‌دهنده،
- عملیات BLAST، معرفی معماری GPU مدل NVIDIA TESLA V100 (معرفی GPU مناسب برای مراکز داده)
- مبانی جبر خطی و جبر خطی شتاب‌دهنده، تکنیک‌های قرن بیستم: آرایه‌های سیستولیک و MIMD، CGRAs RDA
- مقدمه‌ای بر تکنیک‌های مکانی در ضرب ماتریسی با ابعاد بالا: تحلیل عملکرد و انرژی مصرفی با تکنیک‌های مکانی
- ارزیابی عملکرد، بهره‌وری انرژی، موازی‌سازی، روش‌های استفاده از ابعاد مکانی، سلسله مراتب حافظه، مدل Roofline
- استنتاج در شبکه‌های عصبی چند لایه پرسپترون و شبکه‌های عصبی کانولوشنی، استنتاج در آموزش سریع
- پیاده‌سازی سریع کرنل یادگیری عمیق، پیاده‌سازی مستقیم کانولوشن با بازدهی بالا و سربار صفر در حافظه
- بهینه‌سازی روش دره‌های گرادیان، تکامل شتاب‌دهنده‌های سخت‌افزاری، تعمیم و منظم‌سازی آموزش
- مدل‌های زبانی بزرگ و ترانسفورمرها در NVIDIA، ماژول توجه Flash، ماژول توجه دقیق و کارآمد با اطلاع از IO
- روش‌های خط لوله مبتنی بر داده، سیستم‌های توزیع‌شده، آموزش توزیع‌شده
- آموزش پراکندگی، دقت کم و آموزش ناهمزمان، طراحی هم تراز سلسله مراتبی TPU4
- طراحی شتاب‌دهنده برای استنتاج و آموزش مدل ML، شبکه‌های عصبی: استنتاج MLP و CNN

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره

- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] C. Kachris, B. Falsafi, and D. Soudris (eds). *Hardware Accelerators in Data Centers*. Springer International Publishing, 2019.

[2] I. Skliarova and V. Sklyarov. *FPGA-BASED hardware accelerators*. Springer International Publishing, 2019.

[3] A. Mishra, J. Cha, H. Park, and S. Kim (eds). *Artificial Intelligence and Hardware Accelerators*. Springer International Publishing, 2023.

گرایش الگوریتم‌ها و محاسبات

عنوان درس به فارسی:	الگوریتم‌های پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Algorithms		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		☑ نظری ☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	–		☑ تخصصی الزامی ☐ عملی
تعداد واحد:	۳		☐ تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی

هدف کلی

هدف اصلی این درس، ارائه موضوعات مهم و پایه‌ای در نظریه‌ی الگوریتم‌ها و تکمیل بخش‌هایی از درس کارشناسی «طراحی الگوریتم‌ها» است که برای گرفتن دروس نظری بعدی در مقطع تحصیلات تکمیلی مورد نیاز است.

سرفصل‌ها

- رده‌های پیچیدگی
- درهم‌سازی (سراسری، کامل و پویا)
- شبکه‌های شار پیشرفته
- برنامه‌ریزی خطی
- داده‌ساختارهای پیشرفته
- آشنایی با الگوریتم‌های تقریبی
- الگوریتم‌های برخط
- مقدمه‌ای بر هندسه محاسباتی
- آشنایی با الگوریتم‌های موازی
- الگوریتم‌های چندریسه‌ای

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین: ۶ یا ۷ تمرین نظری (۳۰ درصد نمره)
- آزمون: آزمون‌های میان‌ترم (۲۵ درصد نمره)، و پایان‌ترم (۲۵ درصد نمره)
- پروژه: فهم یک مقاله پژوهشی، تهیه خلاصه و ارائه (۲۰ درصد نمره)

منابع علمی پیشنهادی

[1] T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, and C. Stein. *Introduction to Algorithms*. 4th Edition, MIT Press, 2022.

[2] J. Kleinberg and E. Tardos. *Algorithm Design*. Addison-Wesley, 2005.

[3] D. Williamson and D. Shmoys. *The Design of Approximation Algorithms*. Cambridge University Press, 2011.

[4] F.T. Leighton. *Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes*. Morgan Kaufmann, 1992.

عنوان درس به فارسی:	الگوریتم‌های تقریبی		
عنوان درس به انگلیسی:	Approximation Algorithms		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

بسیاری از مسائل بهینه‌سازی در ریاضیات، علوم کامپیوتر و مهندسی ان‌پی-سخت هستند و بنابراین به دست آوردن جواب‌های بهینه برای این دسته از مسائل در زمان چندجمله‌ای با فرض $P \neq NP$ امکان‌پذیر نیست. الگوریتم‌های تقریبی امکان دست‌یابی به جواب‌هایی نزدیک به جواب بهینه با ضریب تقریب قابل اثبات را برای این دسته از مسائل فراهم می‌آورند. هدف از این درس، آشنایی با مفاهیم و روش‌های متداول برای طراحی الگوریتم‌های تقریبی حول محور مسائل بنیادی در بهینه‌سازی ترکیبیاتی، و نیز آشنایی با روش‌های اثبات سختی تقریب برای برخی از این مسائل است.

سرفصل‌ها

- نمونه مسائل بهینه‌سازی
- روش‌های ترکیبیاتی
- الگوریتم‌های حریصانه
- جستجوی محلی
- طرح‌های تقریبی با زمان چندجمله‌ای (PTAS)
- برنامه‌ریزی پویا روی مقادیر گردشده
- گرد کردن قطعی برنامه‌ریزی خطی
- گرد کردن تصادفی برنامه‌ریزی خطی
- روش اولیه-دوگان
- برنامه‌ریزی نیمه‌معین
- روش‌های اثبات سختی تقریب

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها (دو تا سه تمرین نظری): ۲۵ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۵ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Williamson and D. Shmoys. *The Design of Approximation Algorithms*. Cambridge University Press, 2011.

[2] V. Vazirani. *Approximation Algorithms*. Springer-Verlag, 2001.

[3] B. Gartner and J. Matousek. *Approximation Algorithms and Semidefinite Programming*. Springer, 2012.

[4] J. Hromkovic. *Algorithmics for Hard Problems: Introduction to Combinatorial Optimization, Randomization, Approximation, and Heuristics*. 2nd Edition, Springer, 2010.

عنوان درس به فارسی:	الگوریتم‌های تصادفی		
عنوان درس به انگلیسی:	Randomized Algorithms		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با الگوریتم‌های تصادفی و روش‌های تحلیل آن‌هاست. در این درس دانشجویان با مفاهیم مهم مرتبط با الگوریتم‌های تصادفی از جمله آنتروپی، روش مونت کارلو، قدم‌زنی تصادفی، روش‌های جبری و همچنین اثبات با روش احتمالاتی آشنا می‌شوند.

سرفصل‌ها

- احتمالات و متغیرهای تصادفی
- الگوریتم‌های تصادفی پایه‌ای
- جایگشت تصادفی و کاربردهای آن
- کران پایین الگوریتم‌های تصادفی
- اثبات با روش احتمالاتی
- داده‌ساختارهای تصادفی
- قدم‌زدن تصادفی
- روش مونت‌کارلو
- روش‌های جبری
- الگوریتم‌های گراف
- آنتروپی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون: آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم (۷۰ درصد نمره)
- پروژه: ارائه و گزارش پژوهشی (۱۵ درصد نمره)
- تمرین: سه تمرین نظری (۱۵ درصد نمره)

منابع علمی پیشنهادی

[1] R. Motwani and P. Raghavan. *Randomized Algorithms*. Cambridge University Press, 1995.

[2] J. Matoušek and J. Vondrák. *The Probabilistic Method*. Lecture Notes, Department of Applied Mathematics, Charles University, Prague, 2001.

[3] M. Mitzenmacher and E. Upfal. *Probability and Computing: Randomized Algorithms and Probabilistic Analysis*. Cambridge University Press, 2005.

عنوان درس به فارسی:	نظریه پیچیدگی		
عنوان درس به انگلیسی:	Complexity Theory		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس ارائه مدل‌های پایه برای پیچیدگی محاسبه، مروری بر دستاوردهای اصلی نظریه محاسبه، آشنایی با قضایای اساسی این حوزه، شناخت کلاس‌های پیچیدگی زمانی و فضایی اصلی و همچنین مروری بر به‌کارگیری این نظریه در شاخه‌های جدیدتر نظریه محاسبات مانند محاسبات موازی، محاسبات تصادفی، محاسبات کوانتومی و روش‌های رمزنگاری است.

سرفصل‌ها

- مروری بر نظریه ماشین‌های تورینگ
- زبان‌های بازگشتی و به‌طور بازگشتی شمارا
- مروری بر مسائل تصمیم‌ناپذیر
- مروری بر منطق گزاره‌ها و منطق مرتبه‌اول
- تعریف کلاس‌های پیچیدگی زمانی و فضایی
- تعریف کاهش و قضیه کوک-لوین و مسائل NP-Complete
- رده‌های coNP و PSPACE-Complete و مسائل مهم آن‌ها
- رده‌های پیچیدگی الگوریتم‌های تصادفی
- الگوریتم‌های موازی، ساختار درونی کلاس P
- رده‌های پیچیدگی الگوریتم‌های تقریبی و کران‌های تقریب‌ناپذیری
- ارتباط نظریه‌های پیچیدگی و رمزنگاری، اثبات تعاملی
- نظریه پیچیدگی محاسبات کوانتومی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون: آزمون‌های میان‌ترم (۲۵ درصد نمره) و پایان‌ترم (۴۰ درصد نمره)
- تمرین: چند سری تمرین بر اساس متون معرفی شده (۲۰ درصد نمره)
- گزارش پژوهشی: ارائه مقاله‌ای در موضوعات مرتبط که مستلزم مطالعه چند مقاله به‌روز باشد. (۱۵ درصد نمره)

منابع علمی پیشنهادی

[1] C.H. Papadimitriou. *Computational Complexity*. Addison-Wesley, 1994.

[2] S. Arora and B. Barak. *Computational Complexity: A Modern Approach*. Cambridge University Press, 2009.

[3] D.Z. Du and K.I. Ko. *Theory of Computational Complexity*. Wiley, 2000.

[4] I. Wegener. *Complexity Theory: Exploring the Limits of Efficient Algorithms*. Springer, 2005.

عنوان درس به فارسی:	هندسه محاسباتی		
عنوان درس به انگلیسی:	Computational Geometry	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐ نظری ☑	
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☑ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐	

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با داده‌ساختارها و الگوریتم‌های کارا برای حل مسائل هندسی است. موضوعات ارائه شده در این درس در سایر حوزه‌های علوم کامپیوتر از جمله گرافیک کامپیوتری، بینایی ماشین، روباتیک، پایگاه‌های داده‌ای، بهینه‌سازی، طراحی مدارهای مجتمع، مصورسازی داده‌ها و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- مسائل پایه‌ای هندسی
- پوسته‌ی محدب
- دوگان هندسی
- پوسته‌ی محدب در فضای سه‌بعدی
- تقاطع خطوط
- چینش خطوط
- نمودار ورونوی
- مثلث‌بندی دلونی
- برنامه‌ریزی خطی
- مکان‌یابی نقاط
- مثلث‌بندی چندضلعی
- جست‌وجوی بازه‌ای

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها (دو تا سه تمرین نظری): ۲۵ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۵ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. de Berg, O. Cheong, M. van Kreveld, and M. Overmars. *Computational Geometry: Algorithms and Applications*. 3rd Edition, Springer-Verlag, 2008.

[2] J. O'Rourke. *Computational Geometry in C*. 2nd Edition, Cambridge University Press, 1998.

عنوان درس به فارسی:	نظریه محاسبات پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advancced Theory of Computation		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس ارائه انواع مدل‌های ریاضی موجود در تعریف مفهوم محاسبه و محاسبه‌پذیری و نتایج حاصل از آن‌ها است. پس از مروری بر اصول نظریه محاسبات و نظریه پیچیدگی (موارد ۱ و ۲ از سرفصل‌های زیر)، مجموعه‌ای از سرفصل‌های منتخب از میان سرفصل‌های ۳ به بعد به اقتضای سطح کلاس انتخاب و تدریس می‌شوند.

سرفصل‌ها

- مروری بر اصول نظریه محاسبات
- مروری بر اصول نظریه پیچیدگی
- ماشین‌های تورینگ تناوبی و پیشگو
- حساب (arithmetic) و نظریه محاسبات
- خودارجاعی (Self-Reference) در محاسبه‌پذیری و منطق
- مقدمه‌ای بر نظریه اتوماتای متناهی بر رشته‌ها و درخت‌های نامتناهی
- سیستم‌های محاسباتی منصف (Fair Systems)
- سیستم‌های کلینی (Kleene)
- نظریه انواع (Type Theory) چرچ و مارتین-لاف
- توصیف و تحلیل سیستم‌های انواع در نظریه زبان‌های برنامه‌سازی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین: شش سری تمرین مسئله‌مدار و پژوهش‌محور (٪۲۰ کل نمره)
- پروژه پژوهشی: شامل گزارش پژوهشی و سمینار (٪۲۰ کل نمره)
- آزمون: آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم (٪۶۰ کل نمره)

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Kozen. *Theory of Computation*. Springer, 2006.

[2] C. H. Papadimitriou. *Computational Complexity*. Addison-Wesley, 1994.

[3] J. Shallit. *A Second Course in Formal Languages and Automata Theory*. Cambridge University Press, 2008.

[4] S. Homer and A. L. Selman. *Computability and Complexity Theory*. 2nd Edition, Springer, 2011.

[5] I. Wegener. *Complexity Theory: Exploring the Limits of Efficient Algorithms*. Springer, 2005.

عنوان درس به فارسی:	الگوریتم‌های موازی		
عنوان درس به انگلیسی:	Parallel Algorithms		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف اصلی از پردازش موازی انجام محاسبات یا طراحی مدارهای «تپنده» به‌کمک چندین پردازنده‌ی کوچک یا بزرگ است تا بتوان کارایی و تسریع بالایی را کسب کرد. دانشجویان در این درس، با مباحث نظری پردازش موازی و طراحی و تحلیل الگوریتم‌های موازی بر روی معماری‌های موازی مختلف، و نیز مدل انتزاعی «پی‌رم» آشنا می‌شوند و نیز با برنامه‌نویسی موازی مبتنی بر پردازنده‌های گرافیکی، مدل نگاشت-کاهش و محاسبات چندریسه‌ای آشنا می‌شوند و کار عملی انجام می‌دهند.

سرفصل‌ها

- آشنایی با الگوریتم‌های موازی
- الگوریتم‌های موازی برای مسائل مقدماتی
- مدل پی‌رَم (PRAM) و الگوریتم‌های پایه‌ای
- الگوریتم‌های موازی در سطح مدار
- شبکه‌های مرتب‌سازی
- الگوریتم‌های موازی مبتنی بر توری
- الگوریتم‌های گراف
- معماری‌های با قطر کم (خانواده‌ی فوق مکعب)
- مدل نگاشت-کاهش مبتنی بر GPU
- برنامه‌سازی چندریسه‌ای

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون: آزمون‌های میان‌ترم (۲۵ تا ۳۰ درصد نمره)، و پایان‌ترم (۳۰ درصد نمره)
- تمرین: ۵ یا ۶ تمرین نظری (۱۵ تا ۲۰ درصد نمره)؛ ۲ تمرین عملی با استفاده از GPU/CUDA (۱۵ درصد نمره)
- پژوهش: مطالعه یک مقاله و ارائه (۱۵ درصد نمره).

منابع علمی پیشنهادی

[1] F.T. Leighton. *Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes*. Morgan Kaufmann, 1992.

[2] B. Parhami. *Introduction to Parallel Processing: Algorithms and Architectures*. Plenum Press, 2000.

[3] D.B. Kirk and W.W. Hwu. *Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach*. 2nd Edition, Morgan Kaufmann, 2012. (supplementary text for multicore programming in CUDA.)

[4] T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, and C. Stein (CLRS). *Introduction to Algorithms*. 4th Edition, MIT Press, 2022.

عنوان درس به فارسی:	نظریه سیستم‌های توزیع‌شده		
عنوان درس به انگلیسی:	Theory of Distributed Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از ارائه این درس آشنایی دانشجویان با اصول نظری و مفاهیم اساسی توزیع‌شدگی به ویژه توصیف، طراحی و تحلیل الگوریتم‌های مورد نیاز برای حل مسائل مطرح در مدل‌های مختلف سیستم‌های توزیع‌شده، شامل مدل‌های همگام یا ناهمگام و مدل‌های ارتباطی مبتنی بر حافظه مشترک یا مبتنی بر تبادل پیغام است.

سرفصل‌ها

- معرفی سیستم‌های توزیع‌شده از دیدگاه‌های مختلف و معرفی جنبه‌های نظری و مدل‌های مختلف آن
- مدل‌سازی شبکه‌های همگام، روش‌های اثبات ویژگی‌های مدل
- مدل‌سازی شبکه‌های ناهمگام و روش‌های اثبات درستی
- مدل‌سازی شبکه‌های ناهمگام مبتنی بر حافظه مشترک و تبادل پیام
- الگوریتم‌های انتخاب رهبر و اجماع (Consensus)
- الگوریتم‌های توزیع‌شده پایه مبتنی بر گراف
- انحصار متقابل در شبکه‌های ناهمگام مبتنی بر حافظه مشترک
- انحصار متقابل در شبکه‌های ناهمگام مبتنی بر تبادل پیام
- اشیاء اتمی و تصویرهای لحظه‌ای اتمی (Atomic Snapshots)
- همگام‌سازی در سیستم‌های توزیع‌شده، دو به دو ناسازگاری، الگوریتم‌های انتخاباتی
- سیستم‌های توزیع‌شده مبتنی بر زمان‌بندی (Timing)
- معرفی برخی موضوعات پژوهشی روز در زمینه نظریه سیستم‌های توزیع‌شده مانند سیستم‌های محاسبات ابری و مه و لبه، هوش مصنوعی و یادگیری ماشین توزیع‌شده، پایگاه‌های داده و سامانه‌های ذخیره‌سازی توزیع‌شده.

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون: آزمون‌های میان‌ترم (۲۵ درصد نمره) و پایان‌ترم (۴۰ درصد نمره)
- تمرین: چند سری تمرین بر اساس متون معرفی شده (۱۵ درصد نمره)
- گزارش پژوهشی: ارائه مقاله‌ای در موضوعات مرتبط که مستلزم مطالعه چند مقاله به‌روز باشد (۲۰ درصد نمره)

منابع علمی پیشنهادی

[1] N. Lynch. *Distributed Algorithms*. Morgan Kaufmann, 1996.

[2] W. Fokkink. *Distributed Algorithms: An Intuitive Approach*. 2nd Edition, MIT Press, 2018.

[3] H. Attiya and J. Welch. *Distributed Computing: Fundamentals, Simulations, and Advanced Topics*. 2nd Edition, Wiley, 2004.

[4] G. Tel. *Introduction to Distributed Algorithms*. 2nd Edition, Cambridge University Press, 2000.

عنوان درس به فارسی:	نظریه الگوریتمی بازی‌ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Algorithmic Game Theory	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐ نظری ☑	
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☑ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐	

هدف کلی

نظریه بازی‌ها کاربردهای وسیعی در بسیاری از حوزه‌ها دارد که مهم‌ترین آن‌ها حوزه‌های اقتصادی، کسب‌وکار و علوم اجتماعی است. به‌طور کلی در نظریه بازی‌ها با سیستم‌هایی شامل عامل‌های هوشمند و خودخواه سروکار داریم که هر کدام از آن‌ها بنا به مصالح خویش وضعیت سیستم را تغییر می‌دهند. نظریه بازی‌ها ابزار تحلیل این‌گونه از سیستم‌ها را در اختیار ما قرار می‌دهد و کمک می‌کند تا بتوانیم آن‌ها را به شیوه‌ای درست و منطقی کنترل کنیم.

سرفصل‌ها

- مقدمات و مفاهیم اولیه، انواع بازی‌ها
- محاسبه نقاط تعادل و مسائل مربوطه
- قضیه نش، لم اسپرنر، قضیه بروور و الگوریتم لمکه هاوسون
- مسائل جستجوی تام و کلاس‌های پیچیدگی مرتبط
- گراف بازی و شرایط برد
- بازی‌های بی‌نهایت و تشخص
- اتوماتای درختی
- بازی‌های تصادفی و فرایند تصمیم‌گیری مارکوف
- طراحی مکانیزم الگوریتمی
- انواع مزایده‌ها و مزایده‌های ترکیبیاتی
- دینامیک بازی‌ها
- مسائل یادگیری

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون (۶۰ درصد نمره)
- تمرین (۲۰ درصد نمره)
- سمینار (۲۰ درصد نمره)

منابع علمی پیشنهادی

[1] T. Roughgarden. *Twenty Lectures on Algorithmic Game Theory*. Cambridge University Press, 2016.

[2] K. R. Apt and E. Grädel. *Lectures in game theory for computer scientists*. Cambridge University Press, 2011.

[3] Y. Shoham and K. Leyton-Brown. *Multiagent systems: Algorithmic, game-theoretic, and logical foundations*. Cambridge University Press, 2008.

[4] N. Nisan, T. Roughgarden, E. Tardos, and V. V. Vazirani. *Algorithmic game theory*. Cambridge University Press, 2007.

عنوان درس به فارسی:	رایانش کوانتومی		
عنوان درس به انگلیسی:	Quantum Computing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مبانی رایانش کوانتومی است. در این درس، دانشجویان ضمن آشنایی با اصول اولیه مکانیک کوانتومی، با نحوه ذخیره‌سازی و پردازش اطلاعات در سیستم‌های کوانتومی و الگوریتم‌های پایه در این زمینه آشنا می‌شوند. همچنین دانشجویان با مفاهیمی نظیر پیچیدگی محاسبات کوانتومی، نظریه اطلاعات کوانتومی و رمزنگاری کوانتومی آشنا خواهند شد.

سرفصل‌ها

- مفاهیم اولیه
- مروری بر جبر خطی
- اصول مکانیک کوانتومی
- اصول رایانش کوانتومی
- مدارهای کوانتومی
- الگوریتم‌های کوانتومی
- پیچیدگی محاسبات کوانتومی
- دینامیک سیستم‌های کوانتومی
- نظریه اطلاعات کوانتومی
- تصحیح خطای کوانتومی
- رمزنگاری کوانتومی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین: سه تمرین نظری و یک تمرین برنامه‌سازی (٪۲۵ کل نمره)
- پروژه پژوهشی: شامل گزارش پژوهشی و سمینار (٪۲۰ کل نمره)
- آزمون: آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم (٪۵۵ کل نمره)

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. Nielsen and I. L. Chuang. *Quantum Computation and Quantum Information*. Cambridge University Press, 2010.

[2] E. Rieffel and W. Polak. *Quantum Computing: A Gentle Introduction*. The MIT Press, 2014.

[3] N. D. Mermin. *Quantum Computer Science: An Introduction*. Cambridge University Press, 2007.

عنوان درس به فارسی:	الگوریتم‌های داده‌های حجیم		
عنوان درس به انگلیسی:	Massive Data Algorithms		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

با افزایش چشم‌گیر حجم داده‌های ارزشمند و محدودیت پردازشی و ظرفیتی حافظه‌های سریع، نیاز به طراحی داده‌ساختارها و الگوریتم‌های ویژه برای داده‌های حجیم روز به روز محسوس‌تر می‌شود. در این درس، مدل‌های رایج برای داده‌های حجیم مطرح و برای برخی مسائل پایه‌ای، الگوریتم‌های بهینه ارائه می‌شود.

سرفصل‌ها

- الگوریتم‌های مبتنی بر حافظه نهان
- داده‌ساختارهای جستجو
- داده‌ساختارهای هندسی
- الگوریتم‌های ناآگاه از حافظه نهان
- الگوریتم‌های گراف با ورودی/خروجی کارا
- مدل جریان داده و مسائل مربوطه
- روش‌های خلاصه‌سازی
- مجموعه‌های هسته و کاربردهای آن
- الگوریتم‌های خوشه‌بندی
- اثبات کران پایین مبتنی بر پیچیدگی ارتباطات
- الگوریتم‌های زیرخطی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون: آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم (۱۴ نمره)
- ارائه و گزارش پژوهشی (۳ نمره).
- تمرین‌های نظری (۳ نمره)

منابع علمی پیشنهادی

[1] L. Arge. *External memory geometric data structures*. Lecture notes, 2005.

[2] A. Chakrabarti and D. College. *Data streams algorithms*. Lecture notes, 2011.

[3] A. Czumaj and C. Sohler. *Sublinear-time algorithms*. Lecture notes, 2010.

[4] E. Demaine. *Cache-oblivious algorithms and data structures*. Lecture notes, 2002.

[5] U. Meyer, P. Sanders, and J. Sibeyn. *Algorithms for memory hierarchies*. Lecture notes, 2003.

[6] N. Zeh. *I/O efficient graph algorithms*. Lecture notes, 2002.

عنوان درس به فارسی:	داده‌ساختارهای پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Data Structures		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با داده‌ساختارهای پیشرفته و روش‌های طراحی و تحلیل آن‌ها است. در این درس داده‌ساختارهای متنوع و کارآیی به دانشجویان معرفی خواهند شد که همگی بر اساس کاربردی بودن، زیبایی، و سادگی انتخاب شده‌اند.

سرفصل‌ها

- درخت‌های تصادفی (مانند تریپ‌ها و هیترها)
- داده‌ساختارهای پایا (Persistent) و روش‌های حفظ سابقه
- آبشار کسری و کاربردهای آن (جست‌وجوی مکرر، لیست‌های پرشی)
- آنتروپی و کاربردهای آن (درخت‌های جستجوی تقریبا بهینه)
- تحلیل سرشکن (هرم فیبوناچی و مجموعه‌های مجزا)
- درخت‌های نامتوازن (مانند درخت‌های چپ‌گرا و هرم‌های اریب)
- داده‌ساختارهای خودتنظیم‌گر (مانند درخت‌های اسپلی، تانگو و کوئیپ)
- جست‌وجو در فضای اعداد صحیح (درخت‌های ون‌امبدبوز و ویلیارد)
- داده‌ساختارهای مخصوص رشته‌ها (مانند درخت‌های پسوندی، پاتریشیا و ترای)
- پرس‌وجوی کوچک‌تری نیای مشترک، نیای سطحی و کوچک‌ترین عضو بازه
- جدول‌های درهم‌سازی (مانند درهم‌سازی کامل پویا و درهم‌سازی کوکو)
- مباحث تکمیلی (مانند فیلتر بلوم و داده‌ساختارهای غیرحساس به حافظه نهان)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۱۰ نمره
- سه تمرین نظری: ۶ نمره
- پروژه‌ی پژوهشی: ۴ نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] P. Brass. *Advanced Data Structures*. Cambridge University Press, 2008.

[2] D. P. Mehta (ed.). *Handbook of Data Structures and Applications*. 2nd Edition, Chapman & Hall, 2018.

عنوان درس به فارسی:	منطق محاسباتی		
عنوان درس به انگلیسی:	Computational Logic		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس ارایه سیستم‌های منطقی که در استدلال پیرامون ویژگی‌های سیستم‌های کامپیوتری به کار می‌روند از دیدگاهی محاسباتی و نظریه برهانی است. این سیستم‌های منطقی حداقل شامل منطق گزاره‌ای و منطق مرتبه اول استاندارد، حساب لامبدا، منطق‌های موجهات پایه، منطق‌های زمانی، منطق شهودی و منطق‌های خطی هستند که نحو، معناشناسی و نظام‌های استنتاج در آن‌ها از دیدگاه محاسباتی و با تاکید بر روش‌های اثبات خودکار قضایا (با تاکید کمتر بر روش وارسی مدل) ارائه می‌شوند. لازم است دانشجو به روشی مناسب (مانند تعریف پروژه‌های عملی) با برخی ابزارهای نرم‌افزاری موجود در اثبات خودکار قضایا و یاریگرهای اثبات و زبان‌های برنامه‌سازی مناسب این حوزه مانند ML و Lisp آشنا شود.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر منطق محاسباتی
- منطق گزاره‌های کلاسیک
- نظریه‌های نحو، معناشناسی و نظام‌های استنتاجی
- روش‌های اثبات خودکار
- منطق گزاره‌های شهودی
- نظام‌های اصل موضوعی هیلبرتی
- منطق‌های موجهات گزاره‌ای
- منطق‌های زمانی گزاره‌ای
- مسئله وارسی الگو برای توصیفات منطق‌های زمانی
- منطق مرتبه اول کلاسیک
- قضایای صحت و تمامیت، قضایای حذف برش
- منطق خطی: دیدگاه محاسباتی و استنتاج خودکار قضایا

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون میان‌ترم (٪۲۵ کل نمره)
- آزمون پایان‌ترم (٪۴۰ کل نمره)
- حداقل شش سری تمرین (٪۲۵ کل نمره)
- ارزش‌یابی مستمر در کلاس (٪۱۰ از نمره اصلی)

منابع علمی پیشنهادی

[1] G. Boolos, J. Burgess, and R. Jeffrey. *Computability and Logic*. 5th Edition, Cambridge University Press, 2007.

[2] J. Goubault-Larrecq and I. Mackie. *Proof Theory and Automated Deduction*. Springer, 1997.

[3] J. H. Gallier. *Logic for Computer Science: Foundations of Automatic Theorem Proving*. Dover Publications, 2015.

[4] M. Kaufmann, P. Manolios, and J. S. Moore. *Computer-Aided Reasoning: An Approach*. 3rd Edition, Kluwer Academic Publishers, 2011.

[5] F. Baader and T. Nipkow. *Term Rewriting and All That*. Cambridge University Press, 1998.

عنوان درس به فارسی:	بهینه‌سازی ترکیبیاتی		
عنوان درس به انگلیسی:	Combinatorial Optimization		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی دانشجویان با بهینه‌سازی ترکیبیاتی از طریق بررسی مسائل بهینه‌سازی و الگوریتم‌های خاص این حوزه از جمله الگوریتم‌های سیمپلکس، الگوریتم‌های اولیه-دوگان، دوگانی و برنامه‌ریزی خطی صحیح است.

سرفصل‌ها

- مسائل بهینه‌سازی
- مجموعه‌ها و توابع محدب
- هندسه‌ی برنامه‌ریزی خطی
- دوگان برنامه‌ریزی خطی
- الگوریتم سیمپلکس
- دوگان الگوریتم سیمپلکس
- الگوریتم‌های اولیه-دوگان
- الگوریتم‌های شبکه‌های شار
- مسائل تطابق و کوتاه‌ترین مسیر
- برنامه‌ریزی خطی صحیح
- کاربرد در الگوریتم‌های تقریبی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌های نظری: ۳ نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۱۵ نمره
- گزارش پژوهشی: ۲ نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] C. H. Papadimitriou and K. Steiglitz. *Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity*. Dover Publications, 1998.

عنوان درس به فارسی:	هندسه محاسباتی پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Computational Geometry	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	☑ نظری ☐ پایه	
دروس هم‌نیاز:	–	☐ عملی ☐ تخصصی الزامی	
تعداد واحد:	۳	☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری	
تعداد ساعت:	۴۸	☐ مهارتی	

هدف کلی

این درس دربرگیرنده‌ی موضوعاتی از هندسه‌ی محاسباتی است که به زمینه‌های پژوهش روز نزدیک‌ترند و به طور معمول در دروس مقدماتی هندسه‌ی محاسباتی مورد بررسی قرار نمی‌گیرند. مطالب این درس حول سه موضوع کلی متمرکز خواهد بود: الگوریتم‌های تقریبی هندسی، داده‌ساختارهای هندسی، و هندسه‌ی ترکیبیاتی. آشنایی قبلی با هندسه‌ی محاسباتی برای این درس مفید خواهد بود.

سرفصل‌ها

- تقریب هندسی
- هندسه در ابعاد بالا
- مسائل مجاورت (Proximity Problems)
- افراز به زوج‌های ازهم‌جدا (WSPD)
- پوشاننده‌های هندسی (Geometric Spanners)
- مسائل ان‌پی-سخت هندسی
- مسائل هندسی در مدل جریان داده
- هندسه‌ی ترکیبیاتی
- پوش‌های پایینی (Lower Envelopes)
- سطوح و لایه‌ها
- ε-نت‌ها، بُعد VC و کاربردها
- داده‌ساختارهای پویا و جنبشی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۱۰ نمره
- حدود سه تمرین نظری: ۵ نمره
- پروژه‌ی پژوهشی: ۵ نمره



منابع علمی پیشنهادی

[1] S. Har-Peled. *Geometric Approximation Algorithms*. American Mathematical Society, 2011.

[2] J. Matousek. *Lectures on Discrete Geometry*. Springer-Verlag, 2002.

[3] G. Narasimhan and M. Smid. *Geometric Spanner Networks*. Cambridge University Press, 2007.

[4] J. Goodman and J. O'Rourke (eds.). *Handbook of Discrete and Computational Geometry*. 3rd Edition, CRC Press, 2017.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

عنوان درس به فارسی:	نظریه الگوریتمی گراف‌ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Algorithmic Graph Theory		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با مباحث پیشرفته در نظریه‌ی گراف‌ها است. در این درس دانشجویان ضمن آشنایی با رده‌های مهمی از گراف‌ها نظیر گراف‌های تام، گراف‌های مسطح و گراف‌های وتری، با روش‌های طراحی الگوریتم‌های کارا برای این دسته از گراف‌ها آشنا می‌شوند.

سرفصل‌ها

- تعاریف و مفاهیم اولیه
- گراف‌های بازه‌ای
- گراف‌های وتری و الگوریتم‌های تشخیص
- گراف‌های مقایسه‌پذیری
- گراف‌های تام
- درخت‌ها و عرض درختی
- گراف‌های مسطح
- مسائل روی گراف‌های مسطح
- جداسازها
- گراف‌های مثلث‌بندی‌شده
- نظریه طیفی گراف‌ها

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌های نظری: ۲۵ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۵ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. C. Golumbic. *Algorithmic Graph Theory and Perfect Graphs*. 2nd Edition, Elsevier, 2004.

[2] G. Chartrand and O. R. Oellermann. A*pplied and Algorithmic Graph Theory*. McGraw-Hill, 1993.

[3] T. Nishizeki and N. Chiba. *Planar Graphs: Theory and Algorithms*. Dover Publications, 1988.

[4] D. B. West. *Introduction to Graph Theory*. 2nd Edition, Pearson Education, 2001.

عنوان درس به فارسی:	تحلیل شبکه‌های پیچیده		
عنوان درس به انگلیسی:	Complex Networks Analysis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با تکنیک‌های تحلیل و پردازش داده‌های گرافی و شبکه‌ای پیچیده می‌باشد. در این درس، شبکه‌های پیچیده و انواع آن‌ها به صورت نظری و تجربی تحلیل می‌گردند. همچنین مسائل مختلف مرتبط، از قبیل مدل‌های تصادفی، بیشینه‌سازی تاثیر، بهینه‌سازی انتشار، فرایندهای شکل‌گیری، تحلیل پیوندها، ساختار جوامع و خوشه‌بندی، پیش‌بینی پیوندها و یادگیری بازنمایی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: معرفی شبکه‌های پیچیده، کاربردها و مثال‌ها، آشنایی با روش‌های ساده تحلیل شبکه‌های پیچیده.
- مدل گراف تصادفی و تجزیه و تحلیل نظری و تجربی جنبه‌های گوناگون آن از قبیل توزیع درجه، جزء غول‌پیکر، ضریب خوشه‌بندی و قطر.
- پدیده دنیای کوچک، مدل‌های دنیای کوچک، تجزیه و تحلیل نظری و عملی مدل‌ها.
- رفتار آبشاری اطلاعات در شبکه‌های پیچیده، بیشینه کردن تاثیر در شبکه‌های پیچیده، بهینه‌سازی submodular.
- کشف شیوع در شبکه‌های پیچیده، الگوریتم CELF.
- فرایندهای تشکیل شبکه‌های پیچیده، توزیع درجه توانی، اتصال ترجیحی و تحلیل نظری و تجربی آن.
- تجزیه و تحلیل ساختار پیوندها، الگوریتم HITTS، الگوریتم رتبه صفحه، الگوریتم رتبه صفحه شخصی‌شده، کاربردها.
- قدرت روابط ضعیف، ساختار انجمن‌ها و خوشه‌ها در شبکه‌های پیچیده، الگوریتم گیروان نیومن، پیمانگی، الگوریتم‌های طیفی برای خوشه‌بندی شبکه‌های پیچیده، تحلیل نظری، بهینه‌سازی پیمانگی سریع.
- انجمن‌ها و خوشه‌های همپوشان در شبکه‌های پیچیده، نمودار NCP، الگوریتم CPM، الگوریتم AGM.
- پیش‌بینی پیوند در شبکه‌های پیچیده، روش‌های مبتنی بر یادگیری، روش‌های مبتنی بر معیارهای نزدیکی.
- یادگیری بازنمایی در شبکه‌های پیچیده، الگوریتم deepwalk، الگوریتم node2vec.
- شبکه‌های عصبی گرافی و معماری‌های مختلف آن‌ها، استنتاج ساختار شبکه‌های پیچیده.

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Easley and J. Kleinberg. *Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World*. Cambridge University Press, 2010.

[2] T. Christiano Silva and L. Zhao. *Machine Learning in Complex Networks*. Springer, 2016.

[3] M. Newman. *Networks*. Oxford University Press, 2018.

عنوان درس به فارسی:	بهینه‌سازی محدب		
عنوان درس به انگلیسی:	Convex Optimization		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

بهینه‌سازی در بسیاری از مسائل مهندسی کامپیوتر و بالاخص هوش مصنوعی مطرح است. هدف اصلی این درس بررسی منسجم الگوریتم‌های بهینه‌سازی، آشنایی دانشجویان با روش‌های مختلف و شرایط به‌کارگیری آن‌هاست. علاوه بر این هدف اصلی، اهداف فرعی دیگری از جمله تقویت پایه ریاضیاتی دانشجویان و آشنایی با مسائل کاربردی بهینه‌سازی در این درس دنبال می‌شود.

سرفصل‌ها

- معرفی بهینه‌سازی: هدف بهینه‌سازی و اهمیت آن، انواع مسائل بهینه‌سازی
- مقدمات ریاضی لازم در بهینه‌سازی: فضای برداری، آنالیز توابع چند متغیره، تجزیه طیفی و مقدار منفرد
- مجموعه‌ها و توابع محدب
- مسائل بهینه‌سازی محدب: شرایط بهینگی، بازنویسی مسائل غیرمحدب به فرم محدب، بهینه‌سازی چندهدفه
- تئوری دوگانی و شرایط بهینگی: مسئله دوگان، شروط KKT
- بهینه‌سازی نامقید: رویکردهای line search و trust region، روشهای سریع‌ترین کاهش، نیوتن، شبه‌نیوتن
- روش گرادیان مزدوج خطی و غیرخطی
- بهینه‌سازی با قیود تساوی: رویکرد حل مسئله دوگان، روش نیوتن تعمیم یافته، روش Primal-dual
- الگوریتم‌های بهینه‌سازی مقید: روش‌های نقطه داخلی، رویکرد Primal-dual
- روش مسیر متناوب ضرایب ADMM
- کاربردهای بهینه‌سازی: رگرسیون، منظم سازی، هموارسازی، بهینه‌سازی مقاوم، تخمین، آشکارسازی، دسته‌بندی
- الگوریتم‌های بهینه‌سازی در یادگیری عمیق

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۷۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] S. Boyed and L. Vandenberg. *Convex optimization*. Cambridge, 2004.

[2] J. Nocedal and S. J. Wright. *Numerical Optimization*. Springer, 1999.

[3] D. G. Luenberger and Y. Ye. *Linear and Nonlinear Programming*. 3rd Edition, Springer, 2008.

[4] Z. Lin, H. Li, and C. Feng. *Alternating Direction Method of Multipliers for Machine Learning*. Springer, 2022.

عنوان درس به فارسی:	مبانی نظری علم داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Theoretical Foundations of Data Science		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی با مفاهیم و مبانی نظری علم داده است. این مبانی از جنبه‌های مختلفی همانند هندسه ابعاد بالا، کاهش بعد داده‌های با ابعاد بالا، قدم زنی تصادفی و زنجیره مارکوف، گراف‌های تصادفی همچنین در خصوص جنبه‌های مهم ارزیابی و تحلیل این سیستم‌ها بحث خواهد شد.

سرفصل‌ها

- مقدمه
- فضاهای دارای ابعاد بالا
- تخمین توزیع برای داده‌های با ابعاد بالا
- روش‌های مختلف کاهش بعد
- زنجیره مارکوف و قدم‌زنی تصادفی
- همگرایی زنجیره مارکوف
- گراف تصادفی و تحلیل شبکه‌های اجتماعی
- مدل‌سازی موضوعی
- روش‌های مختلف تجزیه ماتریس
- روش‌های طیفی در خوشه‌بندی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌های نظری: ۳ نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۱۵ نمره
- آزمونک‌ها: ۲ نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. Blum, J. Hopcroft and R. Kannan. *Foundations of Data Science*. Cambridge University Press, 2020.

عنوان درس به فارسی:	نظریه رمزنگاری		
عنوان درس به انگلیسی:	Cryptography Theory		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، تکمیل زنجیره آشنایی دانشجویان کارشناسی ارشد امنیت اطلاعات با رمزنگاری پیشرفته با اهداف جزئی‌تر مانند آشنایی با گستره وسیعی از مفاهیم رمزنگاری، فراگیری ریاضیات رمز، درک عمیق از روش‌های اثبات در رمزنگاری و آشنایی با اخیرترین پژوهش‌ها در زمینه رمزنگاری می‌باشد.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر رمزنگاری پیشرفته: مفهوم امنیت اثبات‌پذیر، مروری بر نظریه محاسبات، مروری بر نظریه پیچیدگی، مفاهیم «تعریف» و «مدل»
- ساختارهای اساسی رمزنگاری، توابع و جایگشتهای یک‌طرفه، مولدها، توابع، و جایگشتهای شبه تصادفی، توابع درهم ساز، کدهای تصدیق اصالت پیام
- رمزنگاری متقارن، امنیت در برابر حملات متن آشکار انتخابی (CPA)، امنیت در برابر حملات متن رمز انتخابی (CCA)، ساخت رمزهای متقارن، رمزنگاری تصادفی و رمزنگاری حالت‌دار، سبک‌های رمزنگاری: مدل سازی و اثبات
- رمزنگاری کلید عمومی: امنیت در برابر حملات CPA، CCA، و CCA2: رمز انعطاف ناپذیر، روابط میان گونه‌های مختلف، رمزنگاری کلید عمومی، بنا نمودن شماهای رمز نامتقارن
- امضای دیجیتال: تعاریف و مدل سازی، الگوی درهم‌سازی - معکوس‌گیری، در همسازی تمام دامنه، امنیت دقیق، امضای کور، امضای انکار ناپذیر، امضای گروهی، امضای دریچه‌دار، رمز امضا
- ریاضی رمز: مقدمه‌ای بر نظریه گروهها، نظریه اعداد؛ قضیه باقیمانده چینی، اعداد اول و مسئله تجزیه، الگوریتمهای تجزیه، گروههای دوری، مسئله لگاریتم گسسته و مسائل مرتبط، الگوریتم‌های حل لگاریتم گسسته، خم‌های بیضوی
- تعاریف مبتنی بر شبیه‌سازی: تعاریف مبتنی بر شبیه‌سازی در مقابل تعاریف مبتنی بر بازی، انواع تمیز ناپذیری (کامل، آماری، محاسباتی)، تعریف مبتنی بر شبیه‌سازی از رمز نامتقارن امن، نا-آگاه‌سازی و کاربردهای آن، مفاهیم اثبات دانش، تمیز ناپذیری گواه، و مخفی سازی گواه
- مدل پیشگوی تصادفی: توابع درهم ساز آرمانی و مکاشفه فیات-شامیر، تعریف پیشگوی تصادفی، بنا نمودن انواع ساختارهای رمزنگاری در مدل پیشگوی تصادفی، ساخت ناپذیری پیشگوهای تصادفی
- پروتکل‌های رمزنگاری: پروتکلهای تصدیق هویت و توزیع کلید، پروتکلهای دو جانبه امن (شماهای تعهد، شماهای انتقال ناآگاهانه، داده کاوی پاسدار حریم خصوصی)، محاسبات چند جانبه امن
- رمزنگاری کوانتومی: ماشینهای کوانتومی و قدرت آن‌ها، تبادل کلید کوانتومی، نظریه مشبکه‌ها
- معرفی سایر مباحث: روشهای صوری در امنیت، نظریه اطلاعات، تسهیم راز، نظریه کدینگ، مدل UC، رمزنگاری تابعی، رمزنگاری کاملاً همریخت

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] Jonathan Katz and Yehuda Lindell. *Introduction to Modern Cryptography*. 3rd Edition, CRC Press, 2020.

[2] O. Goldreich. *Foundations of Cryptograph*. Volume 1: Basic Tools. Cambridge University Press, 2001.

[3] O. Goldreich. *Foundations of Cryptograph*. Volume 2: Basic Applications. Cambridge University Press, 2004.

[4] A.J. Menezes, P.C. van Oorschot, and S.A. Vanstone. *Handbook of Applied Cryptography*. CRC Press, 2001.

عنوان درس به فارسی:	مدل‌های گرافی احتمالی		
عنوان درس به انگلیسی:	Probabilistic Graphical Models		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

مدل‌های گرافی احتمالی چارچوبی متداول برای مدل‌سازی توزیع احتمال توأم متغیرهای تصادفی هستند که در آن‌ها از گراف‌های پارامتری شده برای بازنمایی فشرده و گویای توزیع‌های احتمالاتی و روابط استقلال میان متغیرهای تصادفی استفاده می‌شود. در این درس، روش‌های مختلف ارائه، استنتاج دقیق و تقریبی، و نیز یادگیری ساختار و پارامترهای مدل‌های احتمالاتی گرافی آموزش داده می‌شود. همچنین، کاربرد این مدل‌ها در پردازش متن، صوت، و تصویر و نیز در حوزه بیوانفورماتیک مورد بررسی قرار می‌گیرد.

سرفصل‌ها

- مقدمات نظریه احتمال و نظریه گراف
- شبکه‌های بیزی جهت‌دار
- شبکه‌های مارکفی بدون جهت
- روش‌های‌ارائه کلیشه‌ای: مدل‌های زمانی، شبکه‌های‌بیزی پویا، مدل مخفی مارکوف، مدل‌های شیء-رابطه
- روش‌های استنتاج دقیق: حذف متغیر، درخت‌های کلیک، انتقال پیام، جمع-ضرب، انتشار باور
- روش‌های استنتاج تقریبی: نمونه‌برداری، استنتاج مبتنی بر ذره، MCMC، الگوریتم‌های استنتاج تغییراتی
- روش‌های یادگیری پارامتر: تقریب بیشینه درست‌نمایی، تقریب پارامتر بیزی
- روش‌های یادگیری ساختار: روش‌های مبتنی بر قید، روش‌های مبتنی بر امتیاز
- کاربردها

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۶۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Koller and N. Friedman. *Probabilistic Graphical Models: Principles and Techniques*. MIT press, 2009.

[2] K. P. Murphy. *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. MIT Press, 2012.

[3] C. M. Bishop. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, 2006.

عنوان درس به فارسی:	الگوریتم‌های بیوانفورماتیک	
عنوان درس به انگلیسی:	Algorithms for Bioinformatics	نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مباحث پیشرفته‌تر الگوریتم‌های بیوانفورماتیک است. انتظار می‌رود دانشجویان در درس مقدمه‌ای بر بیوانفورماتیک، آشنایی مقدماتی با الگوریتم‌های بیوانفورماتیک پیدا کرده باشند. هدف از این درس، تقویت و عمق بخشیدن به دانش الگوریتمی دانشجویان است.

سرفصل‌ها

- داده‌ساختارهای رشته‌ای
- تبدیل باروز-ویلر و کاربردهای آن
- مشابهت‌یابی رشته‌ها
- روش‌های مبتنی بر شار بیشینه
- الگوریتم‌های تقریبی برای توالی‌یابی
- الگوریتم‌های تقریب همسایگی
- روش‌های مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی
- تحلیل ژنوم
- تحلیل ترانسکریپتوم
- تحلیل پروتئوم
- تحلیل متاژنوم

منابع علمی پیشنهادی

[1] V. Mäkinen, D. Belazzougui, F. Cunial, and A. I. Tomescu. *Genome-scale algorithm design*. Cambridge University Press, 2015.

[2] W. K. Sun. *Algorithms in Bioinformatics, A Practical Introduction*. CRC Press, 2010.

[3] I. Mandoiu and A. Zelikovsky. *Bioinformatics Algorithms, Techniques and Applications*. Wiley-Interscience, 2008.

عنوان درس به فارسی:	نظریه یادگیری ماشین		
عنوان درس به انگلیسی:	Machine Learning Theory		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با مفاهیم نظری الگوریتم‌های یادگیری ماشین و تحلیل آن‌ها است. تاکید این درس بیشتر روی روش‌های آماری محاسباتی متمرکز می‌شود. در این درس تلاش می‌شود به این پرسش‌ها پاسخ داده شود که آیا می‌توان الگوریتم یادگیری طراحی نمود که کران کارایی آن قابل اثبات باشد، و چگونه می‌توان الگوریتم یادگیری طراحی کرد که خواص ویژه‌ای داشته باشد.

سرفصل‌ها

- مقدمه و مدل رسمی یادگیری
- یادگیری در مدل سازگاری، مدل احتمالا تقریبا درست (PAC)، یادگیری عمومی و تحلیل الگوریتم‌های کمینه‌سازی خطای تجربی
- معیارهای محاسبه غنای فضای فرضیه محاسبه کران خطا (تابع رشد، بعد VC و پیچیدگی راداماخر)
- یادگیری غیریکنواخت و تحلیل الگوریتم‌های کمینه‌سازی خطای ساختاری
- انتخاب مدل، روش‌های منظم‌سازی و پایداری الگوریتم‌های یادگیری
- پیچیدگی محاسباتی الگوریتم‌های یادگیری
- الگوریتم‌های یادگیری برخط، رتبه‌بندی فعال
- نظریه PAC-Bayesian
- مبانی نظریه خوشه‌بندی
- مسائل یادگیری محدب
- تحلیل الگوریتم‌های یادگیری: تحلیل الگوریتم‌های رگرسیون، ماشین بردار پشتیبان، بوستینگ و ...

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۵ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۶۵ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. Mohri, A. Rostamizadeh, and A. Talwalkar. *Foundations of Machine Learning*. 2nd Edition, MIT Press, 2018.

[2] S. Shalev-Shwartz and S. Ben-David. *Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms*. Cambridge University Press, 2014.

عنوان درس به فارسی:	تحلیل شبکه‌های پیچیده		
عنوان درس به انگلیسی:	Complex Networks Analysis	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐ نظری ☑	
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐	

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با تکنیک‌های تحلیل و پردازش داده‌های گرافی و شبکه‌ای پیچیده می‌باشد. در این درس، شبکه‌های پیچیده و انواع آن‌ها به صورت نظری و تجربی تحلیل می‌گردند. همچنین مسائل مختلف مرتبط، از قبیل مدل‌های تصادفی، بیشینه‌سازی تاثیر، بهینه‌سازی انتشار، فرایندهای شکل‌گیری، تحلیل پیوندها، ساختار جوامع و خوشه‌بندی، پیش‌بینی پیوندها و یادگیری بازنمایی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: معرفی شبکه‌های پیچیده، کاربردها و مثال‌ها، آشنایی با روش‌های ساده تحلیل شبکه‌های پیچیده.
- مدل گراف تصادفی و تجزیه و تحلیل نظری و تجربی جنبه‌های گوناگون آن از قبیل توزیع درجه، جزء غول‌پیکر، ضریب خوشه‌بندی و قطر.
- پدیده دنیای کوچک، مدل‌های دنیای کوچک، تجزیه و تحلیل نظری و عملی مدل‌ها.
- رفتار آبشاری اطلاعات در شبکه‌های پیچیده، بیشینه کردن تاثیر در شبکه‌های پیچیده، بهینه‌سازی submodular.
- کشف شیوع در شبکه‌های پیچیده، الگوریتم CELF.
- فرایندهای تشکیل شبکه‌های پیچیده، توزیع درجه توانی، اتصال ترجیحی و تحلیل نظری و تجربی آن.
- تجزیه و تحلیل ساختار پیوندها، الگوریتم HITTS، الگوریتم رتبه صفحه، الگوریتم رتبه صفحه شخصی‌شده، کاربردها.
- قدرت روابط ضعیف، ساختار انجمن‌ها و خوشه‌ها در شبکه‌های پیچیده، الگوریتم گیروان نیومن، پیمانگی، الگوریتم‌های طیفی برای خوشه‌بندی شبکه‌های پیچیده، تحلیل نظری، بهینه‌سازی پیمانگی سریع.
- انجمن‌ها و خوشه‌های همپوشان در شبکه‌های پیچیده، نمودار NCP، الگوریتم CPM، الگوریتم AGM.
- پیش‌بینی پیوند در شبکه‌های پیچیده، روش‌های مبتنی بر یادگیری، روش‌های مبتنی بر معیارهای نزدیکی.
- یادگیری بازنمایی در شبکه‌های پیچیده، الگوریتم deepwalk، الگوریتم node2vec.
- شبکه‌های عصبی گرافی و معماری‌های مختلف آن‌ها، استنتاج ساختار شبکه‌های پیچیده.

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Easley and J. Kleinberg. *Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World*. Cambridge University Press, 2010.

[2] T. Christiano Silva and L. Zhao. *Machine Learning in Complex Networks*. Springer, 2016.

[3] M. Newman. *Networks*. Oxford University Press, 2018.

عنوان درس به فارسی:	توصیف و وارسی برنامه‌ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Program Specification and Verification		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

این درس مقدمه‌ای بر توصیف عملکرد برنامه‌ها با منطق و تئوری و ساخت وارسی‌کننده‌های برنامه است. این درس فنون قدرتمند برای استدلال صوری درباره برنامه‌ها و مجموعه ابزارهای نوین در این زمینه را پوشش می‌دهد. دانشجویان مهارت‌های لازم را برای طراحی، توسعه، و به‌کارگیری ابزارهای وارسی‌کننده که وارسی پیمانه‌ای برنامه‌های پیچیده را امکان‌پذیر می‌سازد به دست خواهند آورد. علاوه بر این، دانشجویان انواع مختلفی از اصول پایه‌ای استدلال و چگونگی به‌کارگیری این اصول از طریق ابزارهای خودکار را فرا می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- روش‌های مبتنی بر منطق ریاضی برای توصیف کارکرد صحیح برنامه‌ها
- مبانی استدلال منطقی
- حل‌کننده‌های SMT برای استدلال خودکار درباره فرمول‌های منطق
- زبان‌های میانی وارسی (مثل Viper) برای مدل‌سازی روش‌های وارسی
- وارسی حلقه‌ها و رویه‌ها
- وارسی ویژگی‌های چالش‌برانگیز برنامه‌ها (مثل مدیریت پویای حافظه)
- وارسی برنامه‌های همروند

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون میان ترم: ۳۰ درصد نمره
- آزمون پایان ترم: ۳۰ درصد نمره
- انجام تکلیف‌های عملی و پروژه درس: ۴۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] F. Nielson and H. Riis Nielson. *Formal Methods: An Appetizer*. Springer International Publishing, 2019.

[2] B.C. Pierce et al. *Software Foundations*. Published online: https://softwarefoundations.cis.upenn.edu, last accessed 2024.

عنوان درس به فارسی:	مدل‌سازی و درستی‌یابی صوری		
عنوان درس به انگلیسی:	Formal Modeling and Verification		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی دانشجویان با روش‌های توصیف صوری و وارسی مدل سیستم‌های همروند و واکنشی است. توصیف سیستم‌ها توسط زبان‌های مدل‌سازی سطح بالا انجام می‌شود که به نوبه خود به سیستم‌های گذار تبدیل می‌شوند. وارسی مدل مبتنی بر منطق‌های زمانی شناخته‌شده انجام می‌شود.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر درستی‌یابی
- سیستم‌های گذار و گراف برنامه‌ها
- مدل‌سازی سطح بالا: پروملا، شبکه‌های پتری، و مدل اکتور
- خاصیت‌های خطی
- انصاف
- خاصیت‌های منظم
- منطق زمانی خطی
- منطق درخت محاسبه
- خودکاره‌های زمانی و هیبرید
- وارسی مدل احتمالاتی
- یادگیری مدل
- هم ارزی و تجرید (اختیاری؛ بنا به تشخیص استاد درس)
- کاهش ترتیب جزئی (اختیاری؛ بنا به تشخیص استاد درس)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۶۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره



منابع علمی پیشنهادی

[1] C. Baier and J. P. Katoen. *Principles of Model Checking*. MIT Press, 2008.

[2] S. Kundu, S. Lerner, and R. Gupta. *High-Level Verification: Methods and Tools for Verification of System-Level Designs*. Springer-Verlag, 2014.

[3] M. Ben-Ari. *Principles of the Spin Model Checker*. Springer-Verlag, 2008.

[4] M. Huisman and A. Wijs. *Concise Guide to Software Verification: From Model Checking to Annotation Checking*. Springer International, 2023.

[5] E.M. Clarke, O. Grumberg, D. Kroening, D. Peled, and H. Veith. *Model Checking*. MIT Press, 2018.

[6] C. Baier and J. P. Katoen. *Principles of Model Checking*. MIT Press, 2008.

عنوان درس به فارسی:	نظریه اطلاعات و کدینگ		
عنوان درس به انگلیسی:	Coding and Information Theory		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مفاهیم پایه‌ای و پیشرفته نظریه اطلاعات و کدینگ و کاربردهای آن در فشرده‌سازی داده‌ها، تصحیح خطا، رمزنگاری و دیگر زمینه‌های مرتبط است.

سرفصل‌ها

- آنتروپی، آنتروپی نسبی و اطلاعات متقابل
- آنتروپی توام (Joint Entropy)، آنتروپی شرطی (Conditional Entropy)، آنتروپی نسبی و اطلاعات متقابل (Relative entropy and Mutual Information)، رابطه آنتروپی و اطلاعات متقابل.
- قوانین زنجیره‌ای (Chain Rules)، نامعادله جانسون و نتایج آن، نامعادله لاگ سام و کاربردهای آن، نامعادله‌های پردازش داده و فانو
- نرخ آنتروپی فرایند تصادفی، زنجیره‌های مارکوف (Markov Chains)، نرخ آنتروپی (Entropy Rate)، توابع نرخ آنتروپی
- فشرده‌سازی اطلاعات منبع، مثال‌هایی از کدگذاری منبع
- نامساوی کرفت، کدهای منبع بهینه، کران‌های طول کد بهینه، نامساوی کرافت و کدهای باز شونده به‌طور یکتا، کدهای هافمن و بهینگی هافمن، کد شانو - فانو - الیاس
- ظرفیت کانال، مثال‌هایی از ظرفیت کانال
- کانال‌های متقارن، خواص ظرفیت کانال، قضیه شانون برای ظرفیت کانال، کدهای همینگ

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۶۵ درصد نمره
- پروژه: ۱۵درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] T. Cover and J. Thomas. *Elements of Information Theory*. 2nd Edition. John Wiley & Sons, 2012.

[2] R. M. Gray. *Entropy and Information Theory*. Springer Science & Business Media, 2011.

[3] I. Csiszár and J. Körner. *Information theory: Coding Theorems for Discrete Memoryless Systems*. Cambridge University Press, 2011.

گرایش شبکه‌های کامپیوتری

عنوان درس به فارسی:	شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Computer Networks		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با فناوری‌های شبکه‌ی اینترنت امروزی و همچنین ساختار کنار هم قرار گرفتن این فناوری‌ها است. فهم چرایی و چگونگی این فناوری‌ها و ساختار اینترنت با تاکید بر مسیریابی به عنوان عملیات کلیدی در اینترنت، و همچنین معرفی رویکردهای نوین در شبکه مانند SDN و NFV در این درس ارائه می‌شود.

سرفصل‌ها

- کنترل ازدحام در اینترنت
- مسیریابی در شبکه‌های کامپیوتری با تاکید بر OSPF و BGP
- معماری و سلسله مراتب در اینترنت
- ساختار ISPها و سطوح مختلف خدمات‌دهندگان و نقش پروتکل BGP در ارتباط بین ASها
- کیفیت سرویس در شبکه‌های کامپیوتری
- شبکه‌های توزیع محتوا، مکانیسم توزیع ترافیک و استفاده از حافظه نهان برای ذخیره‌سازی محتوا در نزدیکی مصرف‌کنندگان
- شبکه‌های مبتنی بر MPLS
- مهندسی ترافیک با تاکید بر OSPF-TE و BGP-TE و MPLS
- شبکه‌های تعریف‌شده با نرم‌افزار (SDN)
- پروتکل OpenFlow، زنجیره‌سازی خدمت (Service Chaining)
- شبکه‌های پوشان (Overlay)، توابع شبکه و مجازی‌سازی توابع شبکه (NFV)
- معماری‌ها و شبکه‌های مراکز داده

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تکالیف و سمینار پژوهشی: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۷۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Medhi and K. Ramasamy. *Network Routing: Algorithms, Protocols, and Architectures*. 2nd Edition. Morgan Kaufmann. 2017.

[2] L. L. Peterson and B. S. Davie. *Computer Networks: A Systems Approach*. 6th Edition, Morgan Kaufmann. 2021.

[3] L. L. Peterson, C. Cascone, B. O'Connor, T. Vachuska, and B. Davie. *Software Defined Networks: A Systems Approach*. Morgan Kaufmann. 2021.

عنوان درس به فارسی:	ارزیابی کارایی شبکه‌های کامپیوتری		
عنوان درس به انگلیسی:	Performance Evaluation of Computer Networks		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، ارائه مبانی نظری و مهارت‌های عملی لازم برای درک و ارزیابی کارایی شبکه‌های کامپیوتری است. دانشجویان معیارهای کلیدی کارایی، فنون اندازه‌گیری و روش‌های مدل‌سازی را برای تحلیل کارایی شبکه‌های کامپیوتری یاد خواهند گرفت و در یک پروژه پژوهشی یا مطالعه موردی به‌کار خواهند گرفت.

سرفصل‌ها

- اصول ارزیابی کارایی شبکه‌های کامپیوتری
- معیارهای کارایی و روش‌های اندازه‌گیری
- ابزارهای شبیه‌سازی برای ارزیابی کارایی شبکه
- مقدمه‌ای بر آمار کاربردی در شبکه‌های کامپیوتری
- نظریه‌ی صف و مدل‌های کارایی شبکه
- روش‌های تحلیلی برای ارزیابی کارایی
- کیفیت خدمات (QoS) در شبکه‌ها
- مدل‌های ترافیک و تحلیل کارایی
- نمایه‌سازی ترافیک اینترنت
- طراحی و اجرای آزمایش‌های ارزیابی کارایی
- مطالعات موردی و کاربردهای دنیای واقعی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها: ۱۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۶۰ درصد نمره
- پروژه: ۳۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] S. Keshav. *An Introduction to Computer Networks. Addison Wesley*. 2016.

[2] S. Fernandes. *Performance Evaluation for Network Services, Systems and Protocols*. Springer, 2017.

[3] G. Bolch, S. Greiner, H. de Meer and K.S. Trivedi. *Queueing Networks and Markov Chains*. Wiley, 2006.

[4] R. German. *Performance Analysis of Communication Systems: Modeling with Non-Markovian Stochastic Petri Nets*. Wiley, 2000.

[5] M. Harchol-Balter.*Introduction to Probability for Computing*. Cambridge University Press, 2023.

عنوان درس به فارسی:	امنیت شبکه پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Network Security	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐ نظری ☑	
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☑ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐	

هدف کلی

این درس مجموعه‌ای از مفاهیم و روش‌های امنیت شبکه را پوشش می‌دهد و برای دانشجویانی طراحی شده است که دانش پایه را در خصوص شبکه‌های کامپیوتری و الگوریتم‌های رمزنگاری دارند. در این درس، انواع حمله به سیستم‌ها و شبکه‌های کامپیوتری و روش‌های تشخیص و مقابله با آن‌ها، کاربردهای رمزنگاری در امنیت شبکه و معماری شبکه‌های امن شامل سیستم‌های دفاع در لبه و فیلترینگ، روش‌ها و پروتکل‌های خدمات AAA، امنیت مسیریابی، روش‌های جلوگیری از نشت اطلاعات (DLP) و تکنولوژی‌های VPN پوشش داده می‌شود. مجموعه‌ای از فعالیت‌های آزمایشگاهی و مقاله‌های پژوهشی در طول درس ارائه می‌شود تا توازنی بین جنبه کاربردی و پژوهشی درس ایجاد شود.

سرفصل‌ها

- مقدمه: مفاهیم امنیت شبکه، مدل‌ها و فرامدل‌های امنیت
- تهدیدها و حمله: طبقه‌بندی حمله‌ها، حمله‌های DoS، Sniffing، و Spoofing، چرخه عمر بدافزارها، حمله‌های لایه‌های پنج‌گانه
- رمزنگاری کاربردی: کاربردهای رمزنگاری در پروتکل‌های امنیت شبکه، روش‌های توزیع کلید در شبکه‌های ثابت، سیار، و موردی، روش‌های بی‌نامی، و زنجیره بلوکی
- معماری شبکه‌های امن: معماری SAFE، معماری دیواره‌های آتش، کنترل دسترسی در سیستم و شبکه (NAC)، روش‌های جلوگیری از نشت و از بین رفتن اطلاعات (DLP)
- امنیت مسیریابی، سامانه‌های تشخیص نفوذ، فناوری‌های VPN
- امنیت شبکه‌های بی‌سیم
- روندهای نو در امنیت شبکه، روش‌های تحلیل ترافیک، فورنزیک در شبکه
- امنیت اینترنت اشیا و حفظ حریم خصوصی
- امنیت در سرویس VoIP و IP Telephony، فناوری‌های PCI-DSS، SET، و SDC، امنیت ابر و چندابری
- کاربردهای پیشرفته رمزنگاری مانند امضاهای گروهی و MPC

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون میان‌ترم: ۲۵ درصد نمره
- آزمون پایان‌ترم: ۳۰ درصد نمره
- ارائه: ۱۵ درصد

منابع علمی پیشنهادی

[1] William Stallings. *Cryptography and Network Security - Principles and Practice*. Pearson, 8th Edition. 2020,

[2] Darren Death. *Information Security Handbook*. Packet Publishing. 2017.

[3] M. Ciampa. *Security+ Guide to Network Security Fundamentals*. Cengage Learning, 2015.

[4] William Stallings. *Network Security Essentials: Applications and Standards*. Pearson; 6th Edition, 2016.

[5] C. Douligeris and D. N. Serpanos. *Network Security: Current Status and Future Directions*. Wiley-IEEE Press, 2007.

عنوان درس به فارسی:	مدیریت شبکه‌های کامپیوتری		
عنوان درس به انگلیسی:	Management of Computer Networks	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐ نظری ☑	
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☑ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐	

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مفاهیم، استانداردها و تکنیک‌های مدیریت شبکه با تمرکز بر مدیریت یکپارچه شبکه مبتنی بر مدل مرجع OSI و مدل کارکردی FCAPS خواهد بود. در این راستا، علاوه بر بررسی روش‌ها، استانداردها و پروتکل‌های مرسوم و اصلی مدیریت شبکه شامل SNMP، RMON، COPS، COPS-PR، CLI، SYSLOG، NETCONF/YANG، Netflow IPFIX، خدمات وب، IRP، WBEM و پروتکل AgentX، روندهای نوین در سیر تحولی مدیریت شبکه در ابعاد مختلف از جمله مدیریت خودمختار مبتنی بر ویژگی‌های *-self، مدل اطلاعاتی مبتنی بر ontology، مدیریت شبکه‌های تعریف‌شده با نرم‌افزار، و نقش AI در مدیریت شبکه مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر مدیریت شبکه، اهمیت و پیچیدگی‌های آن
- ابعاد مدیریت شبکه، شامل لایه‌های مدیریتی، عملیات پایه مدیریت (شامل مکانیزم‌های کشف شبکه، جمع‌آوری داده‌های مدیریتی و نظارت بر شبکه)، چرخه حیات مدیریت شبکه
- استانداردهای مدیریت شبکه و مدل مرجع OSI (مدل ساختاری، مدل اطلاعاتی، مدل ارتباطی، مدل عملکردی)
- مدل اطلاعاتی مدیریت شبکه شامل SMI و MIB و آشنایی با ASN.1
- مدل ارتباطی مدیریت شبکه و پروتکل‌های SNMPv1، SNMPv2، SNMPv3 و RMON
- مدل عملکردی مدیریت شبکه FCAPS (مدیریت خرابی، پیکربندی، حسابرسی، کارایی و امنیت)
- پروتکل‌های مدیریت شبکه، شامل CLI و Syslog و Netconf/Yang، IPFIX/Netflow و COPS
- مدیریت شبکه یکپارچه شامل مکانیزم‌های تجمیع ابزارهای مدیریت شبکه
- مدیریت شبکه‌های نسل جدید و بررسی رویکردهای جدید در سیر تحولی مدیریت شبکه (مدیریت شبکه مبتنی بر سیاست PBNM، مدیریت خودمختار شبکه شامل ویژگی‌های *-self، مدل اطلاعاتی مبتنی بر ontology از جمله CIM، مدیریت شبکه‌های تعریف شده با نرم‌افزار، مدیریت هوشمند شبکه - مبتنی بر AI)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۶۰ درصد نمره
- سمینار پژوهشی: ۱۰ درصد نمره



منابع علمی پیشنهادی

[1] A. Clemm. *Network Management Fundamentals*. Cisco Press. 2007.

[2] M. Subramanian. *Network Management: Principles and Practice*. Prentice Hall. 2012.

[3] J. Ding. *Advances in Network Management*. CRC Press. 2010.

[4] N. Agoulmine. *Autonomic Network Management Principles: From Concepts to Applications*. Elsevier. 2011.

[5] Y. Wu, J. Ge, and T. Li. *AI and Machine Learning for Network and Security Management*. IEEE. 2022.

[6] B. Benmammar. *Intelligent Network Management and Control*. Wiley-ISTE. 2021.

[7] M. Gilbert. *Artificial Intelligence for Autonomous Networks*. CRC Press. 2020.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های توزیع‌شده		
عنوان درس به انگلیسی:	Distributed Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	—	پایه ☐ نظری ☑	
دروس هم‌نیاز:	—	تخصصی الزامی ☑ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐	

هدف کلی

هدف این درس آشنایی دانشجویان با محیط‌های محاسباتی توزیع‌شده، روش‌های مدل‌سازی و تحلیل درستی و حل مسائل در انواع این محیط‌ها در شرایط مختلف، شناخت الگوریتم‌ها و پروتکل‌های مرتبط با سیستم‌های توزیع‌شده، و همچنین نحوه طراحی و توسعه نرم‌افزارهای توزیع‌شده است.

سرفصل‌ها

- تعاریف و مفاهیم پایه در سیستم‌های توزیع‌شده
- سیستم‌های توزیع‌شده عام منظوره و خاص منظوره
- روش‌های مدل‌سازی الگوریتم‌ها و ارتباطات در سیستم‌های توزیع‌شده
- زمان و پروتکل‌های همگام‌سازی
- پروتکل‌های نام‌گذاری و جداول هش توزیع‌شده
- پروتکل‌های چندپخشی و شایعه‌پراکنی
- پروتکل‌های انتخاب و اجماع
- انواع خرابی و مواجهه با آن‌ها
- ملاحظات امنیت و ایمنی
- طراحی و تحلیل نرم‌افزارهای توزیع‌شده
- ملاحظات توسعه نرم‌افزارهای توزیع‌شده در کاربردهای نوین

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره
- پروژه: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. D. Kshemkalyani and M. Singhal. *Distributed Computing: Principles, Algorithms, and Systems*. Cambridge University Press, 2011.

[2] S. Ghosh. *Distributed Systems: An Algorithmic Approach*. 2nd Edition, CRC Press, 2015.

[3] M. van Steen and A. S. Tanenbaum. *Distributed Systems*. distributed-systems.net, 2023.

[4] A. S. Tanenbaum and M. van Steen. *Distributed systems: principles and paradigms*. 2nd Edition, CreateSpace Independent Publishing Platform. 2016

عنوان درس به فارسی:	ارتباطات بی‌سیم		
عنوان درس به انگلیسی:	Wireless Communications		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

این درس بر روی مفاهیم و اصول بنیادی ارتباطات بی‌سیم تمرکز دارد و دانشجویان را با طیف وسیعی از موضوعات مرتبط با این حوزه آشنا می‌کند. در این درس، دانشجویان با مفاهیم اساسی مانند فرکانس، پهنای باند، قدرت سیگنال، نویز، مدولاسیون و معماری شبکه‌های بی‌سیم آشنا خواهند شد. علاوه بر این، دانشجویان درک عمیقی از تکنولوژی‌های مختلف ارتباطات بی‌سیم، از جمله نسل‌های مختلف شبکه‌های سلولی (مانند G۶ و G۵) و Wi-Fi به دست خواهند آورد. همچنین، آن‌ها با استانداردها و پروتکل‌های ارتباطی مورد استفاده در شبکه‌های بی‌سیم آشنا خواهند شد. در نهایت، دانشجویان قادر به محاسبه و تحلیل عملکرد شبکه‌های بی‌سیم، از جمله ظرفیت کانال، تاخیر انتقال، بازدهی ارتباطات و کارایی کلی شبکه خواهند بود.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر مفاهیم پایه در ارتباطات بی‌سیم
- طول موج، فرکانس، طیف الکترومغناطیسی و دسته‌بندی امواج، رابطه بین طول موج، فرکانس و سرعت انتشار، ویژگی‌های مختلف امواج الکترومغناطیسی (مانند قطبش، توان و ...)
- انتقال داده توسط امواج رادیویی، مخابرات آنالوگ و دیجیتال، اصول اولیه مدولاسیون و روش‌های مختلف آن (AM، FM، QAM)، مقایسه بین سیستم‌های مخابرات آنالوگ و دیجیتال
- انتشار امواج، و رخدادها در مسیر انتشار امواج
- شیوه‌های انتشار امواج الکترومغناطیسی و انتقال موج در کانال‌های بی‌سیم
- انواع مختلف آنتن و الگوهای تابش آن‌ها (آنتن‌های جهت‌دار، آنتن‌های همه‌جهته)، تنوع آنتن و کاربرد آن در بهبود کیفیت سیگنال
- مفهوم کانال بی‌سیم و مدل‌سازی آن
- مخابرات ماهواره‌ای (نحوه حرکت ماهواره‌ها، مدارهای ماهواره‌ای LEO، MEO، GPS، GEO، VSAT)
- دسترسی چندگانه و پروتکل‌ها (FDMA، TDMA، CDMA، OFDMA، دسترسی تصادفی)
- پروتکل‌های شبکه‌های بی‌سیم (۸۰۲.۱۱، Wi-Fi، Bluetooth)
- کاربردهای متنوع ارتباطات بی‌سیم در حوزه‌های مختلف (اینترنت اشیا (IoT)، شبکه‌های حسگر بی‌سیم، ارتباطات سلولی نسل پنجم (G۵)، ارتباطات ماشین به ماشین (M2M))
- چالش‌های پیش روی ارتباطات بی‌سیم (کمبود منابع فرکانسی، امنیت و حریم خصوصی، تداخل و نویز و مدیریت کیفیت خدمات (QoS))

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها: ۱۵ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۷۰ درصد نمره
- پروژه: ۱۵ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] W. Stallings and C. Beard. *Wireless Communication Networks and Systems*. Pearson, 2016.

[2] B. A. Forouzan and S. C. Fegan. *Data Communications and Networking*. McGraw-Hill HigherEducation, 2007.

[3] A. Goldsmith. *Wireless Communications*. Cambridge University Press, 2005.

[4] D. Tse and Pr. Viswanath. *Fundamentals of Wireless Communication*. Cambridge University Press, 2005.

[5] B. Sklar. *Digital Communications: Fundamentals and Applications (Communications Engineering & Emerging Technology Series from Ted Rappaport)*. 3rd Edition, Pearson. 2021

عنوان درس به فارسی:	کیفیت سرویس در شبکه‌های کامپیوتری		
عنوان درس به انگلیسی:	Quality of Service in Computer Networks		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با نیازمندی‌ها و مباحث روز مرتبط با شیوه‌ها و فناوری‌های تأمین کیفیت سرویس در شبکه‌های کامپیوتری (با تاکید بر اینترنت امروز) است.

سرفصل‌ها

- مفاهیم ابتدایی کیفیت سرویس: از دیدگاه کاربر و از دیدگاه شبکه
- پارامترهای کیفیت سرویس و نحوه اندازه‌گیری آن‌ها
- مهندسی ترافیک با تاکید بر MPLS و نقش آن در فراهم آوردن کیفیت سرویس
- شبکه‌های ATM و انواع سطوح کیفیت سرویس تعریف‌شده در آن (ABR/CBR/VBR/GBR)
- کیفیت سرویس در لبه شبکه: طبقه‌بندی، شکل‌دهی و علامت‌گذاری جریان‌ها
- کیفیت سرویس در هسته شبکه: الگوریتم‌های زمان‌بندی لینک (RR/WRR/FQ/WFQ)
- مسیریابی با محوریت کیفیت سرویس: محدودیت‌های پهنای باند و تاخیر
- تخصیص منابع شبکه و پروتکل RSVP
- کیفیت سرویس در شبکه‌های TCP/IP
- چارچوب کیفیت سرویس IntServ
- چارچوب کیفیت سرویس DiffServ
- کیفیت سرویس در شبکه‌های تعریف شده با نرم‌افزار یا SDN

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۷۰ درصد نمره
- سمینار پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. Barreirosand P. Lundqvist. *QOS-Enabled Networks: Tools and Foundations.* Wiley, 2016

[2] D. Medhi and K. Ramasamy. *Network Routing: Algorithms, Protocols, and Architectures*. 2nd Edition. Morgan Kaufmann, 2017.

[3] L. L. Peterson and B. S. Davie. *Computer Networks: A Systems Approach*. 6th Edition. Morgan Kaufmann. 2021.

[4] L. L. Peterson, C. Cascone, B. O'Connor, T. Vachuska, and B. Davie. *Software Defined Networks: A Systems Approach*. Morgan Kaufmann. 2021.

عنوان درس به فارسی:	اینترنت اشیاء		
عنوان درس به انگلیسی:	Internet of Things		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با اینترنت اشیاء با تمرکز بر مباحث شبکه‌ای آن است. به این منظور، مفاهیم کلیدی اینترنت اشیاء و کاربردهای مختلف آن در حوزهای صنعتی و غیرصنعتی، معماری چند لایه‌ای اینترنت اشیاء و فناوری‌های مرتبط، پروتکل‌های لایه‌های مختلف، پلتفرم‌های مورد استفاده، اینترنت اشیاء در بستر شبکه‌های بیسیم نسل جدید، دوقلوی دیجیتال و در نهایت امنیت و حریم خصوصی در اینترنت اشیاء مورد بررسی قرار می‌گیرد.

سرفصل‌ها

- مقدمه شامل مفاهیم اولیه، معرفی معماری چند لایه و استانداردهای مرتبط، و کاربردهای اینترنت اشیاء
- حسگرهای اینترنت اشیاء
- شبکه‌های اینترنت اشیاء
- فناوری‌های لایه فیزیکی و دسترسی به رسانه
- پروتکل‌های لایه شبکه، کاربرد و انتقال
- پلتفرم‌های اینترنت اشیاء
- سیستم‌های سایبر-فیزیکی
- اینترنت اشیاء صنعتی
- اینترنت اشیاء در بستر G۵
- دوقلوی دیجیتال
- امنیت و حریم خصوصی در اینترنت اشیاء

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۶۰ درصد نمره
- سمینار پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] F. J. Dian. *Fundamentals of Internet of Things: For Students and Professionals*. Wiley-IEEE Press, 2022

[2] P. Raj and A. C. Raman. *The Internet of Things Enabling Technologies, Platforms, and Use Cases*. CRC Press, 2017.

[3] O. Hersent, D. Boswarthick, and O. Elloumi. *The Internet of Things: Key Applications and Protocols*. 2nd Edition. Wiley, 2013

[4] Y. Wu, H. Huang, C-X. Wang, and Y. Pan. *5G-Enabled Internet of Things*. CRC Press, 2019.

عنوان درس به فارسی:	بهینه‌سازی محدب		
عنوان درس به انگلیسی:	Convex Optimization		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

بهینه‌سازی در بسیاری از مسائل مهندسی کامپیوتر و بالاخص هوش مصنوعی مطرح است. هدف اصلی این درس بررسی منسجم الگوریتم‌های بهینه‌سازی، آشنایی دانشجویان با روش‌های مختلف و شرایط به‌کارگیری آن‌هاست. علاوه بر این هدف اصلی، اهداف فرعی دیگری از جمله تقویت پایه ریاضیاتی دانشجویان و آشنایی با مسائل کاربردی بهینه‌سازی در این درس دنبال می‌شود.

سرفصل‌ها

- معرفی بهینه‌سازی: هدف بهینه‌سازی و اهمیت آن، انواع مسائل بهینه‌سازی
- مقدمات ریاضی لازم در بهینه‌سازی: فضای برداری، آنالیز توابع چند متغیره، تجزیه طیفی و مقدار منفرد
- مجموعه‌ها و توابع محدب
- مسائل بهینه‌سازی محدب: شرایط بهینگی، بازنویسی مسائل غیرمحدب به فرم محدب، بهینه‌سازی چندهدفه
- تئوری دوگانی و شرایط بهینگی: مسئله دوگان، شروط KKT
- بهینه‌سازی نامقید: رویکردهای line search و trust region، روشهای سریع‌ترین کاهش، نیوتن، شبه‌نیوتن
- روش گرادیان مزدوج خطی و غیرخطی
- بهینه‌سازی با قیود تساوی: رویکرد حل مسئله دوگان، روش نیوتن تعمیم یافته، روش Primal-dual
- الگوریتم‌های بهینه‌سازی مقید: روش‌های نقطه داخلی، رویکرد Primal-dual
- روش مسیر متناوب ضرایب ADMM
- کاربردهای بهینه‌سازی: رگرسیون، منظم سازی، هموارسازی، بهینه‌سازی مقاوم، تخمین، آشکارسازی، دسته‌بندی
- الگوریتم‌های بهینه‌سازی در یادگیری عمیق

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۷۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] S. Boyed and L. Vandenberg. *Convex optimization*. Cambridge, 2004.

[2] J. Nocedal and S. J. Wright. *Numerical Optimization*. Springer, 1999.

[3] D. G. Luenberger and Y. Ye. *Linear and Nonlinear Programming*. 3rd Edition, Springer, 2008.

[4] Z. Lin, H. Li, and C. Feng. *Alternating Direction Method of Multipliers for Machine Learning*. Springer, 2022.

عنوان درس به فارسی:	نظریه الگوریتمی بازی‌ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Algorithmic Game Theory		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

نظریه بازی‌ها کاربردهای وسیعی در بسیاری از حوزه‌ها دارد که مهم‌ترین آن‌ها حوزه‌های اقتصادی، کسب‌وکار و علوم اجتماعی است. به‌طور کلی در نظریه بازی‌ها با سیستم‌هایی شامل عامل‌های هوشمند و خودخواه سروکار داریم که هر کدام از آن‌ها بنا به مصالح خویش وضعیت سیستم را تغییر می‌دهند. نظریه بازی‌ها ابزار تحلیل این‌گونه از سیستم‌ها را در اختیار ما قرار می‌دهد و کمک می‌کند تا بتوانیم آن‌ها را به شیوه‌ای درست و منطقی کنترل کنیم.

سرفصل‌ها

- مقدمات و مفاهیم اولیه، انواع بازی‌ها
- محاسبه نقاط تعادل و مسائل مربوطه
- قضیه نش، لم اسپرنر، قضیه بروور و الگوریتم لمکه هاوسون
- مسائل جستجوی تام و کلاس‌های پیچیدگی مرتبط
- گراف بازی و شرایط برد
- بازی‌های بی‌نهایت و تشخص
- اتوماتای درختی
- بازی‌های تصادفی و فرایند تصمیم‌گیری مارکوف
- طراحی مکانیزم الگوریتمی
- انواع مزایده‌ها و مزایده‌های ترکیبیاتی
- دینامیک بازی‌ها
- مسائل یادگیری

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون (۶۰ درصد نمره)
- تمرین (۲۰ درصد نمره)
- سمینار (۲۰ درصد نمره)

منابع علمی پیشنهادی

[1] T. Roughgarden. *Twenty Lectures on Algorithmic Game Theory*. Cambridge University Press, 2016.

[2] K. R. Apt and E. Grädel. *Lectures in game theory for computer scientists*. Cambridge University Press, 2011.

[3] Y. Shoham and K. Leyton-Brown. *Multiagent systems: Algorithmic, game-theoretic, and logical foundations*. Cambridge University Press, 2008.

[4] N. Nisan, T. Roughgarden, E. Tardos, and V. V. Vazirani. *Algorithmic game theory*. Cambridge University Press, 2007.

عنوان درس به فارسی:	نرم‌افزاری‌سازی و مجازی‌سازی شبکه		
عنوان درس به انگلیسی:	Network Softwarization and Virtualization		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		☑ نظری ☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	–		☐ عملی ☐ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳		☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با دو فناوری جدید نرم‌افزاری کردن شبکه و مجازی‌سازی آن است که انقلابی در ارتباطات ایجاد نموده‌اند. این فناوری‌ها بسترهای ابری را برای ارتقای شبکه‌ها به خدمت گرفته‌اند و می‌توانند با قیمت کمتر، کیفیت بالاتر و انعطاف بیشتر، سرویس‌های شبکه را در اختیار کاربران قرار دهند. فناوری‌های مذکور در سیستم‌های موبایل نسل ۵ و ۶ و نیز در تجمیع موبایل با سیستم‌های ماهواره‌ای نقش اساسی دارند.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای برشبکه‌های تعریف شده با نرم‌افزار (Software Defined Networks :SDN)
- صفحه داده، مقلدها (Emulators) و APIهای Open vSwitch (OVS) و mininet
- صفحه کنترل و کنترل کننده‌های ONOS و ODL
- مونیتورینگ شبکه و Tshark
- شبکه‌های برنامه‌پذیر (Programmable Networks، P4)
- شبکه‌های دسترسی رادیویی برنامه‌پذیر، شبکه‌های گسترده (WAN) برنامه‌پذیر و WAN برنامه‌پذیر نوری
- کاربردها در اینترنت اشیا، شهر هوشمند، و شبکه‌های موبایل نسل ۵ و ۶
- مجازی‌سازی شبکه (Network Virtualization)، توابع مجازی‌شده شبکه (NFV)، هم‌نوازی (Orchestration) و مقدمه‌ای بر محاسبات ابری، و Openstack

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- کوئیز و تمرین‌ها: ۴۰ درصد نمره
- آزمون پایان‌ترم: ۳۰ درصد نمره
- پروژه: ۳۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] B. Fetia, M. Abdelhamid, and S. Sami. *Software-defined networking: Extending SDN control to large-scale networks*. Wiley-ISTE. 2022

[2] G. Pujolle. *Software Networks*. 2nd Edition. Wiley-ISTE. 2020

عنوان درس به فارسی:	پشته پروتکلی شبکه با کارایی بالا		
عنوان درس به انگلیسی:	High-Performance Network Protocol Stack		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		☑ نظری ☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	–		☐ عملی ☐ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳		☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با جنبه‌های پیاده‌سازی پشته پروتکل TCP/IP در کرنل سیستم‌عامل است. تاکید ویژه بر فهم و اندازه‌گیری کارایی بخش‌های مختلف این پشته پروتکلی و همچنین معرفی شگردهای افزایش کارایی آن همانند Kernel Bypass و DPDK خواهد بود.

سرفصل‌ها

- مروری بر نحوه مدیریت وقفه در لینوکس
- معرفی فناوری‌های ردگیری (trace) هسته سیستم‌عامل در لینوکس شامل ftrace، perf، lttng
- معرفی ابزار پردازش و نمایش ردگیری در لینوکس؛ برای مثال TraceCompass
- ردگیری مسیر کد؛ دریافت و ارسال یک بسته در هسته لینوکس با استفاده از ابزار ردگیری
- آموزش شگردهای ردگیری برای پیدا کردن کد مربوط به یک فعالیت خاص در هسته لینوکس و ارزیابی سربار اجرای آن کد
- معرفی فناوری eBPF برای ردگیری برخط به همراه پردازش ردگیری جهت استخراج متریک‌های مختلف از کارایی پشته پروتکل
- معرفی شیوه‌های offloading در پشته پروتکل TCP/IP در لینوکس؛ برای مثال XDP
- معرفی شیوه‌های مبتنی بر پیاده‌سازی پشته پروتکل در فضای کاربری همانند فناوری DPDK
- معرفی شگرد single root I/O virtualization

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۵۰ درصد نمره
- آزمون پایان‌ترم: ۴۰ درصد نمره
- سمینار پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] B. Gregg. *Systems Performance: Enterprise and The Cloud*. 2nd Edition. Addison-Wesley. 2020

[2] B. Gregg. *BPF Performance Tools: Linux System and Application Observability*. Addison-Wesley, 2019

عنوان درس به فارسی:	شبکه‌های غیرزمینی		
عنوان درس به انگلیسی:	Non-Terrestrial Networks (NTN)		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، بررسی اصول، فناوری‌ها و کاربردهای شبکه‌های ارتباطی بدون نیاز به زیرساخت زمینی سنتی است. این درس به طور خاص بر روی شبکه‌های ماهواره‌ای و شبکه‌های هوایی تمرکز دارد و دانشجویان را با مفاهیم بنیادی، فناوری‌های مختلف، و چالش‌ها و فرصت‌های این حوزه آشنا می‌کند. این درس بر روی دو نوع از این شبکه‌ها تمرکز دارد: ۱. شبکه‌های ماهواره‌ای که از ماهواره‌ها برای ارسال و دریافت سیگنال‌های ارتباطی به کاربران در زمین استفاده می‌کنند؛ و کاربردهای گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف مانند ارتباطات راه دور، ناوبری، پخش مستقیم، و اینترنت اشیا دارند.۲. شبکه‌های هوایی؛ که از هواپیماها، پهپادها، HAPS و ... برای ارائه خدمات ارتباطی به کاربران در مناطق دورافتاده یا در مواقع اضطراری استفاده می‌کنند و می‌توانند به عنوان یک مکمل یا جایگزین برای شبکه‌های زمینی سنتی در مواقعی که دسترسی به این شبکه‌ها دشوار یا غیرممکن است، مورد استفاده قرار گیرند.

سرفصل‌ها

- معرفی شبکه‌های غیرزمینی
- معماری شبکه، پروتکل‌های ارتباطی، کانال‌های ارتباطی و چالش‌های فنی مرتبط با NTN
- انواع ماهواره‌های ارتباطی، مدارهای ماهواره‌ای، باندهای فرکانسی و فناوری‌های دسترسی
- وسایل نقلیه هوایی مورد استفاده در NTN، فناوری‌های ارتباطی هوایی و برنامه‌های کاربردی
- بررسی کاربردهای مختلف NTN مانند خدمات ارتباطی در مناطق دورافتاده، ارتباطات اضطراری، اینترنت اشیاء (IoT) و شبکه‌های G۵
- نحوه طراحی و تحلیل سیستم‌های NTN با در نظر گرفتن الزامات عملکردی و چالش‌های فنی
- بررسی چالش‌های مدیریتی و عملیاتی مرتبط با NTN مانند تخصیص منابع، مسیریابی و امنیت
- بررسی کاربردهای خاص NTN مانند شبکه‌های نظامی، شبکه‌های حسگر و شبکه‌های خودروهای متصل
- بررسی استانداردها و مقررات حاکم بر توسعه و استقرار سیستم‌های NTN
- پیشرفت‌های اخیر و چشم‌انداز آینده NTN

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- سه پروژه درسی: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۷۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. Vanelli-Coralli, N. Chuberre, G. Masini, A. Guidotti, and M. E. Jaafari. //5G

[2] Non-Terrestrial Networks: Technologies, Standards, and System Design//. United States: Wiley, 2024.

[3] G. Maral, M. Bousquet, Z. Sun. *Satellite Communications Systems: Systems, Techniques and Technology*. United Kingdom: Wiley, 2020.

[4] V. Mohindru, Y. Singh, R. Bhatt, and A. K. Gupta. *Unmanned Aerial Vehicles for Internet of Things (IoT): Concepts, Techniques, and Applications*. United Kingdom: Wiley, 2021.

[5] Y. Zeng, I. Guvenc, R. Zhang, G. Geraci, D. W. Matolak. *UAV Communications for 5G and Beyond*. United Kingdom: Wiley, 2020.

عنوان درس به فارسی:	شبکه‌های مرکز داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Data Center Networks	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	☑ نظری ☐ پایه	
دروس هم‌نیاز:	–	☐ عملی ☐ تخصصی الزامی	
تعداد واحد:	۳	☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری	
تعداد ساعت:	۴۸	☐ مهارتی	

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با فناوری‌ها، تکنیک‌ها و طراحی‌های مربوط به شبکه‌سازی مراکز داده است. این درس با تمرکز بر مفاهیمی نظیر توپولوژی‌ها و مسیریابی چندمسیره، توزیع بار، مجازی‌سازی شبکه، تحمل‌پذیری خطا، پروتکل‌های لایه حمل و کنترل تراکم ویژه ترافیک مرکز داده، دانشجویان را قادر می‌سازد تا در محیط‌های واقعی مراکز داده به طور موثر عمل کنند.

سرفصل‌ها

- معماری و سازماندهی مرکز داده (چیدمان رک، کابل‌کشی ساختارمند، سیستم تهویه مطبوع، تامین برق اضطراری و پشتیبان).
- توپولوژی‌های چندمسیره و مسیریابی (Fat-Tree، leaf-spine، VL2، BCube، Jellyfish، ECMP، Conga، flowlet و ...).
- آدرس دهی ماشین‌های مجازی (آدرس‌های pseudo MAC و PortLand، آدرس‌های pseudo IP و ...).
- شبکه‌سازی مجازی در مراکز داده multi-tenant، شبکه‌های مجازی لایه ۲ و ۳، تونلینگ MPLS، VXLAN، NVGRE، EVPN.
- توزیع بار مرکز داده و تحمل پذیری خطا
- همزمانی جریان‌ها و TCP incast، پروتکل‌های لایه حمل خاص مرکز داده شامل DCTCP، D2TCP، MPTCP، D3، PDQ.
- فناوری‌های ذخیره‌سازی در مرکز داده (DAS، NAS و SAN).
- کنترل نرم‌افزار-محور مرکز داده و مجازی‌سازی توابع شبکه.
- تهدیدات امنیتی رایج در مراکز داده، راهکارهای امنیتی پیشگیرانه و مقابله‌ای (دیواره آتش، سیستم‌های تشخیص نفوذ و ...).
- فناوری‌های نوظهور در حوزه شبکه‌های مرکز داده (هوش مصنوعی، بلاک‌چین و ...).
- بررسی نمونه‌های واقعی از مرکز داده، تحلیل چالش‌ها و راهکارهای پیاده‌سازی شده و درس‌های آموخته از تجارب واقعی.

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیتها و تمرین‌ها در طول ترم: ۲۰ درصد نمره
- آزمون میان‌ترم: ۳۰ درصد نمره

- آزمون پایان‌ترم: ۳۵ درصد نمره
- پروژه‌ی پایانی: ۱۵ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] H. Geng. *Data Center Handbook*. John Wiley & Sons, 2015

[2] G. Lee. *Cloud Networking: Understanding Cloud-based Data Center Networks*. Morgan Kaufmann, 2014.

[3] L. A. Barroso, J. Clidaras, and U. Hölzle. *The Datacenter as a Computer: An Introduction to the Design of Warehouse-Scale Machines*. 2nd Edition, 2013

[4] D. Abts and J. Kim. *High Performance Datacenter Networks: Architectures, Algorithms, and Opportunities*. Morgan & Claypool, 2011.

عنوان درس به فارسی:	معماری ادوات شبکه		
عنوان درس به انگلیسی:	Architecture of Network Elements		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		☑ نظری ☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	–		☐ عملی ☐ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳		☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با اصول طراحی، پیاده‌سازی و ارزیابی ادوات (افزاره‌ها) در شبکه‌های کامپیوتری است. در حالت عمومی، وظایف یک افزاره به دو بخش مسیر داده و کنترل تقسیم می‌شود. معماری یک افزاره در بخش مسیر داده شامل واحد ورودی/خروجی، با وظایف اصلی مدیریت ترافیک و جلورانی بسته‌ها، و واحد سوئیچینگ، با وظیفه اصلی سوئیچینگ بسته‌ها است. در این درس، دانشجویان ضمن فراگیری وظایف این واحدها، با فنون مورد نیاز برای داشتن یک افزاره با کارایی بالا نیز آشنا می‌شوند. از آن‌جایی که مهم‌ترین افزاره شبکه مسیریاب است، تکنیک‌های مورد نیاز برای رسیدن به کارایی بالای یک مسیر یاب مورد بررسی قرار می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- معماری مسیریاب‌های IP با کارایی بالا
- جستجو در جدول مسیریابی (الگوریتم‌های مبتنی بر Trie، روش‌های سخت‌افزاری مسیریابی IPv6)
- طبقه‌بندی بسته‌ها (روش‌های مبتنی بر Trie، الگوریتم‌های هندسی، الگوریتم‌های اکتشافی، الگوریتم‌های مبتنی بر TCAM)
- مدیریت ترافیک (در سطح بسته، در سطح جریان، در سطح تجمیع جریان‌ها)
- اصول سوئیچینگ بسته‌ای (مفاهیم پایه و دسته بندی switch fabric، استراتژی‌های صف‌بندی در واحد سوئیچینگ)
- سوئیچ‌های با حافظه مشترک (روش‌های لیست پیوندی و CAM)
- سوئیچ‌های با صف ورودی (زمان‌بندی در سوئیچ‌های مبتنی بر VOQ، الگوریتم‌های Randomized Matching و Maximal Matching، Maximum Matching)
- سوئیچ‌های مبتنی بر شبکه Banyan (Batcher Banyan، Tandem Banyan، Shuffle exchange و سوئیچ چندپخشی)
- - معماری ادوات شبکه‌های مدرن (پردازشگرهای شبکه چند هسته‌ای، شبکه‌های قابل برنامه‌ریزی (P4)، شبکه‌های مبتنی بر FPGA)
- مباحث تکمیلی در معماری افزاره‌های شبکه‌های کامپیوتری (شبکه‌سازی نرم‌افزار-محور، مجازی‌سازی وظایف شبکه)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] J. Chao, and B. Liu. *High Performance Switches and Routers*. Wiley, 2007.

[2] I. Elhanany and M. Hamdi. *High Performance Packet Switching Architectures*. Springer, 2007.

[3] L. L. Peterson, C. Cascone, B. O'Connor, T. Vachuska, and B. Davie. *Software-Defined Networks: A Systems Approach. Systems Approach LLC, 2021*

[4] D. Reforgiato and F. Battaglia. *NetFPGA Architecture and Hardware Description: An insight of the NetFPGA platform*. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012.

[5] A. Khalid. *High Speed NetFPGA Router: A step by step guide on developing a High speed router on NetFPGA board*. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012.

عنوان درس به فارسی:	شبکه‌های نوری		
عنوان درس به انگلیسی:	Optical Networks	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐ نظری ☑	
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐	

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با فناوری‌های ارتباطی فیبر نوری با حفظ توازن بین مباحث عملکرد اجزاء و ملاحظات طراحی کلان سیستم است. عمده مطالب شامل پارامترهای عملکرد و مشکلات ساخت، لیزر، مدولاسیون LED و پاسخ آشکارساز، تجزیه و تحلیل پیوند و اتصال، مزایای فیبر نوری، پیشرفت‌ها و کاربردهای اخیر می‌باشد.

سرفصل‌ها

- مبانی فیبر نوری (شامل: معماری‌های TDM، DWDM، QPSK، QAM، ساختار فیبر و انواع آن نظیر: تک حالته، چند حالته، شاخص پله‌ای، مدرج)، اتصالات و اسپلایس
- تلفات در فیبر نوری (شامل: مباحث تضعیف، جذب، پراکندگی و راهکارهای کاهش تلفات نظیر: فیبرهای خاص، تقویت کننده ها)
- اثر پراکندگی (پراکندگی بین‌وجهی، پراکندگی مواد، پراکندگی هدایت موج، پراکندگی حالت قطبی، پراکندگی کل)
- منابع نوری (LEDها و لیزرها، لیزرهای نیمه‌هادی، ویژگی‌های طیفی، ویژگی‌های ولتاژ پاور، پاسخ فرکانسی)
- آشکارسازها (فتودیودهای P-I-N و APD و عملکرد آن‌ها، تشخیص نوری شامل مفاهیم نویز، تشخیص منسجم و غیرمنسجم)
- ملاحظات طراحی سیستم (انواع مدولاسیون نوری، عملکرد و کاربرد دستگاه‌های نوری نظیر: کوپلرو سوئیچ، مفهوم WDM در شبکه‌های نوری، انواع و کاربرد تقویت کننده‌های نوری)
- معماری شبکه‌های نوری (معرفی اجزای اصلی تشکیل‌دهنده شبکه‌های فیبر نوری و بررسی انواع توپولوژی‌ها: تک هاپ، چند هاپ، هیبرید، فوتونیک)
- طراحی شبکه‌های خاص (مفاهیم و کاربردهای FTTX (Fiber To The X)، طراحی شبکه‌های نوری برای مراکز داده، معرفی و بررسی شبکه‌های توزیع کلید کوانتومی)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۶۵ درصد نمره
- پروژه: ۱۵ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] G. Keiser. *Optical Fiber Communications*. 4th Edition McGraw-Hill, 2010.

[2] M. Sibley.*Optical Communications: Components and Systems*. 3rd Edition. springer, 2020.

[3] S. Kumar and M. J. Deen. *Fiber Optic Communication Systems*. Wiley 2014.

عنوان درس به فارسی:	شبکه‌های ذخیره‌سازی		
عنوان درس به انگلیسی:	Storage Networks		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با مفاهیم، اصول و راه‌حل‌های مربوط به ذخیره‌سازی داده در سطح سازمانی است. این درس به طور خاص بر روی شبکه‌های ذخیره‌سازی تمرکز دارد که به منظور اتصال دستگاه‌های ذخیره‌سازی به سرورها و سایر دستگاه‌های شبکه برای به اشتراک‌گذاری و مدیریت داده‌ها استفاده می‌شوند.

سرفصل‌ها

- مروری بر مفاهیم ذخیره‌سازی داده
- معرفی و اهمیت شبکه‌های ذخیره‌سازی
- ذخیره‌سازی با اتصال مستقیم (Direct Attached Storage)
- ذخیره‌سازی متصل به شبکه (Network-Attached Storage)
- شبکه ناحیه ذخیره‌سازی (Storage Area Network)
- ذخیره‌سازی ابری
- عوامل مؤثر در انتخاب نوع شبکه ذخیره‌سازی
- دستگاه‌های ذخیره‌سازی
- آرایه‌های ذخیره‌سازی
- سوئیچ‌های شبکه ذخیره‌سازی
- نرم‌افزار مدیریت ذخیره‌سازی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- سه پروژه درسی: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۷۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] G. Blokdyk. *Storage Area Network A Complete Guide*. 5STARCooks, 2020.

[2] J. Tate. *Introduction to Storage Area Networks*. United States: IBM Redbooks, 2018.

[3] J. O'Reilly. *Network Storage: Tools and Technologies for Storing Your Company's Data*. Netherlands: Elsevier Science, 2016.

عنوان درس به فارسی:	رایانش ابری		
عنوان درس به انگلیسی:	Cloud Computing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

در این درس دانشجو با مفاهیمی از جمله مزایای رایانش ابری، زیرساخت‌های ابری، امنیت ابری و سایر روال‌ها و مکانیزم‌ها در رایانش ابری آشنا می‌شود. همچنین در این درس به فناوری‌ها و روندهای نوظهور مرتبط با ابر پرداخته می‌شود. در پایان ابرهای تجاری و خدمات بسترهای‌های ابری محبوب نیز معرفی خواهند شد.

سرفصل‌ها

- مفاهیم عمومی رایانش ابری (ابر عمومی - خصوصی - ترکیبی) و سرویس‌های ارائه‌دهندگان ابری
- مفاهیم اساسی طراحی مراکز داده ابری
- روش‌های مجازی سازی با تاکید بر ماشین‌های مجازی و گنجانه‌ها
- مروری بر ریزسرویس‌ها
- سیستم‌های فایل توزیعی (GFS، HDFS، IPFS،..)
- پردازش کلان‌داده (Map-Reduce، Spark)
- مفاهیم رایانش خوشه‌ای
- زمان‌بندی در رایانش ابر و خوشه (Mesos، Yarn،..)
- مدیریت خوشه (Borg، Omega)
- رایانش بدون سرور
- امنیت، حریم خصوصی و پردازش‌های گراف و یادگیری ماشین
- بهینه‌سازی مصرف انرژی در مراکز داده ابری

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۷۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۳۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] L. Wang, R. Ranjan, J. Chen, and B. Benatallah. *Cloud Computing: Methodology, Systems, and Applications*. CRC Press, 2017.

[2] N.Poulton. *The Kubernetes Book*. kindle Edition, 2024.

[3] N. K. Sehgal, P. C. P. Bhatt, and J. M. Acken. *Cloud Computing with Security and Scalability. Concepts and Practices*. 3rd Edition, Springer, 2023.

[4] R. Buyya, C. Vecchiola, S. Selvi. *Mastering cloud computing: foundations and applications programming*. Newnes, 2013.

[5] S. Murugesan and I. Bojanova. *Encyclopedia of cloud computing*. John Wiley and Sons, 2016.

عنوان درس به فارسی:	شبکه‌های هوشمند برق		
عنوان درس به انگلیسی:	Smart Grid Networks		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با فناوری‌های شبکه‌های هوشمند انرژی، چگونگی طراحی و پیاده‌سازی شبکه‌های ارتباطی در این حوزه، بررسی پروتکل‌ها و معماری‌های ارتباطات شبکه‌ای، تحلیل ملاحظات امنیت و مقابله با حملات خاص در این شبکه است.

سرفصل‌ها

- مقدمه شامل مفاهیم پایه شبکه تولید، انتقال، توزیع و مصرف انرژی
- معماری‌های ارتباطی و کنترل شبکه برق مبتنی بر IP، شبکه بی‌سیم و سلولی نسل ۵ و ۶، ارتباطات مبتنی بر خطوط انتقال و SCADA
- ریزشبکه و درشت‌شبکه؛ و پروتکل‌ها و استانداردهای مرتبط
- شبکه سنسور، زیرساخت اندازه‌گیری پیشرفته (AMI) و اندازه‌گیری فازور (PMU)، خودروی برقی و هیبرید قابل اتصال به شبکه (PHEV)
- ساختمان هوشمند و پاسخ‌گویی تقاضا (DR)
- تولید پراکنده انعطاف‌پذیر و خودکارسازی تولید، و نیروگاه‌های مجازی
- چالش‌های امنیت شامل تمامیت، محرمانگی و حریم خصوصی و ملاحظات آن در طراحی شبکه و مقابله با انواع حملات شبکه هوشمند

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۶۵ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۵ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] J. Momoh. *Smart Grid: Fundamentals of Design and Analysis*. 1st Edition. Wiley. 2012

[2] M. S. Thomas and J. D. McDonald. *Power System SCADA and Smart Grids*. 1st Edition. CRC press. 2020

[3] M. Kamran.*Fundamentals of Smart Grid Systems*. Academic Press. 2022

[4] S. Borlase. *Smart Grids: Advanced Technologies and Solutions*. Second Edition. CRC Press. 2017

عنوان درس به فارسی:	توسعه و عملیات برای شبکه‌های کامپیوتری		
عنوان درس به انگلیسی:	DevOps for Computer Networking		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی با اصول و روش‌های DevOps در مدیریت زیرساخت شبکه است تا درک جامعی از نحوه خودکارسازی، پیکربندی و استقرار شبکه برای دستیابی به چابکی و کارایی بیشتر در عملیات شبکه ایجاد گردد. این دوره به مباحثی نظیر **زیرساخت به عنوان کد** (IaC)، خطوط تولید مستمر یکپارچه‌سازی/تحویل مستمر (CI/CD)، نظارت شبکه با تله‌متری و اصول همکاری بین مهندسان شبکه و توسعه‌دهندگان نرم‌افزار می‌پردازد.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر DevOps برای شبکه (چالش‌های مدیریت شبکه سنتی، مزایای DevOps در مدیریت شبکه)
- زیرساخت به عنوان کد (IaC) برای خودکارسازی پیکربندی شبکه (ابزارهای IaC: Terraform، Ansible، Chef، نوشتن قالب‌های IaC برای دستگاه‌ها و پیکربندی‌های شبکه و کنترل نسخه برای پیکربندی‌های IaC)
- یکپارچه‌سازی/تحویل مستمر (CI/CD) برای شبکه‌ها (اصول و مزایای CI/CD برای اتوماسیون شبکه، طراحی خطوط تولید CI/CD برای تغییرات شبکه، ادغام تست و اعتبارسنجی شبکه در CI/CD، استراتژی‌های استقرار مستمر برای به‌روزرسانی شبکه)
- ابزارها و APIهای اتوماسیون شبکه (شامل: NETCONF، RESTCONF)، زبان‌های اسکریپت‌نویسی برای خودکارسازی وظایف شبکه)
- مدیریت پیکربندی برای شبکه‌ها (مانند Ansible و Puppet)، مدیریت پیکربندی دستگاه‌های شبکه با ابزارهای مدیریت پیکربندی
- نظارت شبکه با تله‌متری (جمع‌آوری داده تله‌متری، ابزارهای نظارت شبکه (پرومتئوس، گرافانا)، طراحی و اجرای داشبوردهای نظارت شبکه، هشدار و عیب‌یابی مسائل شبکه با داده‌های نظارت)
- DevOps برای شبکه ابری چندگانه (اتوماسیون شبکه و مدیریت پیکربندی در محیط‌های ابری، خودکارسازی استقرارها در ابرهای عمومی AWS، Azure، GCP)
- امنیت در DevOps برای شبکه (تأثیرات امنیتی IaC و استقرارهای خودکار، شیوه‌های کدگذاری امن برای اسکریپت‌های اتوماسیون شبکه)
- مطالعات موردی و بهترین شیوه‌ها (مطالعات موردی واقعی از پیاده‌سازی‌های DevOps برای شبکه، بهترین شیوه‌ها برای خودکارسازی استقرارها و عملیات شبکه، بررسی روندهای آینده و پیشرفت‌ها در DevOps برای شبکه)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره

- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] S. Armstrong. *DevOps for Networking*. Packt Publishing Ltd, 2016.

[2] T. Uphill, J. Arundel, N. Khare, H. Saito, H. C. Lee, and K. C. Hsu. *DevOps: Puppet, Docker, and Kubernetes*. Packt Publishing Ltd, 2017.

[3] L. Bass, I. Weber, and L. Zhu. *DevOps: A Software Architect's Perspective*. Addison-Wesley, 2015.

عنوان درس به فارسی:	رمزنگاری کاربردی		
عنوان درس به انگلیسی:	Applied Cryptography		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس مطالعه توابع محافظت از اطلاعات برای فراهم آوردن خدمت‌هایی مانند محرمانگی، تصدیق اصالت، و صحت پیام است. علاوه بر معرفی این توابع، اصول طراحی و تحلیل آن‌ها نیز مورد نظر است. برای این منظور، مبانی ریاضی مورد نیاز مورد بحث قرار می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- مقدمه و پیش زمینه‌های لازم
- رمزنگاری کلاسیک
- سیستم‌های رمزنگار مدرن
- تحلیل الگوریتم‌های رمز قطعه‌ای و روش‌های تحلیل خطی و تفاضلی
- ویژگیها و طراحی S-box مطلوب الگوریتم‌های رمزنگاری
- رمزنگاری با کلید عمومی و سایر سیستم‌های رمز
- تولید اعداد اول
- تصدیق اصالت و صحت داده‌ها و سایر طرح‌های تصدیق اصالت
- مفاهیم و طرح‌های امضای رقمی
- طرح‌های توابع درهم‌سازی امن
- تحلیل توابع هش
- مدیریت کلید

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۶۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] J. Katz and Y. Lindell. *Introduction to Modern Cryptography: Principles and Protocols*. Chapman & Hall/CRC Press, 3rd Edition, 2020.

[2] J. Seberry and J. Pieprzyk. *Cryptography: An Introduction to Computer Security*. Prentice-Hall, 1992.

[3] B. Schneier. *Applied Cryptography: Protocols, Algorithms and Source Code in C*. John-Wiley & Sons Inc., 1996.

[4] C. Meyer, S. Metyas. *Cryptography: A New Dimension in Computer Data Security*. John-Wiley & Sons Inc., 1982.

[5] A. J. Menezes. *Elliptic Curve Public Key Cryptosystems*. Kluwer Academic Publishers, 1993.

عنوان درس به فارسی:	نظریه اطلاعات و کدینگ		
عنوان درس به انگلیسی:	Coding and Information Theory		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مفاهیم پایه‌ای و پیشرفته نظریه اطلاعات و کدینگ و کاربردهای آن در فشرده‌سازی داده‌ها، تصحیح خطا، رمزنگاری و دیگر زمینه‌های مرتبط است.

سرفصل‌ها

- آنتروپی، آنتروپی نسبی و اطلاعات متقابل
- آنتروپی توام (Joint Entropy)، آنتروپی شرطی (Conditional Entropy)، آنتروپی نسبی و اطلاعات متقابل (Relative entropy and Mutual Information)، رابطه آنتروپی و اطلاعات متقابل.
- قوانین زنجیره‌ای (Chain Rules)، نامعادله جانسون و نتایج آن، نامعادله لاگ سام و کاربردهای آن، نامعادله‌های پردازش داده و فانو
- نرخ آنتروپی فرایند تصادفی، زنجیره‌های مارکوف (Markov Chains)، نرخ آنتروپی (Entropy Rate)، توابع نرخ آنتروپی
- فشرده‌سازی اطلاعات منبع، مثال‌هایی از کدگذاری منبع
- نامساوی کرفت، کدهای منبع بهینه، کران‌های طول کد بهینه، نامساوی کرافت و کدهای باز شونده به‌طور یکتا، کدهای هافمن و بهینگی هافمن، کد شانو - فانو - الیاس
- ظرفیت کانال، مثال‌هایی از ظرفیت کانال
- کانال‌های متقارن، خواص ظرفیت کانال، قضیه شانون برای ظرفیت کانال، کدهای همینگ

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۶۵ درصد نمره
- پروژه: ۱۵درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] T. Cover and J. Thomas. *Elements of Information Theory*. 2nd Edition. John Wiley & Sons, 2012.

[2] R. M. Gray. *Entropy and Information Theory*. Springer Science & Business Media, 2011.

[3] I. Csiszár and J. Körner. *Information theory: Coding Theorems for Discrete Memoryless Systems*. Cambridge University Press, 2011.

عنوان درس به فارسی:	فرایندهای تصادفی		
عنوان درس به انگلیسی:	Stochastic Processes		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		☑ نظری ☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	–		☐ عملی ☐ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳		☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با پایه‌های نظری در مورد فرایندهای تصادفی و نحوه تحلیل سیگنال هایی که دارای مولفه‌های زمانی و آماری هستند، می‌باشد.

سرفصل‌ها

- مرور فشرده‌ی نظریه احتمال با تکیه بر موضوعات مورد نیاز برای این درس.
- معرفی فرایندهای تصادفی
- توابع همبستگی و چگالی طیف توان
- مفاهیم ایستانی، ایستان گردشی و ارگادیسیتی
- سیستم‌ها و فرایندهای تصادفی
- فرایندهای تصادفی پواسان، قدم زدن تصادفی، گوسی، مارتینگل، مارکوف
- نمایش فرایندهای تصادفی بر حسب سیگنال‌های پایه: سری فوریه و بسط کارهونن-لوئو
- نمایش طیفی سیگنال‌های تصادفی
- تخمین طیف
- تخمین کمینه میانگین مربعات
- مقدمه‌ای بر نظریه صف

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۷۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. Papoulis and S. U. Pillai: *Probabilitly, Random Variables and Stochastic Processes*. 4th Edition, McGraw- Hill, 2002.

[2] A. Leon- Garcia: *Probability, Statistics, and Random Processes for Electrical Engineering*. 3rd Edition, Prentice

عنوان درس به فارسی:	تحلیل شبکه‌های پیچیده		
عنوان درس به انگلیسی:	Complex Networks Analysis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با تکنیک‌های تحلیل و پردازش داده‌های گرافی و شبکه‌ای پیچیده می‌باشد. در این درس، شبکه‌های پیچیده و انواع آن‌ها به صورت نظری و تجربی تحلیل می‌گردند. همچنین مسائل مختلف مرتبط، از قبیل مدل‌های تصادفی، بیشینه‌سازی تاثیر، بهینه‌سازی انتشار، فرایندهای شکل‌گیری، تحلیل پیوندها، ساختار جوامع و خوشه‌بندی، پیش‌بینی پیوندها و یادگیری بازنمایی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: معرفی شبکه‌های پیچیده، کاربردها و مثال‌ها، آشنایی با روش‌های ساده تحلیل شبکه‌های پیچیده.
- مدل گراف تصادفی و تجزیه و تحلیل نظری و تجربی جنبه‌های گوناگون آن از قبیل توزیع درجه، جزء غول‌پیکر، ضریب خوشه‌بندی و قطر.
- پدیده دنیای کوچک، مدل‌های دنیای کوچک، تجزیه و تحلیل نظری و عملی مدل‌ها.
- رفتار آبشاری اطلاعات در شبکه‌های پیچیده، بیشینه کردن تاثیر در شبکه‌های پیچیده، بهینه‌سازی submodular.
- کشف شیوع در شبکه‌های پیچیده، الگوریتم CELF.
- فرایندهای تشکیل شبکه‌های پیچیده، توزیع درجه توانی، اتصال ترجیحی و تحلیل نظری و تجربی آن.
- تجزیه و تحلیل ساختار پیوندها، الگوریتم HITTS، الگوریتم رتبه صفحه، الگوریتم رتبه صفحه شخصی‌شده، کاربردها.
- قدرت روابط ضعیف، ساختار انجمن‌ها و خوشه‌ها در شبکه‌های پیچیده، الگوریتم گیروان نیومن، پیمانگی، الگوریتم‌های طیفی برای خوشه‌بندی شبکه‌های پیچیده، تحلیل نظری، بهینه‌سازی پیمانگی سریع.
- انجمن‌ها و خوشه‌های همپوشان در شبکه‌های پیچیده، نمودار NCP، الگوریتم CPM، الگوریتم AGM.
- پیش‌بینی پیوند در شبکه‌های پیچیده، روش‌های مبتنی بر یادگیری، روش‌های مبتنی بر معیارهای نزدیکی.
- یادگیری بازنمایی در شبکه‌های پیچیده، الگوریتم deepwalk، الگوریتم node2vec.
- شبکه‌های عصبی گرافی و معماری‌های مختلف آن‌ها، استنتاج ساختار شبکه‌های پیچیده.

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Easley and J. Kleinberg. *Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World*. Cambridge University Press, 2010.

[2] T. Christiano Silva and L. Zhao. *Machine Learning in Complex Networks*. Springer, 2016.

[3] M. Newman. *Networks*. Oxford University Press, 2018.

عنوان درس به فارسی:	زنجیره‌های بلوکی		
عنوان درس به انگلیسی:	Blockchains		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		☑ نظری ☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	–		☐ عملی ☐ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳		☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی

هدف کلی

هدف این درس آن است که به دانشجویان درکی جامع از علم و فناوری‌های مرتبط با زنجیره‌های بلوکی عرضه نماید و کاربردها و تأثیر آن بر صنایع مختلف را تشریح کند. دانشجویان عمیقاً به جوانب اصلی زنجیره‌های بلوکی مانند رمزنگاری، سیستم‌های توزیع‌شده و قراردادهای هوشمند پرداخته و همچنین موارد استفاده و چالش‌های واقعی آن را بررسی می‌کنند.

سرفصل‌ها

- معرفی فناوری زنجیره‌های بلوکی
- رمزنگاری و امنیت در زنجیره‌های بلوکی
- سیستم‌های توزیع‌شده و مکانیزم‌های توافق
- برنامه‌نویسی و ایجاد سامانه‌های زنجیره بلوکی
- قراردادهای هوشمند و برنامه‌های غیرمتمرکز
- پلتفرم‌ها و ابزارهای توسعه زنجیره‌های بلوکی
- قابلیت مقیاس‌پذیری و عملکرد زنجیره‌های بلوکی
- جنبه‌های تنظیمی و حقوقی زنجیره‌های بلوکی
- موارد استفاده از زنجیره‌های بلوکی در صنایع
- حریم خصوصی و ناشناسی زنجیره‌های بلوکی
- تعامل‌پذیری و استانداردهای زنجیره‌های بلوکی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۶۰ درصد نمره
- پروژه‌های درسی: ۴۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] J. Riposo. *Some Fundamentals of Mathematics of Blockchain*. Springer, 2023.

[2] A. Banafa. *Introduction to Blockchain Technology*. River Publishers Series in Rapids in Computing and Information Science and Technology. 2024.

[3] R. Garg. *Blockchain for Real World Applications*. Wiley, 2023.

[4] T. Clohessy. *Blockchain in Supply Chain Digital Transformation*. CRC press, 2023.

[5] S. Stawicki. *Blockchain in Healthcare: From Disruption to Integration*. Springer, 2023.

[6] A. M. Antonopoulos and D. A. Harding. *Mastering Bitcoin*. O'Reilly Media, Inc., 2023.

عنوان درس به فارسی:	یادگیری عمیق		
عنوان درس به انگلیسی:	Deep Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	—		☑ نظری ☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	—		☐ عملی ☐ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳		☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با مفاهیم و اصول رایانش عصبی و کاربرد این رویکرد در حل انواع مسائل است. این درس علاوه بر آموزش مفاهیم اصلی رایانش عصبی، بر روی شبکه‌های عمیق و جدیدترین یافته‌ها در این زمینه تمرکز خواهد کرد.

سرفصل‌ها

- معرفی رایانش عصبی: تعریف و انگیزه، تاریخچه، روش‌های پیاده‌سازی، کاربردها
- شبکه‌های جلورو: گراف شبکه، واحدهای پردازشگر پرسپترون و آدالین، شبکه‌های چندلایه، قدرت حفظ و تعمیم
- شبکه‌های جلورو: قانون پس‌انتشار خطا، روش‌های مختلف آموزش شبکه، کاربرد در پیش‌بینی سری‌های زمانی
- یادگیری رقابتی و نقشه ویژگی خودسازمانده، نقشه‌های ویژگی خودسازمانده متکامل شونده
- شبکه پیچشی و توسعه‌های آن، شبکه باقیمانده‌ای، شبکه متراکم
- شبکه‌های خودکدگذار: شبکه‌های خودکدگذار پایه، تنظیم شده، تنک، نویزگیر، نویزگیر پشته‌ای و انقباضی
- مدل‌های مولد: شبکه خودکدگذار تغییراتی، شبکه مولد تقابلی، مدلهای پخشی
- شبکه‌های بازرخدادی: واحد بازرخدادی معمولی، حافظه کوتاه-مدت بلند، واحد بازرخدادی دروازه‌دار
- شبکه‌های بازرخدادی: معماری‌ها، شبکه‌های المن، جردن، بازگشتی کامل، کاربرد در پیش‌بینی سری‌های زمانی
- ماشین بولتزمن و توسعه‌های آن: ماشین بولتزمن، ماشین بولتزمن محدود، شبکه‌های باور عمیق
- مکانیزم توجه: انواع توجه، مدل ترانسفورمر، برت، جی-پی-تی
- یادگیری تقویتی عمیق: معرفی یادگیری تقویتی، شبکه‌های عصبی عمیق در یادگیری تقویتی، کاربردهای نمونه

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمر ین‌ها و پروژه‌ها: ۵۰ درصد نمره
- گزارش مطالعاتی: ۲۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۳۰ درصد نمره



منابع علمی پیشنهادی

[1] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville. *Deep Learning*. MIT Press, 2016.

[2] A. Zhang, Z. C. Lipton, M. Li and A. J. Smola. *Dive into Deep Learning*. 2021.

[3] S. Samarasinghe. *Neural Networks for Applied Sciences and Engineering*. Taylor & Francis, 2006.

[4] S. Haykin. *Neural Networks and Learning Machines*. Prentice-Hall, 2009.

عنوان درس به فارسی:	یادگیری تقویتی عمیق		
عنوان درس به انگلیسی:	Deep Reinforcement Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی با یادگیری تقویتی عمیق است. در این درس ابتدا مدل‌های مارکوف معرفی میشوند و سپس روش‌های مبتنی بر سیاست، توابع ارزش و عامل و نقاد مورد بررسی قرار میگیرند.

سرفصل‌ها

- تئوری مارکوف
- یادگیری تقلیدی
- چارچوب یادگیری تقویتی عمیق
- یادگیری تقویتی عمیق مبتنی بر سیاست
- یادگیری تقویتی عمیق مبتنی بر عامل و نقاد
- یادگیری تقویتی عمیق مبتنی بر توابع ارزش
- یادگیری تقویتی عمیق مبتنی بر مدل
- روش‌های اکتشاف در یادگیری تقویتی عمیق
- یادگیری تقویتی عمیق معکوس
- یادگیری تقویتی عمیق غیر برخط

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] R. S. Sutton and A. G. Barto. *Reinforcement Learning: An Introduction*. 2nd ed., The MIT Press 2018.

[2] S. Ravichandiran. *Deep Reinforcement Learning with Python*. 2nd ed., Packt Publishing 2020.

عنوان درس به فارسی:	شبکه‌های سیار		
عنوان درس به انگلیسی:	Mobile Networks		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی عمیق با شبکه‌های بی‌سیم و سیار با تمرکز بر لایه‌های ۲ و ۳ و با تاکید بر جنبه‌های مدل‌سازی، تحلیل کارایی، و طراحی و بهینه‌سازی پروتکل‌های مربوطه است. مباحث این درس شامل شبکه‌های بی‌سیم ساخت‌یافته، شبکه‌های سیار موردی، حسگر، توری، و شبکه‌های بین‌خودرویی است. علاوه بر این، مرزهای جدید فناوری مطرح در شبکه‌های سیار شامل شبکه‌های بی‌سیم هوایی (مبتنی بر پهپاد)، محاسبات ابری موبایل و محاسبات لبه موبایل نیز در این درس مورد توجه قرار می‌گیرد.

سرفصل‌ها

- مفاهیم اولیه، انواع شبکه‌های بی‌سیم و سیار مبتنی بر زیرساخت و غیرمبتنی بر زیرساخت
- کاربردها و نیازمندی‌های کیفیت سرویس
- مفاهیم، روش‌ها و مدل‌های پایه در ارتباطات بی‌سیم از جمله MIMO؛ و سیستم‌های با پهنای باند گسترده
- انواع روش‌های دسترسی چندگانه شامل CDMA، OFDMA، TDMA، NOMA، RSMA
- انواع روش‌های دسترسی تصادفی و شبکه‌های محلّی بی سیم (WLANs) شامل Aloha، CSMA، CSMA/CA و پروتکل‌های WLAN، IEEE 802.11-DCF، IEEE 802.11e، IEEE 802.11
- شبکه‌های سیّار موردی (MANETs)
- شبکه‌های توری بی‌سیم (WMNs)
- شبکه‌های حسگر بی‌سیم (WSNs)
- شبکه‌های بین‌خودرویی (VANETs)
- محاسبات ابری سیار و محاسبات لبه سیار (MEC)
- شبکه‌های سیار مبتنی بر پهپاد

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۶۰ درصد نمره
- سمینار پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. Kumar, D. Manjunath, and J. Kuri. *Wireless Networking*. Morgan Kaufmann. 2008.

[2] C. M. Cordeiro and D. P. Agrawal. *Ad-Hoc and Sensor Networks: Theory and Applications*. 2nd Edition, World Scientific. 2011.

[3] K. Al Agha, G. Pujolle, T. Ali-Yahiya. *Mobile and Wireless Networks*. Wiley, 2016

[4] M. Hassan. *Wireless and Mobile Networking*. Routledge, 2022

عنوان درس به فارسی:	شبکه‌های کوانتومی		
عنوان درس به انگلیسی:	Quantum Networks	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐ نظری ☑	
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐	

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با نظریه و کاربردهای شبکه‌های کوانتومی است. در بخش مقدمه و پایه‌ها، پیش‌نیازهای ریاضیاتی جبرخطی ارائه شده و مفاهیم پایه کیوبیت و نویز که برای مطالعه سیستم‌های اطلاعات کوانتومی لازم هستند، تدریس می‌شود. در بخش دوم، دانشجویان دانش عمیق‌تری از اطلاعات کوانتومی و سیستم‌های فراهم آورنده و مبتنی بر آن به‌دست می‌آورند. در این بخش مفهوم مهم تضعیف تشریح می‌شود و بر مبنای آن نیاز به موجودیت‌های تکرارکننده مطرح می‌شود. سپس یکی از کاربردهای مهم اطلاعات کوانتومی به نام توزیع کلید کوانتومی معرفی می‌شود. در بخش سوم، دانشجویان با معماری سطح بالای یک شبکه کوانتومی آشنا شده و اجرای این معماری از سطح لینک تا مسیریابی سطح شبکه بررسی و مطالعه می‌گردد.

سرفصل‌ها

- معرفی درس و آزمایش دو شکاف، اصول موضوعه مکانیک کوانتوم، کیوبیت و اندازه‌گیری
- نویز، ماتریس چگالی و انسجام
- درهم تنیدگی، کدگذاری ابرچگال و دورنوردی
- قضایای امکان‌ناپذیری
- پس زدن فاز
- پروتکل BB84
- توزیع کلید مبتنی بر درهم تنیدگی
- ارتباطات با فاصله زیاد: تضعیف، تکرارکننده‌ها
- پایه‌های فیزیکی: کیوبیت‌های در حرکت و ذخیره‌شده
- درهم تنیدگی دو و چند جانبه
- تشخیص و تصحیح خطا، خالص‌سازی
- معماری شبکه‌های کوانتومی: لینک‌ها و گره‌های کوانتومی، شبیه‌سازی شبکه‌های کوانتومی
- پروتکل‌های اتصال کوانتومی: درهم آمیختگی بین همسایه‌ها، مسیریابی کوانتومی
- کاربردها: امنیت، ابر کوانتومی، محاسبات کور

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین نظری: ۱۵ درصد نمره
- تمرین عملی: ۱۵ درصد نمره

- ارائه مقاله: ۱۰ درصد نمره
- کوئیز: ۱۵ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۴۵ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] R. V. Meter. *Quantum Networking*. ISTE Ltd, 2014.

[2] P. Kaye, R. Laflamme, and M. Mosca. *An Introduction to Quantum Computing*. Oxford University Press, 2007.

[3] M. A. Nielsen and I. L. Chuang. *Quantum Computation and Quantum Information*. Cambridge University Press, 2010.

[4] *.D. Stephen et. al.*. QuNetSim: A Software Framework for Quantum Networks. IEEE Transactions on Quantum Engineering, 2021. http://dx.doi.org/10.1109/TQE.2021.3092395

گرایش رایانش امن



عنوان درس به فارسی:	رمزنگاری کاربردی		
عنوان درس به انگلیسی:	Applied Cryptography		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس مطالعه توابع محافظت از اطلاعات برای فراهم آوردن خدمت‌هایی مانند محرمانگی، تصدیق اصالت، و صحت پیام است. علاوه بر معرفی این توابع، اصول طراحی و تحلیل آن‌ها نیز مورد نظر است. برای این منظور، مبانی ریاضی مورد نیاز مورد بحث قرار می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- مقدمه و پیش زمینه‌های لازم
- رمزنگاری کلاسیک
- سیستم‌های رمزنگار مدرن
- تحلیل الگوریتم‌های رمز قطعه‌ای و روش‌های تحلیل خطی و تفاضلی
- ویژگیها و طراحی S-box مطلوب الگوریتم‌های رمزنگاری
- رمزنگاری با کلید عمومی و سایر سیستم‌های رمز
- تولید اعداد اول
- تصدیق اصالت و صحت داده‌ها و سایر طرح‌های تصدیق اصالت
- مفاهیم و طرح‌های امضای رقمی
- طرح‌های توابع درهم‌سازی امن
- تحلیل توابع هش
- مدیریت کلید

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۶۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره



منابع علمی پیشنهادی

[1] J. Katz and Y. Lindell. *Introduction to Modern Cryptography: Principles and Protocols*. Chapman & Hall/CRC Press, 3rd Edition, 2020.

[2] J. Seberry and J. Pieprzyk. *Cryptography: An Introduction to Computer Security*. Prentice-Hall, 1992.

[3] B. Schneier. *Applied Cryptography: Protocols, Algorithms and Source Code in C*. John-Wiley & Sons Inc., 1996.

[4] C. Meyer, S. Metyas. *Cryptography: A New Dimension in Computer Data Security*. John-Wiley & Sons Inc., 1982.

[5] A. J. Menezes. *Elliptic Curve Public Key Cryptosystems*. Kluwer Academic Publishers, 1993.

عنوان درس به فارسی:	امنیت کامپیوتر		
عنوان درس به انگلیسی:	Computer Security	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐ نظری ☑	
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☑ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐	

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با مفاهیم اصلی امنیت کامپیوتر و روش‌های طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های کامپیوتری امن است. انواع خط‌مشی‌ها و مدل‌های امنیتی معرفی شده و روش‌های اِعمال آن‌ها ارائه می‌گردد. همچنین، فنون مختلف کنترل دسترسی و تصدیق اصالت در سیستم‌های کامپیوتری بررسی می‌شود. تضمین امنیت سیستم و نیز استانداردهای موجود در این حوزه از دیگر موضوعات این درس هستند.

سرفصل‌ها

- مفاهیم پایه: تعاریف پایه امنیت، دسته بندی تهدیدها و حملات و نرم‌افزارهای بدخواه
- خط‌مشی‌ها و مدل‌های امنیتی: انواع خط مشی، مدل‌های محرمانگی اجباری مانند BLP، مدل‌های صحت و ترکیبی
- هویت دیجیتال و نظام‌های هویت: مفاهیم، هویت در وب، روش‌های تصدیق اصالت، حملات
- مکانیزم‌های کنترل دسترسی: مدل‌های ماتریس‌مبنا، لیست‌های کنترل دسترسی، RBAC، کنترل دسترسی قفل و کلید
- محاسبات قابل اعتماد: اصول طراحی سیستم‌های امن، سکوی قابل اعتماد، معماری‌ها مانند Flask
- هسته‌های امنیتی: مفاهیم پایه، انواع سیستم‌های عامل قابل اعتماد، بررسی هسته امنیتی سیستم عامل مالتیکس
- کانال‌های نهان و تحلیل آن‌ها: جداسازی، ماشین‌های مجازی و جعبه شنی، تحلیل کانال‌های نهان
- تضمین و ارزیابی امنیت سیستم‌ها: اصول طراحی سیستم‌های امن، مفاهیم مرتبط با اطمنیان امنیت، استاندارد CC، نمایه حفاظتی
- آشنایی با سیستم‌های مدیریت امنیت ISMS و فرایند برپایی امنیت در سازمان

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. Bishop, Computer Security, Art and Science, 2nd Edition, Addison-Wesley, 2019.

[2] W. Stallings, and L. Brown, Computer Security: Principles and Practice, 4th Edition, Pearson Education, 2017.

عنوان درس به فارسی:	امنیت شبکه پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Network Security	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐ نظری ☑	
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☑ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐	

هدف کلی

این درس مجموعه‌ای از مفاهیم و روش‌های امنیت شبکه را پوشش می‌دهد و برای دانشجویانی طراحی شده است که دانش پایه را در خصوص شبکه‌های کامپیوتری و الگوریتم‌های رمزنگاری دارند. در این درس، انواع حمله به سیستم‌ها و شبکه‌های کامپیوتری و روش‌های تشخیص و مقابله با آن‌ها، کاربردهای رمزنگاری در امنیت شبکه و معماری شبکه‌های امن شامل سیستم‌های دفاع در لبه و فیلترینگ، روش‌ها و پروتکل‌های خدمات AAA، امنیت مسیریابی، روش‌های جلوگیری از نشت اطلاعات (DLP) و تکنولوژی‌های VPN پوشش داده می‌شود. مجموعه‌ای از فعالیت‌های آزمایشگاهی و مقاله‌های پژوهشی در طول درس ارائه می‌شود تا توازنی بین جنبه کاربردی و پژوهشی درس ایجاد شود.

سرفصل‌ها

- مقدمه: مفاهیم امنیت شبکه، مدل‌ها و فرامدل‌های امنیت
- تهدیدها و حمله: طبقه‌بندی حمله‌ها، حمله‌های DoS، Sniffing، و Spoofing، چرخه عمر بدافزارها، حمله‌های لایه‌های پنج‌گانه
- رمزنگاری کاربردی: کاربردهای رمزنگاری در پروتکل‌های امنیت شبکه، روش‌های توزیع کلید در شبکه‌های ثابت، سیار، و موردی، روش‌های بی‌نامی، و زنجیره بلوکی
- معماری شبکه‌های امن: معماری SAFE، معماری دیواره‌های آتش، کنترل دسترسی در سیستم و شبکه (NAC)، روش‌های جلوگیری از نشت و از بین رفتن اطلاعات (DLP)
- امنیت مسیریابی، سامانه‌های تشخیص نفوذ، فناوری‌های VPN
- امنیت شبکه‌های بی‌سیم
- روندهای نو در امنیت شبکه، روش‌های تحلیل ترافیک، فورنزیک در شبکه
- امنیت اینترنت اشیا و حفظ حریم خصوصی
- امنیت در سرویس VoIP و IP Telephony، فناوری‌های PCI-DSS، SET، و SDC، امنیت ابر و چندابری
- کاربردهای پیشرفته رمزنگاری مانند امضاهای گروهی و MPC

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون میان‌ترم: ۲۵ درصد نمره
- آزمون پایان‌ترم: ۳۰ درصد نمره
- ارائه: ۱۵ درصد



منابع علمی پیشنهادی

[1] William Stallings. *Cryptography and Network Security - Principles and Practice*. Pearson, 8th Edition. 2020,

[2] Darren Death. *Information Security Handbook*. Packet Publishing. 2017.

[3] M. Ciampa. *Security+ Guide to Network Security Fundamentals*. Cengage Learning, 2015.

[4] William Stallings. *Network Security Essentials: Applications and Standards*. Pearson; 6th Edition, 2016.

[5] C. Douligeris and D. N. Serpanos. *Network Security: Current Status and Future Directions*. Wiley-IEEE Press, 2007.

عنوان درس به فارسی:	امنیت و حریم خصوصی داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Data Security and Privacy		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

این درس دربرگیرنده موضوعات مربوط به امنیت و حریم خصوصی داده است. برای این منظور، مدل‌ها و معماری رابطه‌ای امن و نیز رویه‌های صحت و محرمانگی اطلاعات در پایگاه‌های داده بیان می‌شوند. همچنین، چالش‌های جدید مانند استنتاج داده، حریم خصوصی داده، و راه‌کارهای مربوط به آن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: مقدمه‌ای بر پایگاه‌های داده، نیازها و مکانیزمهای امنیت داده، انواع مدل‌های امنیتی
- کنترل دسترسی اختیاری داده‌ها: روش‌های پایه ماتریسی، کنترل دسترسی Take-Grant، مدل اعطای اختیار در System R و گسترش آن،
- کنترل دسترسی در پایگاه‌داده‌های جدید: شیءگرا (مدل ORION)، XML و NoSQL
- کنترل دسترسی اجباری پایگاه داده‌ها: مدل رابطه‌ای امن چندسطحی، مدل جاجودیا- سندهو
- مدل‌های کنترل دسترسی نقش-مبنا و مدیریت آن‌ها: انواع مدل‌های نقش-مبنا، مدل مدیریت کنترل دسترسی نقش-مبنا
- پایگاه‌های داده آماری و مسئله استنتاج داده: انواع استنتاج، مدل، انواع حملات استنتاج و روشهای مقابله (مفهومی، محدودساز، اعوجاج گرا)
- حریم خصوصی: تعریف و ماهیت، انواع، اصول، پایگاه داده بقراطی
- مدل‌های گمنامی برای حریم خصوصی: حملات استنتاج در انتشار داده (مدل گمنامی مرتبه k، حملات به مدل گمنامی مرتبه k، مدل گمنامی تنوع مرتبه L، حریم خصوصی تفاضلی
- حریم خصوصی در شبکه‌های اجتماعی و سرویس‌های مکان محور
- طراحی پایگاه داده امن: معماری‌های DBMS امن، مکانیزم‌ها و مدل‌های صحت
- امنیت در محصولات تجاری

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره



منابع علمی پیشنهادی

[1] M. G. Fugini, S. Castano, and G. Martella. *Database Security*. ACM Press, 1994.

[2] M. Gertz, S. Jajodia. *Handbook of Database Security: Applications and Trends*. Springer, 2007.

[3] M. Abrams, S. Jajodia, H. Podell. *Information Security: An Integrated Collection of Essays*. IEEE Computer Society Press, 1995.

[4] D. Denning. *Cryptography and Data Security*. Addison-Wesley, 1982.

[5] E. Bertino, G. Ghinita and A. Kamra. *Access Control for Databases: Concepts and Systems*. Foundations and Trends in Databases: Vol. 3: No. 1-2, pp 1-148, 2011.

عنوان درس به فارسی:	امنیت سیستم‌های نرم‌افزاری		
عنوان درس به انگلیسی:	Software Systems Security		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

این درس دانشجویان را با چالش‌های اصلی در طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های نرم‌افزاری و برنامه‌های کاربردی امن آشنا می‌سازد. اهمیت امنیت، انواع آسیب‌پذیری‌های نرم‌افزار، و چگونگی بهره‌بردن مهاجمان از آسیب‌پذیری‌ها از موضوعاتی هستند که در این درس مطرح می‌شوند. همچنین، دانشجویان می‌آموزند چگونه می‌توان به صورت روشمند با تلفیق امنیت و چرخه حیات توسعه نرم‌افزار با حمله‌ها مقابله کرد. برای این کار، لازم است دانشجویان تحلیل نیازمندی‌های امنیتی، مدل‌سازی تهدید، مدیریت مخاطرات امنیتی، برنامه‌نویسی امن، و نیز بازبینی و آزمون امنیتی را فراگیرند. همچنین، دانشجویان با برخی از ابزارهای موجود برای توسعه امن نرم‌افزار آشنا می‌شوند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: مسائل امنیتی در نرم‌افزار، ویژگی‌های امنیتی، آسیب‌پذیری و حمله‌ها
- استانداردهای امنیتی
- چرخه حیات توسعه امنیتی: مدل‌سازی تهدید و تحلیل مخاطرات، امنیت در مراحل تولید و استقرار نرم‌افزار
- آزمون امنیتی: ارزیابی آسیب‌پذیری، طرحهای آزمون امنیتی
- روشهای آزمون و پوشش، آزمون نفوذ، آزمون فاز، تزریق خرابی
- امنیت مبتنی بر زبان
- امنیت در برنامه‌های تحت وب
- امنیت در برنامه‌های کاربردی موبایل

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. K. Talukder, and M. Chaitanya. *Architecting Secure Software Systems*. CRC Press, 2009.

[2] G. McGraw, Software Security: Building Security In, Addison-Wesley, 2006.

[3] M. Dowd, J. McDonald, and J. Schuh. *The Art of Software Security Assessment: Identifying and Preventing Software Vulnerabilities*. Addison-Wesley, 2006.

[4] A. Shostack. *Threat Modeling: Designing for Security*. Wiley, 2014.

[5] M. Howard, D. LeBlanc, J. Viega. *24 Deadly Signs of Software Security: Programming Flaws and How to Fix Them*. McGraw-Hill, 2009.

عنوان درس به فارسی:	روش‌های صوری برای امنیت اطلاعات		
عنوان درس به انگلیسی:	Formal Methods for Information Security		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

این درس دانشجویان را با انواع مدل‌های صوری امنیت، به‌ویژه امنیت جریان اطلاعات، و نیز با روش‌های تحلیل صوری پروتکل‌های امنیتی آشنا می‌نماید. همچنین، دانشجویان با گذراندن این درس می‌توانند سامانه‌ها، اهداف امنیتی، و توانایی-های مهاجم را به صورت صوری توصیف نموده و آنگاه اثبات نمایند سامانه داده شده، که می‌تواند یک برنامه یا پروتکل امنیتی باشد، اهداف امنیتی را برآورده می‌سازد.

سرفصل‌ها

- مقدمه: روشهای صوری و کاربرد آن‌ها در تحلیل سامانه‌ها، مفاهیم، مزایا و نقاط ضعف
- امنیت جریان اطلاعات و عدم تداخل: مدل بِل-لاپاجولا، مدل جریان اطلاعات دِنینگ، مدل کوهِن، عدم تداخل
- امنیت جریان اطلاعات در سامانه‌های غیرقطعی: عدم تداخل اِمکانی، مدل سادرلَند و نااستنتاج‌پذیری، اصلاح‌پذیری پیشرو، مدل محدودیت، ویژگی‌های امنیتی تلفیق‌پذیر، چارچوب‌های تعریف عدم تداخل امکانی
- عدم تداخل در سامانه‌های همروند: عدم تداخل احتمالاتی برای سامانه‌های همروند، قطعیت مشاهده‌ای، عدم تداخل مستقل از زمان‌بند
- رویکرد کمّی به امنیت جریان اطلاعات: تداخل و عدم تداخل کمّی، آنتروپی و جریان اطلاعات، اندازه‌گیری جریان اطلاعات و عدم تداخل تقریبی
- اِعمال خط‌مشی‌های جریان اطلاعات: روش‌های ایستا و زمان اجرا، چند اجرایی امن، شفافیت و دقت در اِعمال
- تحلیل صوری پروتکل‌های امنیتی: ضرورت، مثال‌ها، مدل دُلو-یائو
- مدل‌سازی پروتکل‌ها: استفاده از منطق، حساب فرایندها، حساب پی، پیام‌ها و استنتاج، نظریه موازنه‌ای، هم‌ارزی ایستا
- توصیف ویژگی‌های امنیتی: رخدادها، محرمانگی، تصدیق اصالت و موضوع توافق
- راستی‌آزمایی خودکار: استخراج سامانه قیود، حل قیود، ناتصمیم‌پذیری، استفاده از بندهای هورن
- رویکردهای دیگر به تحلیل صوری پروتکل‌ها: وارسی مدل، فضاهای استرند، سامانه‌های نوع و تحلیل پیاده‌سازی پروتکل
- موضوعات تکمیلی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره

- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] V. Cortier, and S. Kremer. *Formal Models and Techniques for Analyzing Security Protocols*. IOS Press, 2011.

[2] P. Ryan, and S. Schneider. *The Modelling and Analysis of Security Protocols: The CSP Approach*. Addison-Wesley Professional, 2000.

[3] G. Bella. *Formal Correctness of Security Protocols*. Springer, 2007.

عنوان درس به فارسی:	پروتکل‌های امنیتی		
عنوان درس به انگلیسی:	Security Protocols		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

در این درس، انواع پروتکل‌های امنیتی ارائه می‌شوند. همچنین، موضوع حمله به پروتکل و دفاع در مقابل آن از موضوعات این درس است. پروتکل‌های مبادله کلید، تصدیق اصالت و امضا، مدیریت حقوق دیجیتال، و رأی‌گیری الکترونیکی از پروتکل‌هایی هستند که در این درس مورد توجه قرار می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: تعریف پروتکل امن، انواع پروتکل‌های امن، حمله به پروتکل
- بلوک‌های سازنده پروتکل‌های امن: توابع امنیتی، استفاده از توابع امنیتی، رمزنگاری متقارن، توابع یک طرفه، توابع نامتقارن
- بلوک‌های سازنده پروتکل‌های امن: طرح‌های امضا، امضای رقمی، امضای رقمی کور، امضای رقمی یک‌بارمصرف، طرح‌های امضای رقمی غیر قابل انکار، طرح‌های امضای رقمی رد- توقف
- پروتکل‌های ساده: پروتکل‌های مبادله کلید، تصدیق اصالت، تصدیق اصالت رمزشده
- رمزنگاری با کلید عمومی چندگانه، تقسیم و اشتراک راز
- پروتکل‌های متوسط: سرویس‌های مهر زمانی، کانال نهان، امضای رقمی با قابلیت عدم انکار، امضای با تاییدکننده مشخص، امضای نیابتی و گروهی، محاسبه با اطلاعات رمزشده، تعهد به مقدار بیت، طرح‌های سکه‌اندازی منصفانه
- پروتکل‌های پیشرفته: طرح‌های تصدیق هویت، اثبات صفردانش، امضای پول، رمزنگاری کلید عمومی مبتنی بر هویت، انتقال بی‌خبر، امضای بی‌خبر، امضای قرارداد به صورت توأمان، نامه سفارشی
- پروتکل‌های خاص: انتخابات امن، محاسبات چندطرفه امن، پخش بی‌نام پیام، پول دیجیتال، ریزپرداخت

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] B. Schnider. *Applied cryptography protocols, algorithms and source code in C*. Wiely, 1996.

[2] J. Seberry, and J. Pieprzyk. *Cryptography: An Introduction to Computer Security*. Prentice-Hall, 1992.

عنوان درس به فارسی:	مدیریت و مهندسی امنیت اطلاعات		
عنوان درس به انگلیسی:	Information Security Management and Engineering		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		☑ نظری ☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	–		☐ عملی ☑ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳		☐ نظری-عملی ☐ تخصصی اختیاری
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی

هدف کلی

در این درس، دانشجویان با مفاهیم امنیت در سطحی بالاتر از موضوعات فنی آشنا می‌شوند. این درس به موضوعاتی مانند امنیت فرایندی و امنیت سازمانی می‌پردازد. همچنین، دانشجویان با روش‌های برنامه‌ریزی امنیت برای یک سازمان، طراحی و پیاده‌سازی نظام مدیریت امنیت در سازمان، و مشکلات و چالش‌های مدیریت امنیت سایبری آشنا می‌شوند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: امنیت سایبری، استانداردها و بهین‌تجربه‌ها، نگاشت بین استانداردها
- طراحی و برنامه‌ریزی امنیت سایبری: حاکمیت و مدیریت امنیت، مولفه‌های حاکمیت امنیت، ارزیابی حاکمیت امنیت
- بررسی چارچوب‌ها و استانداردهای امنیتی: NIST Security Framework، ISO/IEC 2700x
- ارزیابی و تحلیل ریسک: مفاهیم و روش‌ها
- شناسایی دارایی‌ها و ارزش‌گذاری، تحلیل آسیب‌پذیری، تحلیل خسارت، مدیریت و مقابله با ریسک
- مدیریت امنیت سایبری: مدیریت منابع انسانی، مدیریت منابع فیزیکی، مدیریت فنی امنیت، مدیریت زنجیره تأمین
- مدیریت تهدیدها و رویدادهای امنیتی
- مدیریت تداوم کسب‌وکار

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] W. Stallings, Effective Cybersecurity: A Guide to Using Best Practices and Standards, Addison-Wesley, 2018.

[2] R. Anderson. *Security engineering: a guide to building dependable distributed systems*. John Wiley & Sons, 2020.

[3] ISO/IEC 2700x Standards.

عنوان درس به فارسی:	رمزنگاری کاربردی پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Applied Cryptography		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با مباحث پیشرفته در حوزه رمزنگاری مانند تعریف صوری رمزنگاری و مدل‌های امنیت، ساختارهای پایه، و مباحث مربوط به رمزنگاری کوانتومی است.

سرفصل‌ها

- مروری بر نظریه پیچیدگی اطلاعات و کاربردهای آن در رمزنگاری
- نظریه اعداد: دستگاه معادلات هم‌نهشتی و قضایای مربوط به آن، اعداد اول، ریشه‌های اولیه، نمادهای لژاندر و ژاکوبی، مسئله لگاریتم گسسته
- نظریه گروه: هم‌مجموعه‌ها و روابط هم‌ارزی در گروه‌ها، زیرگروه‌های نرمال، گروه‌های خارج قسمتی
- نظریه حلقه و میدان: حلقه چندجمله‌ای‌ها، حلقه‌های خارج قسمتی، میدان‌های متناهی، توسعه میدان‌ها و چند جمله‌ای‌ها
- تعریف صوری رمزنگاری و مدل‌های امنیت: رمزنگاری بدون شرط، امنیت پیچیدگی، امنیت قابل اثبات، امنیت محاسباتی، امنیت موردی
- ساختارهای پایه: توابع یک طرفه، توابع دریچه‌ای یک‌طرفه، مولد شبه تصادفی، توابع شبه تصادفی، جایگشت‌های یک‌طرفه
- اثبات‌های صفردانش: رمزنگاری هم‌ریخت، رمزنگاری مبتنی بر ویژگی، بازیابی محرمانه اطلاعات
- رمزنگاری پساکوانتومی: مقدمه‌ای بر محاسبات کوانتومی، مسئله پاسخ صحیح کوتاه (SIS)، توابع درهم‌سازی مبتنی بر SIS، امضاهای مبتنی بر مشبکه، مسئله یادگیری با وجود خطاها (LWE)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Boneh, and V. Shoup. *A Graduate Course in Applied Cryptography*. Stanford University, 2017.

[2] D. R. Stinson. *Cryptography: Theory and Practice*. 3rd Edition, CRC Press, 2006.

[3] J. A. Anderson, J. M. Bell. *Number Theory with Applications*. Prentice Hall, 1997.

عنوان درس به فارسی:	امنیت تجارت الکترونیکی		
عنوان درس به انگلیسی:	Electronic Commerce Security		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با چالش‌ها و مشکلات امنیتی در سامانه‌های تجارت الکترونیکی و راه‌حل‌های موجود در این حوزه است. از مهمترین موضوعاتی که این درس به آن می‌پردازد، امنیت پرداخت الکترونیکی است. در این درس، مدل‌های مختلف پرداخت و مسائل امنیتی مربوط به آن‌ها مورد بحث قرار می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- مقدمه و مفاهیم اصلی: سامانه‌های تجارت الکترونیکی، نیازمندی‌های امنیتی در سامانه‌های تجارت الکترونیکی
- مروری بر سامانه‌های پرداخت: پرداخت نقدی، پرداخت با چک و حواله، پرداخت با کارت پرداخت
- معماری انواع کارت‌های پرداخت: کارت مغناطیسی، کارت هوشمند، پروتکل EMV، شبیه‌ساز کارت جاوا
- سامانه‌های پرداخت حساب مرکزی: معماری، مدل‌ها، بررسی PayPal و سایر سامانه‌های مشابه
- سامانه‌ها و استانداردهای ریزپرداخت: ریزپرداخت و کاربردهای آن، سیستم‌های مختلف ریزپرداخت، Payword، Jalda، Micromint
- سامانه‌ها و استانداردهای پرداخت چک: انواع سامانه‌ها، مدل FSTC
- سامانه‌ها و استانداردهای پرداخت پول الکترونیکی: انواع و ویژگی‌های پول الکترونیکی، Ecash
- سامانه‌ها و استانداردهای پرداخت سیار: مفاهیم، توکن‌سازی، انواع سامانه‌های پرداخت سیار، Apple Pay، Google Wallet
- زنجیره بلوکی و قراردادهای هوشمند: مفاهیم، ساختار معماری و تراکنش‌های بیت‌کوین، اتریوم و قراردادهای هوشمند، اقتصاد توکن
- اعتماد در سامانه‌های تجارت الکترونیکی: تعریف اعتماد و شهرت، مدل‌های اعتماد، مدل‌های شهرت، حمله به سامانه‌های اعتماد و شهرت

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. OMahony, M. Pierce, and H. Tewori. *Electronic Payment Systems for E-Commerce*. Artech House, 1997.

[2] C. Radu. *Implementing Electronic Card Payment Systems*. Artech House, 2003.

[3] A. M. Antonopolis. *Mastering Bitcoin, Programming the open blockchain*. O'Reilly Press, 2017.

عنوان درس به فارسی:	کشف شواهد دیجیتال		
عنوان درس به انگلیسی:	Digital Forensics		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

در این درس، مفاهیم و روش‌های تحلیل رسانه‌های دیجیتال ارائه می‌گردند. موضوعاتی مانند تحلیل کامپیوتر، نفوذهای شبکه، تحلیل نرم‌افزارهای بدخواه، تحلیل لاگ‌های شبکه، و تحلیل حافظه در این درس مطرح می‌شوند. تمرکز اصلی درس بر روی تحلیل دیسک سخت، مصنوعات جرم یابی دیجیتال یافته شده بر روی سیستم عامل ویندوز و متدولوژی‌های بازیابی آن است. همچنین، مسئله پی‌جویی نفوذهای شبکه بررسی می‌گردد.

سرفصل‌ها

- مقدمه: منابع و انواع شواهد دیجیتال،
- مباحث حقوقی جرم یابی دیجیتال
- جمع‌آوری شواهد دیجیتال از رسانه‌های مختلف: جلوگیری از نوشتن و سلسله حفاظت، مفاهیم فضای بیهوده، مهر زمانی، و تحلیل زمانی. حسابهای کاربری و انتساب عملیات
- تحلیل در سطح سیستم عامل: تحلیل مصنوعات جرم یابی دیجیتال، تحلیل لاگ‌ها، تحلیل سیستم‌های عامل متداول
- تحلیل جرم یابی دیجیتال نرم‌افزارهای بدخواه: تحلیل روت‌کیت‌ها، تحلیل حافظه فرار، تحلیل پویای نرم‌افزارهای بدخواه
- تحلیل شبکه: تحلیل پشته شبکه TCP/IP
- تحلیل فعالیت در وب، ایمیل، و سرویس‌های پیام‌رسانی
- مفاهیم پیشرفته در جرم یابی دیجیتال: سیستمهای نظیربه‌نظیر، انتساب حمله‌های سایبری

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] E. Casey. *Digital evidence and computer crime*. Academic Press, 2011.

[2] R. P. J. Evans. *Windows 10 forensic analysis*. Blurb, 2017.

[3] P. Polstra, Linux forensics, Penster Academy, 2015.

عنوان درس به فارسی:	پنهان‌سازی اطلاعات		
عنوان درس به انگلیسی:	Information Hiding		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		☑ نظری ☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	–		☐ عملی ☐ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳		☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی

هدف کلی

هدف این درس، ایجاد درک صحیح در ارتباط با مبحث اختفای اطلاعات و نکات امنیتی مطرح در آن است. در این درس تکنیک‌های مختلف و مهم نشانه گذاری و نهان نگاری به همراه کاربردهای مختلف آن‌ها که رشد فزاینده‌ای برای محیط‌های چندرسانه‌ای دارند، مورد بررسی قرار خواهند گرفت. در ادامه روش‌های مختلف نهان کاوی مورد بحث قرار می‌گیرد.

سرفصل‌ها

- مقدمات: تاریخچه، پنهان سازی اطلاعات، نشانه گذاری، نهان نگاری، نهان کاوی، کاربردها و شاخص‌های ارزیابی
- مروری کوتاه بر روی مباحث پیش نیاز درس: آمار و احتمال، جبرخطی، امنیت
- نشانه گذاری: مدلسازی سیستم‌های نشانه گذاری، تحلیل خطا، امنیت نشانه گذاری
- انواع روش‌ها: نشانه گذاری با اطلاعات جانبی، استفاده از مدل‌های ادراکی، تکنیک‌های نشانه گذاری
- مقاوم، تایید محتوا
- معرفی روش‌های نشانه گذاری اخیر
- نهان نگاری: اصول نهان نگاری و امنیت
- انواع روش‌های نهان نگاری: سیستم‌های جانشینی، تکنیک‌های حوزه تبدیل، طیف گسترده، نهان نگاری آماری
- معرفی روش‌های نهان نگاری اخیر
- نهان کاوی: مفاهیم اولیه و انواع حملات
- انواع روش‌های نهان کاوی: نهان کاوی در حوزه مکان؛ نهان کاوی در حوزه تبدیل، نهان کاوی حین کدگذاری
- معرفی مهم‌ترین روش‌های نهان کاوی اخیر

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۶۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] I.J. Cox, M.L. Miller, J.A. Bloom, J. Fridrich and T. Kalker, Digital Watermarking and Steganography, Second Edition, Elsevier, Morgan Kaufmann Publishers, 2008.

[2] H. T. Sencar, M. Ramkumar, and A. N. Akansu, Data Hiding Fundamentals and Applications Content Security in Digital Media, Elsevier Academic Press, 2004.

[3] Stefan Katzenbeisser, and F.A. P. Petitcolas, Information Hiding Techniques for Steganography and DigitalWatermarking, Artech House, 2000.

عنوان درس به فارسی:	تشخیص نفوذ		
عنوان درس به انگلیسی:	Intrusion Detection		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با روش‌ها و فنون تشخیص نفوذ در سطح کامپیوترها و شبکه‌ها است. انواع روش‌های تشخیص نفوذ مانند کشف ناهنجاری و تشخیص مبتنی بر امضا مورد بحث قرار می‌گیرند. همچنین، معماری و اجزای سیستم‌های تشخیص نفوذ، مانند سیستم‌های بازرسی، پایش، و مدیریت رخدادهای امنیتی بررسی می‌شوند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: مفاهیم و انواع حمله‌های سطح شبکه و میزبان
- رهیافت‌های تشخیص نفوذ: مبتنی بر امضا، مبتنی بر ناهنجاری، مبتنی برقاعده، مبتنی بر توصیف
- جمع‌آوری داده: در سیستم‌های مختلف تشخیص نفوذ شبکه، میزبان، کاربرد، ترکیبی
- روش‌های آماری تشخیص نفوذ
- روش‌های مختلف یادگیری ماشین در تشخیص نفوذ
- مدیریت و همبسته‌سازی هشدار
- ارزیابی سیستم‌های تشخیص نفوذ: معیارهای ارزیابی، مجموعه‌های داده
- پاسخ نفوذ

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. Ghorbani, et. al.. *Network Intrusion Detection and Prevention: Concepts and Techniques*. Springer, 2010.

[2] R. G. Bace. *Intrusion Detection*. Macmillan, 2000.

[3] S. Northcutt, and Judy Novak. *Network Intrusion Detection*. 3rd Edition, New Riders, 2003.

[4] K. Scarfone, P. Mell. *Guide to Intrusion Detection and Prevention Systems (IDPS)*. NIST Special Publication 800-94, 2012.

عنوان درس به فارسی:	امنیت و اعتماد سخت‌افزاری		
عنوان درس به انگلیسی:	Hardware Security and Trust		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

در این درس، به معرفی پیشرفت‌های اخیر در طراحی و ارزیابی امنیت سخت‌افزار و قابل اعتماد بودن آن پرداخته می‌شود. در مرحله طراحی، نیازمندی‌هایی همچون غیرقابل دستکاری بودن عدم نشت اطلاعات مطرح و در مرحله تولید، باید تطابق سخت‌افزار با طراحی بررسی شود تا تغییری در آن منجر به یک اسب تروآ یا یک در پشتی انجام نشود. در ضمن ترفندهایی برای کشف چنین تهدیداتی لازم است. به علاوه، برای تامین امنیت و اعتماد در سیستم‌های کامپیوتری، نیاز به پشتیبانی توسط سخت‌افزار است. در برخی از کاربردها، نیاز به تولید کلید خصوصی در سخت‌افزار اختصاصی می‌باشد. تامین اعتماد برای برخی کاربردها نیازمند سخت‌افزارهای وارسی کننده است.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر رمزنگاری و طراحی/آزمون مدارهای مجتمع
- پردازنده‌های رمزنگاری، محاسبات مورد اعتماد و TPMها
- حمله‌های فیزیکی و مقاومت در برابر دستکاری
- حمله کانال جانبی و حمله تزریق اشکال
- توابع غیر قابل همانندسازی فیزیکی (PUFs)
- مولدهای عدد تصادفی مبتنی بر سخت‌افزار
- ته‌نقش‌گذاری بلوک‌های IP
- طراحی مورد اعتماد در FPGAها
- امنیت سیستم‌های نهفته و امنیت برچسب‌های RFID
- کنترل دسترسی و حفظ مالکیت معنوی برنامه با استفاده از سخت‌افزار (به طور منفعل و فعال)
- کشف و مجزا کردن اسب‌های تِرُوای سخت‌افزاری در بلوک‌های IP و مدارهای مجتمع
- استاندارد مدول‌های رمزنگاری FIPS 140-۲

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. Tehranipoor and C. Wang. *Introduction to Hardware Security and Trust*. Springer, 2011.

عنوان درس به فارسی:	امنیت سیستم‌های رایافیزیکی		
عنوان درس به انگلیسی:	Cyber-Physical Systems Security		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس پرداختن به مباحث مربوط به امنیت سیستم‌های رایافیزیکی است. این سیستم‌ها نقش مهمی در زیرساخت‌های حیاتی و نیز زندگی روزمره دارند. در این درس تهدیدها و حمله‌ها و روش‌های مقابله با آن‌ها در سیستم‌های رایافیزیکی بررسی می‌شوند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: تاریخچه و مروری بر سیستم‌های رایافیزیکی (CPS)، تهدیدهای مانای پیشرفته (APT)
- معرفی سامانه‌های رایافیزیکی: انواع و دسته‌بندی، مثال‌هایی از حملات
- ارزیابی امنیتی سیستم‌های رایافیزیکی: روش‌های تحلیل خسارت، مدل‌سازی تهدید و ارزیابی مخاطره، استانداردهای ارزیابی
- امنیت سیستم‌های کنترل صنعتی (ICS) و زیرساخت‌های حیاتی
- معماری سیستم‌های کنترل صنعتی (لایه‌ها، اجزا، و پروتکل‌ها)
- امنیت سیستم‌های کنترل صعتی: حمله‌ها و تهدیدها، استانداردهای امنیتی، امن‌سازی
- امنیت و حریم خصوصی در IoT
- سیستم‌های رایافیزیکی و جنگ‌های سایبری

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] H. Song, G. A. Fink, and S, Jeschke. *Security and Privacy in Cyber-Physical Systems: Foundations, Principles, and Applications*. John Wiley, 2017.

[2] R. Alur. *Principles of Cyber-Physical Systems*. MIT Press, 2015.

عنوان درس به فارسی:	شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Computer Networks		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با فناوری‌های شبکه‌ی اینترنت امروزی و همچنین ساختار کنار هم قرار گرفتن این فناوری‌ها است. فهم چرایی و چگونگی این فناوری‌ها و ساختار اینترنت با تاکید بر مسیریابی به عنوان عملیات کلیدی در اینترنت، و همچنین معرفی رویکردهای نوین در شبکه مانند SDN و NFV در این درس ارائه می‌شود.

سرفصل‌ها

- کنترل ازدحام در اینترنت
- مسیریابی در شبکه‌های کامپیوتری با تاکید بر OSPF و BGP
- معماری و سلسله مراتب در اینترنت
- ساختار ISPها و سطوح مختلف خدمات‌دهندگان و نقش پروتکل BGP در ارتباط بین ASها
- کیفیت سرویس در شبکه‌های کامپیوتری
- شبکه‌های توزیع محتوا، مکانیسم توزیع ترافیک و استفاده از حافظه نهان برای ذخیره‌سازی محتوا در نزدیکی مصرف‌کنندگان
- شبکه‌های مبتنی بر MPLS
- مهندسی ترافیک با تاکید بر OSPF-TE و BGP-TE و MPLS
- شبکه‌های تعریف‌شده با نرم‌افزار (SDN)
- پروتکل OpenFlow، زنجیره‌سازی خدمت (Service Chaining)
- شبکه‌های پوشان (Overlay)، توابع شبکه و مجازی‌سازی توابع شبکه (NFV)
- معماری‌ها و شبکه‌های مراکز داده

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تکالیف و سمینار پژوهشی: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۷۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Medhi and K. Ramasamy. *Network Routing: Algorithms, Protocols, and Architectures*. 2nd Edition. Morgan Kaufmann. 2017.

[2] L. L. Peterson and B. S. Davie. *Computer Networks: A Systems Approach*. 6th Edition, Morgan Kaufmann. 2021.

[3] L. L. Peterson, C. Cascone, B. O'Connor, T. Vachuska, and B. Davie. *Software Defined Networks: A Systems Approach*. Morgan Kaufmann. 2021.

عنوان درس به فارسی:	آزمون و تحلیل نرم‌افزار پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Software Testing and Analysis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی دانشجویان با روش‌های نوین در آزمون خودکار نرم‌افزارها از طریق تولید خودکار آزمایه و نحوه ارزیابی اثربخشی آزمون نرم‌افزار از طریق معیارهای پوشش کد و تحلیل موتاسیون است. علاوه بر این مروری کلی بر روش‌های تحلیل ایستای نرم‌افزار به هدف بررسی ویژگی‌های کیفی نرم‌افزار صورت می‌پذیرد.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر خودکارسازی آزمون نرم‌افزار
- معیارهای پوشش مبتنی بر افراز فضای ورودی، گراف، منطق، دستور زبان
- تحلیل موتاسیون (mutation analysis)
- پیش‌گوی آزمون (test oracle)
- آزمون تصادفی و آزمون تصادفی تطبیقی
- آزمون مبتنی بر جستجو
- آزمون مبتنی بر مدل
- اجرای نمادین ایستا و پویا
- مقدمه‌ای بر تفسیر انتزاعی (abstract interpretation)
- تحلیل جریان داده و برش بندی (slicing)
- مروری بر کاربردهای تحلیل ایستا

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون میان ترم: ۳۰ درصد نمره
- آزمون پایان ترم: ۳۰ درصد نمره
- تکالیف و پروژه: ۴۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] J. J. Offutt and P. Ammann. *Introduction to Software Testing*. Cambridge University Press, 2016.

[2] P. C. Jorgensen and B. DeVries. *Software Testing: A Craftsman's Approach*. 5th Edition, CRC Press, 2021.

[3] R. Bierig, S. Brown, E. Galván, and J. Timoney. *Essentials of Software Testing*. Cambridge University Press, 2021.

[4] X. Rival and K. Yi. *Introduction to Static Analysis: An Abstract Interpretation Perspective*. MIT Press, 2020.

عنوان درس به فارسی:	یادگیری ماشین کاربردی		
عنوان درس به انگلیسی:	Applied Machine Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

امروزه یادگیری ماشین در حوزه‌های مختلف علوم و مهندسی کاربرد فراوان یافته است. هدف این درس آشنایی دانشجویان رشته‌های مختلف مهندسی با یادگیری ماشین به صورت کاربردی است. در این درس الگوریتم‌های مختلفی که قادر به یادگیری از داده‌ها و تجربیات هستند، مورد بررسی قرار گرفته و مثال‌ها و پروژه‌های کاربردی در هر زمینه مطرح می‌شود.

سرفصل‌ها

- مقدمه: مروری بر رویکردهای مختلف یادگیری و کاربردها
- آشنایی با داده‌ها: پیش‌پردازش، معیارهای فاصله و مصورسازی
- انتخاب و استخراج ویژگی‌ها
- کاهش ابعاد تحلیل مولفه اصلی
- رگرسیون: خطی، غیرخطی و چند متغیره
- دسته‌بندی: نزدیک‌ترین k همسایه، درخت تصمیم، بیز ساده، رگرسیون لجستیکی، ماشین بردار پشتیبان
- ارزیابی و تنظیم کردن مدل‌ها: اعتبارسنجی متقابل و انتخاب مدل
- خوشه‌بندی: روش‌های مبتنی بر افراز، سلسله مراتبی، مبتنی بر چگالی
- روش‌های تجمعی: بگینگ، بوستینگ و استکینگ
- شبکه‌های عصبی
- یادگیری تقویتی
- الگوریتم‌های ژنتیک و سیستم‌های فازی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۴۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] K. Murphy. *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. MIT Press, 2013.

[2] E. Alpaydin. *Introduction to Machine Learning*. MIT Press, 2011.

[3] T. Mitchell. *Machine Learning*. McGraw Hill, 1997.

[4] R. S. Sutton and A. G. Barto. *Reinforcement Learning: An Introduction*. MIT Press, 2018.

عنوان درس به فارسی:	مبانی یادگیری آماری		
عنوان درس به انگلیسی:	Foundations of Statistical Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس پوشش دادن مسائل پایه‌ای در ارتباط با یادگیری آماری است. در این درس دانشجویان با رویکردهای مبتنی بر آمار و احتمال در هوش مصنوعی آشنا می‌شوند. مطالب این درس در بر گیرنده عناوین کلی آمار، احتمال و فرایندهای تصادفی، استنتاج آماری و مدل‌ها و روش‌های آماری است.

سرفصل‌ها

- مرور بر نظریه احتمال و متغیرهای تصادفی: متغیرتصادفی، دنباله‌ای از متغیرهای تصادفی، توزیع‌های شرطی
- فرایندهای تصادفی: معرفی، ایستایی، چگالی طیف توان، فرایندهای تصادفی و سیستم‌های خطی
- فرایندهای تصادفی خاص: فرایند پواسون، فرایند گاوسی، راه رفتن تصادفی، وینر و دیریکله
- مدل‌ها، استنتاج آماری و یادگیری: مدل‌های پارامتری و غیرپارامتری، استنتاج آماری
- نظریه تخمین: تخمین پارامتر، تخمین‌های بیزی، رگرسیون خطی
- تست‌های آزمون فرضیه: تست نسبت درست‌نمایی و تعمیم‌ها، تست‌های نیکویی برازش
- مدل‌های گرافی: مدل‌های گرافی جهت دار، مدل‌های گرافی بدون جهت
- فرایندهای مارکوف و مدل‌های مارکوف پنهان
- روش‌های مونت کارلو: انتگرال‌گیری مونت کارلو، نمونه برداری نقاط مهم، شبیه‌سازی مونت‌کارلوی زنجیره مارکوفی
- استنتاج تغییراتی: روش‌های تغییراتی بیزی، EM تغییراتی بیزی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۷۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] L. Wasserman. *All of Statistics: A Concise Course in Statistical Inference*. Springer, 2003.

[2] K. P. Murphy. *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. MIT press, 2012.

[3] A. Papoulis and S. Pillai. *Probability, Random Variables and Stochastic Processes*. McGraw-Hill, 2002.

عنوان درس به فارسی:	نظریه الگوریتمی بازی‌ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Algorithmic Game Theory	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐ نظری ☑	
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐	

هدف کلی

نظریه بازی‌ها کاربردهای وسیعی در بسیاری از حوزه‌ها دارد که مهم‌ترین آن‌ها حوزه‌های اقتصادی، کسب‌وکار و علوم اجتماعی است. به‌طور کلی در نظریه بازی‌ها با سیستم‌هایی شامل عامل‌های هوشمند و خودخواه سروکار داریم که هر کدام از آن‌ها بنا به مصالح خویش وضعیت سیستم را تغییر می‌دهند. نظریه بازی‌ها ابزار تحلیل این‌گونه از سیستم‌ها را در اختیار ما قرار می‌دهد و کمک می‌کند تا بتوانیم آن‌ها را به شیوه‌ای درست و منطقی کنترل کنیم.

سرفصل‌ها

- مقدمات و مفاهیم اولیه، انواع بازی‌ها
- محاسبه نقاط تعادل و مسائل مربوطه
- قضیه نش، لم اسپرنر، قضیه بروور و الگوریتم لمکه هاوسون
- مسائل جستجوی تام و کلاس‌های پیچیدگی مرتبط
- گراف بازی و شرایط برد
- بازی‌های بی‌نهایت و تشخص
- اتوماتای درختی
- بازی‌های تصادفی و فرایند تصمیم‌گیری مارکوف
- طراحی مکانیزم الگوریتمی
- انواع مزایده‌ها و مزایده‌های ترکیبیاتی
- دینامیک بازی‌ها
- مسائل یادگیری

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون (۶۰ درصد نمره)
- تمرین (۲۰ درصد نمره)
- سمینار (۲۰ درصد نمره)



منابع علمی پیشنهادی

[1] T. Roughgarden. *Twenty Lectures on Algorithmic Game Theory*. Cambridge University Press, 2016.

[2] K. R. Apt and E. Grädel. *Lectures in game theory for computer scientists*. Cambridge University Press, 2011.

[3] Y. Shoham and K. Leyton-Brown. *Multiagent systems: Algorithmic, game-theoretic, and logical foundations*. Cambridge University Press, 2008.

[4] N. Nisan, T. Roughgarden, E. Tardos, and V. V. Vazirani. *Algorithmic game theory*. Cambridge University Press, 2007.

عنوان درس به فارسی:	نظریه پیچیدگی		
عنوان درس به انگلیسی:	Complexity Theory		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس ارائه مدل‌های پایه برای پیچیدگی محاسبه، مروری بر دستاوردهای اصلی نظریه محاسبه، آشنایی با قضایای اساسی این حوزه، شناخت کلاس‌های پیچیدگی زمانی و فضایی اصلی و همچنین مروری بر به‌کارگیری این نظریه در شاخه‌های جدیدتر نظریه محاسبات مانند محاسبات موازی، محاسبات تصادفی، محاسبات کوانتومی و روش‌های رمزنگاری است.

سرفصل‌ها

- مروری بر نظریه ماشین‌های تورینگ
- زبان‌های بازگشتی و به‌طور بازگشتی شمارا
- مروری بر مسائل تصمیم‌ناپذیر
- مروری بر منطق گزاره‌ها و منطق مرتبه‌اول
- تعریف کلاس‌های پیچیدگی زمانی و فضایی
- تعریف کاهش و قضیه کوک-لوین و مسائل NP-Complete
- رده‌های coNP و PSPACE-Complete و مسائل مهم آن‌ها
- رده‌های پیچیدگی الگوریتم‌های تصادفی
- الگوریتم‌های موازی، ساختار درونی کلاس P
- رده‌های پیچیدگی الگوریتم‌های تقریبی و کران‌های تقریب‌ناپذیری
- ارتباط نظریه‌های پیچیدگی و رمزنگاری، اثبات تعاملی
- نظریه پیچیدگی محاسبات کوانتومی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون: آزمون‌های میان‌ترم (۲۵ درصد نمره) و پایان‌ترم (۴۰ درصد نمره)
- تمرین: چند سری تمرین بر اساس متون معرفی شده (۲۰ درصد نمره)
- گزارش پژوهشی: ارائه مقاله‌ای در موضوعات مرتبط که مستلزم مطالعه چند مقاله به‌روز باشد. (۱۵ درصد نمره)



منابع علمی پیشنهادی

[1] C.H. Papadimitriou. *Computational Complexity*. Addison-Wesley, 1994.

[2] S. Arora and B. Barak. *Computational Complexity: A Modern Approach*. Cambridge University Press, 2009.

[3] D.Z. Du and K.I. Ko. *Theory of Computational Complexity*. Wiley, 2000.

[4] I. Wegener. *Complexity Theory: Exploring the Limits of Efficient Algorithms*. Springer, 2005.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

عنوان درس به فارسی:	نظریه اطلاعات و کدینگ		
عنوان درس به انگلیسی:	Coding and Information Theory		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مفاهیم پایه‌ای و پیشرفته نظریه اطلاعات و کدینگ و کاربردهای آن در فشرده‌سازی داده‌ها، تصحیح خطا، رمزنگاری و دیگر زمینه‌های مرتبط است.

سرفصل‌ها

- آنتروپی، آنتروپی نسبی و اطلاعات متقابل
- آنتروپی توام (Joint Entropy)، آنتروپی شرطی (Conditional Entropy)، آنتروپی نسبی و اطلاعات متقابل (Relative entropy and Mutual Information)، رابطه آنتروپی و اطلاعات متقابل.
- قوانین زنجیره‌ای (Chain Rules)، نامعادله جانسون و نتایج آن، نامعادله لاگ سام و کاربردهای آن، نامعادله‌های پردازش داده و فانو
- نرخ آنتروپی فرایند تصادفی، زنجیره‌های مارکوف (Markov Chains)، نرخ آنتروپی (Entropy Rate)، توابع نرخ آنتروپی
- فشرده‌سازی اطلاعات منبع، مثال‌هایی از کدگذاری منبع
- نامساوی کرفت، کدهای منبع بهینه، کران‌های طول کد بهینه، نامساوی کرافت و کدهای باز شونده به‌طور یکتا، کدهای هافمن و بهینگی هافمن، کد شانو - فانو - الیاس
- ظرفیت کانال، مثال‌هایی از ظرفیت کانال
- کانال‌های متقارن، خواص ظرفیت کانال، قضیه شانون برای ظرفیت کانال، کدهای همینگ

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۶۵ درصد نمره
- پروژه: ۱۵درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] T. Cover and J. Thomas. *Elements of Information Theory*. 2nd Edition. John Wiley & Sons, 2012.

[2] R. M. Gray. *Entropy and Information Theory*. Springer Science & Business Media, 2011.

[3] I. Csiszár and J. Körner. *Information theory: Coding Theorems for Discrete Memoryless Systems*. Cambridge University Press, 2011.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های رایافیزیکی		
عنوان درس به انگلیسی:	Cyber-Physical Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

نظر به اهمیت روزافزون سامانه‌های رایافیزیکی با ماهیت توزیع‌شده و فراگیر شدن کاربرد آن‌ها، این درس با هدف آشنایی با مدل‌سازی، طراحی، و تحلیل سامانه‌های رایافیزیکی طراحی شده است. مخاطبان این درس روش‌های توصیف نیازمندی‌ها، ریاضیات مدل‌سازی بخش‌های سایبری و فیزیکی، طراحی مبتنی بر مدل و تحلیل این سامانه‌ها را فرا خواهند گرفت و نقش محوری زمان، مدل‌های ترکیبی، و الگوریتم‌های زمان‌بندی را در تحقق اهداف سامانه‌های رایافیزیکی با تاکید بر وجه نرم‌افزاری درک خواهند کرد. همچنین روش‌های تضمین جنبه‌هایی نظیر ایمنی و کارایی در سطح نرم‌افزار مورد توجه جدی قرار می‌گیرد. استفاده از برخی استانداردها و ابزارها در یک دامنه کاربردی خاص به درک عمیق‌تر مفاهیم ارائه شده و جنبه کاربردی آن‌ها کمک خواهد نمود.

سرفصل‌ها

- تعاریف و مفاهیم پایه در سامانه‌های رایافیزیکی
- مدل‌سازی بخش‌های محاسباتی سامانه
- مدل‌سازی بخش‌های فیزیکی سامانه
- توصیف زمان و مدل‌های زمان‌دار
- ترکیب مدل‌ها و مدل‌سازی ترکیبی
- بیان نیازمندی‌ها (زمانی، ایمنی، زنده بودن) و وارسی
- الگوریتم‌های زمان‌بندی بی‌درنگ و مدیریت منابع غیرپردازشی
- معرفی برخی استانداردهای ایمنی و متدولوژی‌های توسعه در دامنه‌ی کاربردی خاص (نظیر خودرو)
- معرفی و به‌کارگیری ابزارهای طراحی و آزمون نرم‌افزارهای نهفته
- بهینه‌سازی برخی معیارهای غیرکارکردی (نظیر انرژی مصرفی، قابلیت اطمینان، و تاب‌آوری)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی (مرور و ارائه مقاله): ۲۰ درصد نمره
- آزمون: ۶۰ درصد نمره
- پروژه: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] R. Alur. *Principles of Cyber-Physical Systems*. MIT Press, 2023.

[2] S. Mitra. *Verifying Cyber-Physical Systems: A Path to Safe Autonomy*. MIT Press, 2021.

[3] E. A. Lee and S. A. Seshia. *Introduction to Embedded Systems: A Cyber-Physical Systems Approach*. 2nd Edition, MIT Press, 2017.

[4] H. Kopetz. *Real-Time Systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications*. 2nd Edition, Springer, 2011.

عنوان درس به فارسی:	طراحی سیستم‌های تحمل‌پذیر اشکال		
عنوان درس به انگلیسی:	Fault-Tolerant System Design	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	☑ نظری ☐ پایه	
دروس هم‌نیاز:	–	☐ عملی ☐ تخصصی الزامی	
تعداد واحد:	۳	☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری	
تعداد ساعت:	۴۸	☐ مهارتی	

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با مفاهیم و نحوه طراحی سیستم‌های تحمل‌پذیر اشکال با استفاده از انواع روش‌های افزونگی در سطوح مختلف سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و اطلاعاتی و همچنین شیوه‌های ارزیابی آن‌ها است.

سرفصل‌ها

- تعاریف، کلیات و مفاهیم پایه در مبحث تحمل‌پذیری اشکال
- روش‌های افزونگی سخت‌افزاری
- روش‌های افزونگی نرم‌افزاری
- روش‌های افزونگی زمانی
- روش‌های افزونگی اطلاعاتی
- روش‌های ارزیابی (تزریق اشکال، روش‌های تحلیلی)
- محاسبه‌ی نرخ اشکال با استفاده از مدل‌های تجربی
- طراحی سیستم‌های تحمل‌پذیر اشکال و بررسی چند نمونه از سیستم‌های تحمل‌پذیر اشکال.

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] K. S. Trivedi and A. Bobbio. *Reliability and Availability Engineering: Modeling, Analysis, and Applications*. Cambridge University Press, 2017.

[2] I. Koren and C. M. Krishna. *Fault-Tolerant Systems*. 2nd Edition, Morgan Kaufmann, 2020.

[3] E. Dubrova. *Fault Tolerant Design :An Introduction Department of Microelctronis and Information Technology*. Royal Institute of Technology, 2008.

[4] D. K. Pradhan. *Fault-Tolerant Computer System Design*. Prentice-Hall International, 1996.

عنوان درس به فارسی:	امنیت و حریم خصوصی در یادگیری ماشین		
عنوان درس به انگلیسی:	Security and Privacy in Machine Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با چالش‌های امنیت و حریم خصوصی در یادیگری ماشین است. انتظار می‌رود پس از این درس دانشجویان بتوانند تهدیدهای مدل‌های یادگیری ماشین را شناسایی کنند، از روشهای مختلف برای جلوگیری از نقض امنیت و حریم خصوصی مدل‌ها استفاده کنند و از تکنیکهای جلوگیری از حملات به مدلهای یادگیری استفاده کنند.

سرفصل‌ها

- مقدمه، اهمیت و چالش‌ها
- مروری بر تهدیدها و حملات امنیتی در مدل‌های یادگیری ماشین
- محاسبات امن چند طرفه: اصول و روشها
- حریم خصوصی: مفاهیم و اصول
- حملات استنتاج عضویت
- یادگیری ماشین با حفظ حریم خصوصی
- حملات آلوده‌سازی مدل‌های یادگیری
- حملات تخاصمی
- شبکه‌های تخاصمی مولد
- قوانین و مقررات در امنیت و حریم خصوصی یادگیری ماشین

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] N. Rubinstein and J, Tygar. *Adversarial Machine Learning*. Cambridge University Press, 2019.

[2] N. Papernot et al. *SoK: Security and Privacy in Machine Learning*. IEEE Euro S&P 2018.

عنوان درس به فارسی:	توسعه امن نرم‌افزار		
عنوان درس به انگلیسی:	Secure Software Development		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

این درس دانشجویان را با چالش‌های اصلی در طراحی و پیاده سازی سیستم‌های نرم‌افزاری و برنامه‌های کاربردی امن آشنا می‌سازد. اهمیت امنیت، انواع آسیب پذیری‌های نرم‌افزار، و چگونگی بهره بردن مهاجمان از آسیب پذیری‌ها از موضوعاتی هستند که در این درس مطرح می‌شوند. همچنین، دانشجویان می‌آموزند چگونه می‌توان به صورت روشمند با تلفیق امنیت و چرخه حیات توسعه نرم‌افزار با حمله‌ها مقابله کرد. برای این کار، لازم است دانشجویان تحلیل نیازمندی‌های امنیتی، مدلسازی تهدید، مدیریت مخاطرات امنیتی، برنامه نویسی امن، و نیز بازبینی و آزمون امنیتی را فراگیرند. همچنین، دانشجویان با برخی از ابزارهای موجود برای توسعه امن نرم‌افزار آشنا می‌شوند

سرفصل‌ها

- امنیت نرم‌افزار: مسائل امنیتی در نرم‌افزار، ویژگیهای امنیتی، آسیب پذیری و حمله‌ها
- استانداردهای امنیتی
- چرخه حیات توسعه امنیتی: تحلیل نیازمندیهای امنیتی، مدلسازی تهدید و تحلیل مخاطرات، طراحی امنیتی، برنامه نویسی امن، بازبینی امنیتی، تولید سیستم قابل اجرا، آزمون امنیتی، استقرار امن، ترمیم‌های امنیتی
- آزمون امنیتی: ارزیابی آسیب پذیری، طرح‌های آزمون امنیتی، ابزارهای پوشش کد، موارد آزمون امنیتی
- روشهای آزمون: آزمون نفوذ، آزمون فاز، تزریق خرابی
- امنیت مبتنی بر زبان
- امنیت در برنامه‌های تحت وب
- امنیت در برنامه‌های کاربردی موبایل

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره



منابع علمی پیشنهادی

[1] A. K. Talukder, and M. Chaitanya. *Architecting Secure Software Systems*. CRC Press, 2009.

[2] G. McGraw. *Software Security: Building Security In*. Addison-Wesley, 2006.

[3] M. Dowd, J. McDonald, and J. Schuh. *The Art of Software Security Assessment: Identifying and Preventing Software Vulnerabilities*. Addison-Wesley, 2006.

[4] M. Howard, D. LeBlanc, J. Viega. //24 Deadly Sins of Software Security: Programming

[5] M. S. Merkow, and L. Raghavan. *Secure and Resilient Software Development*. CRC Press, 2010.

عنوان درس به فارسی:	نظریه رمزنگاری		
عنوان درس به انگلیسی:	Cryptography Theory		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، تکمیل زنجیره آشنایی دانشجویان کارشناسی ارشد امنیت اطلاعات با رمزنگاری پیشرفته با اهداف جزئی‌تر مانند آشنایی با گستره وسیعی از مفاهیم رمزنگاری، فراگیری ریاضیات رمز، درک عمیق از روش‌های اثبات در رمزنگاری و آشنایی با اخیرترین پژوهش‌ها در زمینه رمزنگاری می‌باشد.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر رمزنگاری پیشرفته: مفهوم امنیت اثبات‌پذیر، مروری بر نظریه محاسبات، مروری بر نظریه پیچیدگی، مفاهیم «تعریف» و «مدل»
- ساختارهای اساسی رمزنگاری، توابع و جایگشتهای یک‌طرفه، مولدها، توابع، و جایگشتهای شبه تصادفی، توابع درهم ساز، کدهای تصدیق اصالت پیام
- رمزنگاری متقارن، امنیت در برابر حملات متن آشکار انتخابی (CPA)، امنیت در برابر حملات متن رمز انتخابی (CCA)، ساخت رمزهای متقارن، رمزنگاری تصادفی و رمزنگاری حالت‌دار، سبک‌های رمزنگاری: مدل سازی و اثبات
- رمزنگاری کلید عمومی: امنیت در برابر حملات CPA، CCA، و CCA2: رمز انعطاف ناپذیر، روابط میان گونه‌های مختلف، رمزنگاری کلید عمومی، بنا نمودن شماهای رمز نامتقارن
- امضای دیجیتال: تعاریف و مدل سازی، الگوی درهم‌سازی - معکوس‌گیری، در همسازی تمام دامنه، امنیت دقیق، امضای کور، امضای انکار ناپذیر، امضای گروهی، امضای دریچه‌دار، رمز امضا
- ریاضی رمز: مقدمه‌ای بر نظریه گروهها، نظریه اعداد؛ قضیه باقیمانده چینی، اعداد اول و مسئله تجزیه، الگوریتمهای تجزیه، گروههای دوری، مسئله لگاریتم گسسته و مسائل مرتبط، الگوریتم‌های حل لگاریتم گسسته، خم‌های بیضوی
- تعاریف مبتنی بر شبیه‌سازی: تعاریف مبتنی بر شبیه‌سازی در مقابل تعاریف مبتنی بر بازی، انواع تمیز ناپذیری (کامل، آماری، محاسباتی)، تعریف مبتنی بر شبیه‌سازی از رمز نامتقارن امن، نا-آگاه‌سازی و کاربردهای آن، مفاهیم اثبات دانش، تمیز ناپذیری گواه، و مخفی سازی گواه
- مدل پیشگوی تصادفی: توابع درهم ساز آرمانی و مکاشفه فیات-شامیر، تعریف پیشگوی تصادفی، بنا نمودن انواع ساختارهای رمزنگاری در مدل پیشگوی تصادفی، ساخت ناپذیری پیشگوهای تصادفی
- پروتکل‌های رمزنگاری: پروتکلهای تصدیق هویت و توزیع کلید، پروتکلهای دو جانبه امن (شماهای تعهد، شماهای انتقال ناآگاهانه، داده کاوی پاسدار حریم خصوصی)، محاسبات چند جانبه امن
- رمزنگاری کوانتومی: ماشینهای کوانتومی و قدرت آن‌ها، تبادل کلید کوانتومی، نظریه مشبکه‌ها
- معرفی سایر مباحث: روشهای صوری در امنیت، نظریه اطلاعات، تسهیم راز، نظریه کدینگ، مدل UC، رمزنگاری تابعی، رمزنگاری کاملاً همریخت

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] Jonathan Katz and Yehuda Lindell. *Introduction to Modern Cryptography*. 3rd Edition, CRC Press, 2020.

[2] O. Goldreich. *Foundations of Cryptograph*. Volume 1: Basic Tools. Cambridge University Press, 2001.

[3] O. Goldreich. *Foundations of Cryptograph*. Volume 2: Basic Applications. Cambridge University Press, 2004.

[4] A.J. Menezes, P.C. van Oorschot, and S.A. Vanstone. *Handbook of Applied Cryptography*. CRC Press, 2001.

گرایش علم داده

عنوان درس به فارسی:	اصول و تکنیک‌ها در علم داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Principles and Techniques in Data Science		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس، آشنایی دانشجویان با مفاهیم اولیه و ابزارهای موردنیاز برای کار با مسائل مختلف در حوزه علم داده است. برای این منظور، دانشجویان با اصول و گام‌های ارائه راه‌کارهای داده‌محور هم‌چون تحلیل و مصورسازی داده‌ها، مدل‌سازی آماری و تصمیم‌گیری در شرایط نامعین آشنا می‌شوند و با به‌کارگیری این روش‌ها به صورت عملی در مسائل واقعی، با چالش‌های به‌کارگیری این روش‌ها در دنیای واقعی آشنا می‌شوند. همچنین دانشجویان با آداب مسائل اخلاقی در حوزه علم داده آشنا می‌شوند.

سرفصل‌ها

- آشنایی با چرخه عمر علم داده (تولید، جمع‌آوری و تجمیع داده‌ها)
- تمیز کردن داده
- تحلیل اکتشافی و مصورسازی داده
- آفت‌های تحلیل‌های داده (بایاس در داده‌ها، ناکافی بودن ویژگی‌ها، تشخیص همزمانی از علّیت)
- آشنایی با گام‌های مدل‌سازی (تابع هزینه، یادگیری پارامترهای مدل، پیش‌بینی، نظریه تصمیم)
- استنتاج آماری، یادگیری مدل به کمک نظریه تخمین، پیش‌بینی به کمک مدل‌های آموزش داده شده
- روش‌های دسته‌بندی و نحوه ارزیابی آن‌ها
- مقدمه‌ای بر MLOps: یادگیری انتهابه‌انتها، یادگیری مداوم، تغییر داده، تغییر مفهوم، فروشگاه ویژگی، خط‌لوله
- آداب در علوم داده (مالکیت داده و حریم خصوصی، شفافیت داده، عدم تبعیض و ...)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون: آزمون‌های میان‌نیم‌سال و پایان‌نیم‌سال (۴۰ درصد نمره)
- تمرین و پروژه: سه تمرین نظری و عملی و یک پروژه که در طول نیم‌سال تحویل داده می‌شوند (۴۰ درصد نمره).
- گزارش پژوهشی: موضوع پژوهش قبل از آزمون پایان نیم‌سال تعیین می‌شود. دانشجو کار پژوهش را با کمک استاد درس آغاز کرده و پس از انجام کار، نتیجه پژوهش را در قالب گزارش ارائه می‌دهد (۲۰ درصد نمره).

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

منابع علمی پیشنهادی

[1] J. Grus. *Data Science from Scratch*. O'Reilly, 2019.

[2] G. James, D. Witten, T. Hastie, and R. Tibshirani. *An Introduction to Statistical Learning*. Springer, 2017.

[3] W. McKinney. *Python for Data Analysis*. O'Reilly, 2012.

[4] H. Luegenbiehl and R. Clancy. *Global Engineering Ethics*. Elsevier, 2017.

[5] K. Davis. *Ethics of Big Data: Balancing risk and innovation*. O'Reilly, 2012.

عنوان درس به فارسی:	یادگیری ماشین		
عنوان درس به انگلیسی:	Machine Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

در این درس مفاهیم یادگیری ماشین مطرح شده و آشنایی با شاخه‌های مختلف این زمینه صورت گرفته و جنبه‌های مهم عملی و نظری آن معرفی خواهد شد. در شاخه‌های مختلف، تکنیک‌ها و الگوریتم‌های مهم بحث می‌شود. در حوزه یادگیری با نظارت، رگرسیون و دسته‌بندی مورد بررسی قرار خواهند گرفت و روش‌های حل این مسائل و ارزیابی مدل‌ها معرفی خواهد شد. برای دسته بندی، انواع دیدگاه‌ها و الگوریتم‌های مربوطه مطرح می‌شود. در بخش یادگیری بدون نظارت، در مورد تخمین چگالی، کاهش ابعاد بدون نظارت و خوشه‌بندی صحبت خواهد شد. در نهایت آشنایی مختصری با یادگیری تقویتی صورت خواهد گرفت.

سرفصل‌ها

- مقدمه: مباحث پایه و رویکردهای مختلف یادگیری
- رگرسیون: بیش‌برازش، رگرسیون خطی و غیرخطی، رگرسیون آماری، منظم سازی و مصالحه بایاس و واریانس
- دسته‌بندی: دسته‌بندی چند دسته‌ای، قاعده محور، احتمالاتی: تئوری تصمیم، رگرسیون لجستیکی
- دسته‌بندی تمایزی: جداساز فیشر، ماشین بردار پشتیبان
- درخت تصمیم: آنتروپی و بهره اطلاعات، الگوریتم ID3، C4.5 و هرس درخت تصمیم
- روش‌های تخمین پارامتر: MLE، Bayesian و EM
- کاهش ابعاد: تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA)، تحلیل همبستگی متعارف (CCA)
- خوشه‌بندی: روش‌های افرازی، سلسله مراتبی، مبتنی بر چگالی و طیفی
- ارزیابی و تنظیم کردن مدل‌ها: اعتبار سنجی متقابل، انتخاب مدل و انتخاب ویژگی
- روش‌های یادگیری مبتنی بر نمونه: تخمین چگالی غیرپارامتری، دسته‌بندی k نزدیکترین همسایه
- یادگیری جمعی: boosting، adaboost، bagging
- یادگیری تقویتی: فرایند تصمیم مارکوف، روش‌های مبتنی بر مدل و بی‌مدل، الگوریتم سارسا، یادگیری کیو

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۶۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] K. Murphy. *Machine Learning: A probabilistic Perspective*. MIT Press, 2013.

[2] C. M. Bishop. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, 2006.

[3] E. Alpaydin. *Introduction to Machine Learning*. MIT Press, 2020.

عنوان درس به فارسی:	تحلیل آماری داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Statistical Data Analysis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

این درس به ارائه پایه‌های نظری و عملی آماری لازم برای تحلیل داده‌ها می‌پردازد.

سرفصل‌ها

- آشنایی با احتمالات
- آشنایی با آمار
- تخمین و انواع آن (نقطه‌ای، بازه‌ای، و بیشینه درست‌نمایی)
- تست فرضیه و انواع خطاهای آن
- رگرسیون خطی
- تحلیل واریانس
- روش‌های بدون پارامتر مانند تست Wilcoxin signed-ranked و Kruskal-Wallis
- آمار و استنتاج بیزی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌های نظری: ۳ نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۱۵ نمره
- آزمونک‌ها: ۲ نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] R. Walpole, R. Myers, S. Myers, and K. Ye. *Probability & Statisticsfor Engineers & Scientists*. 9th Edition, Pearson, 2016.

[2] A. Tamhane and D. Dunlop. *Statistics and Data Analysis: From Elementary to Intermediate*. Pearson; 1999.

[3] G. Casella and R. L. Berger. *Statistical Inference, Cengage Learning*. 2nd Edition, Cengage Learning, 2001.

عنوان درس به فارسی:	مصورسازی داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Data Visualization		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

در این درس، دانشجویان با اصول و مفاهیم مصورسازی داده و لزوم و اهمیت آن در درک و تحلیل داده‌ها آشنا می‌شوند. همچنین با برخی روش‌های پایه‌ای برای مصورسازی اطلاعات پیچیده آشنا خواهند شد.

سرفصل‌ها

- مفهوم مصورسازی داده و دلایل استفاده از آن
- انواع داده‌ها و سطوح مختلف انتزاع داده
- نقش نشانه‌ها و کانال‌ها در مصورسازی داده
- قواعد کلیدی در مصورسازی
- ترتیب جدولی داده‌ها (جداسازی، مرتب‌کردن و تراز کردن)
- نمایش داده‌های مکانی (زمینه‌های عددی، برداری و تانسوری)
- شبکه‌ها و درخت‌ها
- رنگ‌ها و سایر کانال‌ها
- تغییر نمایش در طول زمان و نمایش‌های چندگانه
- کاهش عناصر و ویژگی‌ها

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌های نظری: ۳ نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۱۵ نمره
- آزمونک‌ها: ۲ نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] T. Munzner. *Visualization Analysis and Design*. CRC Press, 2015.

[2] C. Tominski and H. Schumann. *Interactive Visual Data Analysis*. A K Peters, 2020.

[3] N. Bremer and S. Wu. *Making with Data: Physical Design and Craft in a Data-Driven World*. CRC Press, 2022.

[4] K. Sosulski. *Data Visualization Made Simple: Insights into Becoming Visual*. Routledge, 2018.

[5] S. Murray. *Interactive Data Visualization for the Web*. O'Reilly Media, 2017.

عنوان درس به فارسی:	پردازش کلان‌داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Big Data Processing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس، آشنا کردن دانشجویان کارشناسی ارشد و دکترا با مفاهیم و مسائل مطرح در زیرساخت‌های مرتبط با ذخیره‌سازی و مدیریت داده‌های بزرگ است. تمامی مفاهیم مطرح در این درس به صورت ملموس و عملی تدریس می‌شود و از دانشجویان خواسته می‌شود که زیرساخت‌های تدریس‌شده را راه‌اندازی کرده و با آن‌ها به صورت عملی کار کنند. به منظور همگرایی بهتر سعی شده است از هر مفهوم زیرساختی، یک فناوری عملی از آن نیز انتخاب شود و در حین آموزش مفاهیم تدریس گردد. به منظور راحتی بیشتر و همچنین یکپارچگی آسان‌تر، همه فناوری‌های از پشته Apache و Hadoop انتخاب شده‌اند.

سرفصل‌ها

- مروری عملی بر سیستم عامل
- مروری بر پایگاه‌های داده به صورت عملی
- ماشین‌های مجازی و فناوری کانتینر
- مفاهیم مرتبط با سیستم عامل در تحلیل داده‌های حجیم (مانند Hadoop و MapReduce)
- جریان‌های کاری در Hadoop
- محاسبات داخل حافظه‌ای و Spark
- انبارهای داده و کاوش آن‌ها در Hive و HBase
- یکپارچگی داده (با Sqoop و Flume)
- تحلیل داده با APIهای لایه بالاتر (با Pig، Spark SQL و DataFrame)
- مقدمه‌ای بر یادگیری ماشین توزیع‌شده با Spark

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون: آزمون‌های میان‌نیم‌سال و پایان‌نیم‌سال (۴۰ درصد نمره)
- تمرین و پروژه: سه تمرین تئوری و یک پروژه عملی که در طول نیم‌سال تحویل داده می‌شوند (۴۰ درصد نمره).
- گزارش پژوهشی: موضوع پژوهش قبل از آزمون پایان‌نیم‌سال تعیین می‌شود. دانشجو کار پژوهش را با کمک استاد درس آغاز کرده و پس از انجام کار، نتیجه پژوهش را در قالب گزارش ارائه می‌دهد (۲۰ درصد نمره).

منابع علمی پیشنهادی

[1] B. Bengfort and J. Kim. *Data analytics with Hadoop: an introduction for data scientists*. O'Reilly, 2016.

عنوان درس به فارسی:	روش‌های بهینه‌سازی		
عنوان درس به انگلیسی:	Optimization Methods		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، مروری بر روشهای بهینه‌سازی ریاضی برای مدل‌سازی و حل مسائل مطرح در حوزه شبکه‌های کامپیوتری و ارتباطات بی سیم (به ویژه مسائل تخصیص منابع) است. تأکید اصلی بر **بهینه‌سازی محدب** می‌باشد که زیرشاخه‌ای از بهینه‌سازی است و به مطالعه مسئله بهینه‌سازی توابع محدب روی مجموعه‌های محدب می‌پردازد. محدب بودن، بهینه‌سازی را نسبت به حالت کلی آسان‌تر می‌کند، زیرا در این حالت، بهینه محلی الزاماً با بهینه سراسری تطابق دارد و شرایط مرتبه اول برای بهینگی، شرایط کافی محسوب می‌شوند. توجه ویژه‌ای به تکنیک‌های کشف محدب بودن پنهان مسائل از طریق دستکاری‌های مناسب و نیز توصیف مناسب راه‌حل به صورت تحلیلی یا الگوریتمی خواهد شد.

سرفصل‌ها

- مقدمه، مبانی و مفاهیم پایه تخصیص منابع (سودمندی، کارایی مهندسی، کارایی اقتصادی، بهینگی پرتو، انصاف و انواع آن)
- مجموعه‌ها و توابع محدب، توابع شبه محدب، توابع لاگ محدب و لاگ مقعر
- اشکال کانونی مسائل بهینه‌سازی (خطی، مربعی، نیمه معین، مخروطی مرتبه دوم، مخروطی، مثال‌های شبکه‌ای: تخصیص توان max-min fair)
- نزول گرادیان، اثبات همگرایی و الگوریتم‌های مرتبط (روش‌های بهینه‌سازی تکرارشونده قطعی و تصادفی)
- ساب گرادیان و ساب دیفرانسیل
- نظریه دوگانی و شرایط کاروش-کون-توکر (KKT) (شرایط بهینگی) (مثال‌های شبکه‌ای: الگوریتم آبیاری برای تخصیص توان)
- توابع مزدوج، تجزیه مسائل محدب، الگوریتم‌های صعود دوگان، یگان-دوگان، ADMM.
- بهینه‌سازی توزیع‌شده
- مقدمه‌ای بر بهینه‌سازی غیرمحدّب
- مقدمه‌ای بر مکانیزم‌های قیمت‌گذاری برای تخصیص منابع در شبکه (طراحی بازار و بهینه‌سازی)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۶۰ درصد نمره
- پروژه: ۲۰ درصد نمره



منابع علمی پیشنهادی

[1] R. Srikant and L. Ying. *Communication Networks: An Optimization, Control, and Stochastic Networks Perspective*. Cambridge University Press, 2013.

[2] S. P. Boyd and V. Lieven. *Convex Optimization*. Cambridge University Press, 2004.

[3] R. A. Berry and R. Johari. *Economic Modeling in Networking: A Primer*. Foundations and Trends in Networking, Vol. 6, No. 3, pp. 165-286, 2013.

[4] S. Shakkottai and R. Srikant. *Network Optimization and Control*. Foundations and Trends in Networking, Vol. 2, No. 3, pp 271-379, 2008.

[5] M. J. Neely. *Stochastic Network Optimization with Application to Communication and Queueing Systems*. Synthesis Lectures on Communication Networks, Morgan & Claypool Publishers, 2010.

عنوان درس به فارسی:	یادگیری عمیق		
عنوان درس به انگلیسی:	Deep Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با مفاهیم و اصول رایانش عصبی و کاربرد این رویکرد در حل انواع مسائل است. این درس علاوه بر آموزش مفاهیم اصلی رایانش عصبی، بر روی شبکه‌های عمیق و جدیدترین یافته‌ها در این زمینه تمرکز خواهد کرد.

سرفصل‌ها

- معرفی رایانش عصبی: تعریف و انگیزه، تاریخچه، روش‌های پیاده‌سازی، کاربردها
- شبکه‌های جلورو: گراف شبکه، واحدهای پردازشگر پرسپترون و آدالین، شبکه‌های چندلایه، قدرت حفظ و تعمیم
- شبکه‌های جلورو: قانون پس‌انتشار خطا، روش‌های مختلف آموزش شبکه، کاربرد در پیش‌بینی سری‌های زمانی
- یادگیری رقابتی و نقشه ویژگی خودسازمانده، نقشه‌های ویژگی خودسازمانده متکامل شونده
- شبکه پیچشی و توسعه‌های آن، شبکه باقیمانده‌ای، شبکه متراکم
- شبکه‌های خودکدگذار: شبکه‌های خودکدگذار پایه، تنظیم شده، تنک، نویزگیر، نویزگیر پشته‌ای و انقباضی
- مدل‌های مولد: شبکه خودکدگذار تغییراتی، شبکه مولد تقابلی، مدلهای پخشی
- شبکه‌های بازرخدادی: واحد بازرخدادی معمولی، حافظه کوتاه-مدت بلند، واحد بازرخدادی دروازه‌دار
- شبکه‌های بازرخدادی: معماری‌ها، شبکه‌های المن، جردن، بازگشتی کامل، کاربرد در پیش‌بینی سری‌های زمانی
- ماشین بولتزمن و توسعه‌های آن: ماشین بولتزمن، ماشین بولتزمن محدود، شبکه‌های باور عمیق
- مکانیزم توجه: انواع توجه، مدل ترانسفورمر، برت، جی-پی-تی
- یادگیری تقویتی عمیق: معرفی یادگیری تقویتی، شبکه‌های عصبی عمیق در یادگیری تقویتی، کاربردهای نمونه

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمر ین‌ها و پروژه‌ها: ۵۰ درصد نمره
- گزارش مطالعاتی: ۲۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۳۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville. *Deep Learning*. MIT Press, 2016.

[2] A. Zhang, Z. C. Lipton, M. Li and A. J. Smola. *Dive into Deep Learning*. 2021.

[3] S. Samarasinghe. *Neural Networks for Applied Sciences and Engineering*. Taylor & Francis, 2006.

[4] S. Haykin. *Neural Networks and Learning Machines*. Prentice-Hall, 2009.

عنوان درس به فارسی:	مبانی نظری علم داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Theoretical Foundations of Data Science		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی با مفاهیم و مبانی نظری علم داده است. این مبانی از جنبه‌های مختلفی همانند هندسه ابعاد بالا، کاهش بعد داده‌های با ابعاد بالا، قدم زنی تصادفی و زنجیره مارکوف، گراف‌های تصادفی همچنین در خصوص جنبه‌های مهم ارزیابی و تحلیل این سیستم‌ها بحث خواهد شد.

سرفصل‌ها

- مقدمه
- فضاهای دارای ابعاد بالا
- تخمین توزیع برای داده‌های با ابعاد بالا
- روش‌های مختلف کاهش بعد
- زنجیره مارکوف و قدم‌زنی تصادفی
- همگرایی زنجیره مارکوف
- گراف تصادفی و تحلیل شبکه‌های اجتماعی
- مدل‌سازی موضوعی
- روش‌های مختلف تجزیه ماتریس
- روش‌های طیفی در خوشه‌بندی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌های نظری: ۳ نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۱۵ نمره
- آزمونک‌ها: ۲ نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. Blum, J. Hopcroft and R. Kannan. *Foundations of Data Science*. Cambridge University Press, 2020.

عنوان درس به فارسی:	تحلیل سری‌های زمانی		
عنوان درس به انگلیسی:	Time Series Analysis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

بسیاری از نیازمندی‌های دنیای واقعی را می‌توان به صورت فرایندهای تصادفی مدل‌سازی کرد. در این مسائل، انواع تحلیل، مانند توصیف، پیش‌بینی کمک شایانی به تصمیم‌گیری‌های هوشمند می‌کند. در این درس، با انواع سری‌های زمانی و کاربردهای آن و همینطور تحلیل‌های مرتبط آشنا می‌شویم.

سرفصل‌ها

- مرور آمار و احتمال و فرایندهای تصادفی
- مقدمات سری‌های زمانی (مدل‌های اولیه و تابع خودهمبستگی)
- آشنایی با مدل‌های متوسط متحرک خود رگرسیون (ARMA) و ARIMA
- مدل‌های فصلی (seasonal)، روش‌های نرم کردن (smoothing) و تجزیه (Decomposition)
- تحلیل مداخله (Intervention Analysis)
- تحلیل داده‌های Longitudinal
- مدل‌های خود رگرسیون برداری و مدل ARCH
- روش‌های تحلیل غیرپارامتری و تخمین طیفی توزیع
- مدل‌های حافظه‌دار ARIMA
- روش‌های یادگیری ماشین مرتبط (مانند CNN، LSTM و ترنسفرمرها)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌های نظری: ۳ نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۱۵ نمره
- آزمونک‌ها: ۲ نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] R. H. Shumway and D. S. Stoffer. *Time Series Analysis and Its Applications With R Examples*. 4th Edition, Springer, 2012.

عنوان درس به فارسی:	امنیت و حریم خصوصی داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Data Security and Privacy		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

این درس دربرگیرنده موضوعات مربوط به امنیت و حریم خصوصی داده است. برای این منظور، مدل‌ها و معماری رابطه‌ای امن و نیز رویه‌های صحت و محرمانگی اطلاعات در پایگاه‌های داده بیان می‌شوند. همچنین، چالش‌های جدید مانند استنتاج داده، حریم خصوصی داده، و راه‌کارهای مربوط به آن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: مقدمه‌ای بر پایگاه‌های داده، نیازها و مکانیزمهای امنیت داده، انواع مدل‌های امنیتی
- کنترل دسترسی اختیاری داده‌ها: روش‌های پایه ماتریسی، کنترل دسترسی Take-Grant، مدل اعطای اختیار در System R و گسترش آن،
- کنترل دسترسی در پایگاه‌داده‌های جدید: شیءگرا (مدل ORION)، XML و NoSQL
- کنترل دسترسی اجباری پایگاه داده‌ها: مدل رابطه‌ای امن چندسطحی، مدل جاجودیا- سندهو
- مدل‌های کنترل دسترسی نقش-مبنا و مدیریت آن‌ها: انواع مدل‌های نقش-مبنا، مدل مدیریت کنترل دسترسی نقش-مبنا
- پایگاه‌های داده آماری و مسئله استنتاج داده: انواع استنتاج، مدل، انواع حملات استنتاج و روشهای مقابله (مفهومی، محدودساز، اعوجاج گرا)
- حریم خصوصی: تعریف و ماهیت، انواع، اصول، پایگاه داده بقراطی
- مدل‌های گمنامی برای حریم خصوصی: حملات استنتاج در انتشار داده (مدل گمنامی مرتبه k، حملات به مدل گمنامی مرتبه k، مدل گمنامی تنوع مرتبه L، حریم خصوصی تفاضلی
- حریم خصوصی در شبکه‌های اجتماعی و سرویس‌های مکان محور
- طراحی پایگاه داده امن: معماری‌های DBMS امن، مکانیزم‌ها و مدل‌های صحت
- امنیت در محصولات تجاری

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. G. Fugini, S. Castano, and G. Martella. *Database Security*. ACM Press, 1994.

[2] M. Gertz, S. Jajodia. *Handbook of Database Security: Applications and Trends*. Springer, 2007.

[3] M. Abrams, S. Jajodia, H. Podell. *Information Security: An Integrated Collection of Essays*. IEEE Computer Society Press, 1995.

[4] D. Denning. *Cryptography and Data Security*. Addison-Wesley, 1982.

[5] E. Bertino, G. Ghinita and A. Kamra. *Access Control for Databases: Concepts and Systems*. Foundations and Trends in Databases: Vol. 3: No. 1-2, pp 1-148, 2011.

عنوان درس به فارسی:	پردازش زبان‌های طبیعی		
عنوان درس به انگلیسی:	Natural Language Processing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با روش‌های ایجاد توانایی فهم زبان طبیعی در محیط کامپیوتر است. از سیستم‌های مبتنی بر پردازش زبان می‌توان به سیستم‌های پرسش و پاسخ، تحلیل احساس، استخراج اطلاعات، ترجمه ماشینی، و خلاصه‌سازی متون اشاره کرد. مهم‌ترین گام در راستای طراحی چنین سیستم‌هایی آشنایی با روش‌های پردازش زبان طبیعی است که بیشتر بر مبنای الگوریتم‌های آماری عمل می‌کنند. در این درس، به معرفی روش‌های پردازش زبان طبیعی از جمله برچسب‌زنی اجزای کلام، تجزیه نحوی زبان، تشخیص موجودیت‌های نامدار، تحلیل معنایی، برچسب‌گذاری نقش معنایی، و تشخیص موضوع پرداخته خواهد شد.

سرفصل‌ها

- آشنایی با مفاهیم اولیه پردازش زبان طبیعی
- پیش‌پردازش متن: واحدسازی، بهنجارسازی، ریشه‌یابی، بن‌واژه‌سازی، تصحیح خطای املایی
- مدل‌های زبانی: مدل‌های زبانی احتمالاتی و عصبی، ارزیابی مدل‌های زبانی
- بازنمایی متن: بازنمایی مبتنی بر واژه، بازنمایی ایستای کلمات مبتنی بر جبر خطی و شبکه عصبی
- دسته‌بندی و خوشه‌بندی متن
- مدل‌سازی دنباله‌ای متن: مدل مخفی مارکوف، میدان تصادفی شرطی، مدل‌سازی عصبی دنباله‌ای
- برچسب‌زنی اجزای کلام و تشخیص موجودیت‌های نامدار
- مدل‌های دنباله‌به‌دنباله: مدل‌های کدگذار-کدگشا، مکانیزم توجه، مبدلها
- بازنمایی پویا مبتنی بر بافت و مدل‌های زبانی بزرگ
- تجزیه نحوی زبان: تجزیه نحوی و آماری مبتنی بر سازه، تجزیه وابستگی
- تحلیل معنایی متن: رفع ابهام معنایی کلمات، برچسب‌گذاری نقش معنایی
- سامانه‌های کاربردی: تحلیل احساس، ترجمه و خلاصه‌سازی متون، پرسش و پاسخ، سامانه‌های مکالمه‌محور

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۷۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Jurafsky and J. Martin, *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition*. 3rd Edition (draft), 2025.

[2] Yoav Goldberg. *A Primer on Neural Network Models for Natural Language Processing*. 2015.

عنوان درس به فارسی:	یادگیری تقویتی عمیق		
عنوان درس به انگلیسی:	Deep Reinforcement Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی با یادگیری تقویتی عمیق است. در این درس ابتدا مدل‌های مارکوف معرفی میشوند و سپس روش‌های مبتنی بر سیاست، توابع ارزش و عامل و نقاد مورد بررسی قرار میگیرند.

سرفصل‌ها

- تئوری مارکوف
- یادگیری تقلیدی
- چارچوب یادگیری تقویتی عمیق
- یادگیری تقویتی عمیق مبتنی بر سیاست
- یادگیری تقویتی عمیق مبتنی بر عامل و نقاد
- یادگیری تقویتی عمیق مبتنی بر توابع ارزش
- یادگیری تقویتی عمیق مبتنی بر مدل
- روش‌های اکتشاف در یادگیری تقویتی عمیق
- یادگیری تقویتی عمیق معکوس
- یادگیری تقویتی عمیق غیر برخط

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] R. S. Sutton and A. G. Barto. *Reinforcement Learning: An Introduction*. 2nd ed., The MIT Press 2018.

[2] S. Ravichandiran. *Deep Reinforcement Learning with Python*. 2nd ed., Packt Publishing 2020.

عنوان درس به فارسی:	یادگیری ماشین مقیاس‌پذیر		
عنوان درس به انگلیسی:	Scalable Machine Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

با توجه به افزایش دادگان حجیم و نیاز بسیاری از مدل‌های یادگیری ماشین به دادگان بزرگ برای یادگیری، نیازمند چارچوب‌هایی هستیم که امکان استفاده از روش‌های یادگیری ماشین برای این نوع دادگان را فراهم کند. در این درس، اصول و مفاهیم یادگیری ماشین توزیع‌شده و موازی و همینطور ابزارهای موجود برای پیاده‌سازی این مفاهیم را معرفی می‌کنیم.

سرفصل‌ها

- مفاهیم اولیه محاسبات توزیع‌شده
- مروری بر Spark و آشنایی با دادگان توزیع‌شده قابل بازیابی (Resilient Distributed Dataset)
- کاربرد Spark در یادگیری ماشین
- کتابخانه Spark MLlib و پایداری مدل (Model Persistence)
- روش‌های یادگیری با ناظر توزیع‌شده مانند XGBoost توزیع‌شده
- روش‌های بدون ناظر توزیع‌شده مانند k-means توزیع‌شده
- تحلیل داده‌های مبتنی گراف مقیاس‌پذیر و آشنایی با GraphX
- روش‌های یادگیری متحد (Federated Learning)
- یادگیری ژرف توزیع‌شده و موازی و Distributed Data Parallel در Pytorch

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌های نظری: ۳ نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۱۵ نمره
- آزمونک‌ها: ۲ نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] B. Quinto. *Next-Generation Machine Learning with Spark*. Apress, 2020.

[2] R. Bekkerman, M. Bilenko, and J. Langford. *Scaling Up Machine Learning : Parallel and Distributed Approaches*. Cambridge University Press, 2012.

عنوان درس به فارسی:	سامانه‌های تحلیل تعاملی داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Interactive Data Analysis Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		☑ نظری ☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	–		☐ عملی ☐ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳		☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با سامانه‌های تحلیل تعاملی داده است. این سامانه‌ها داده‌های مورد نیاز کاربران را جمع‌آوری و تجمیع کرده و اطلاعات و دانش موردنیاز کاربران را با تحلیل این داده‌ها و ارائه نمایش‌های مختلف، عرضه می‌کنند. برای تولید این سامانه‌ها بایستی نکاتی در نظر گرفته شود که این درس به بیان این نکات می‌پردازد.

سرفصل‌ها

- مقدمه (استخراج نیازمندی‌های داده‌ای و تبدیل داده‌ها به پاسخ)
- جمع‌آوری داده‌ها (انواع مختلف ورودی‌ها، APIها و قالب‌های داده)
- نمونه‌برداری و سوگیری در جمع‌آوری داده
- تمیزسازی داده و کیفیت داده
- ابزارها برای تحلیل داده (شامل EDA، تبدیل‌ها و یادگیری ماشین قابل استفاده)
- چارچوب نمایش و فرایند طراحی آن
- نمایش داده‌های بزرگ
- توسعه نمایش طراحی‌شده (نمایش داده، تعامل، نشان‌گذاری و ترکیب‌بندی)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌های نظری: ۳ نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۱۵ نمره
- آزمونک‌ها: ۲ نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] L. Arge. *External memory geometric data structures*. Lecture notes, 2005.

[2] A. Kirk. *Data visualisation: A handbook for data driven design*. Sage, 2016.

[3] C. N. Knaflic. *Storytelling with data: A data visualization guide for business professionals*. John Wiley & Sons, 2015.

عنوان درس به فارسی:	اصول برنامه‌سازی مقیاس‌پذیر		
عنوان درس به انگلیسی:	Principles of Scalable Programming		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس، آشنا کردن دانشجویان کارشناسی ارشد و دکترا با الگوها و پارادایم‌های برنامه‌نویسی مقیاس‌پذیر و با کارایی بالا برای ساخت سیستم‌های مقیاس بالا است. این الگوها باید به صورت عملی در یک یا چند زبان برنامه‌نویسی به دانشجویان تدریس شود که زبان پیشنهادی اسکالا است.

سرفصل‌ها

- بحثی بر مقیاس‌پذیری در زبان‌های برنامه‌سازی (جمع‌اوری زباله، نوع دسترسی به حافظه، استثنائات، و ...)
- پشتیبانی از انواع تجریدها (ماژول، شی‌گرایی، برنامه‌نویسی تابعی و ....)
- برنامه‌نویسی و طراحی تابعی
- برنامه‌نویسی همزمان و جمع‌اوری دیتا موازی
- برنامه‌نویسی واکنشی
- برنامه‌نویسی توزیع‌شده
- مدل اکتور و سکوی akka
- پردازش جریانی داده

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون: آزمون‌های میان‌نیم‌سال و پایان‌نیم‌سال (۴۰ درصد نمره)
- تمرین و پروژه: سه تمرین تئوری و یک پروژه عملی که در طول نیم‌سال تحویل داده می‌شوند (۴۰ درصد نمره).
- گزارش پژوهشی: موضوع پژوهش قبل از آزمون پایان‌نیم‌سال تعیین می‌شود. دانشجو کار پژوهش را با کمک استاد درس آغاز کرده و پس از انجام کار، نتیجه پژوهش را در قالب گزارش ارائه می‌دهد (۲۰ درصد نمره).

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. Vanier. *Scalable computer programming languages*. 2008.

[2] M. Odersky, L. Spoon, and B. Venners. *Programming in Scala: Updated for Scala 2.12.*. Third Edition, Artima Incorporation, 2016.

[3] A. Prokopec. *Learning Concurrent Programming in Scala*. Packt Publishing Ltd, 2017.

[4] P. Chiusano and R. Bjarnason. *Functional programming in Scala*. Simon and Schuster, 2014.

عنوان درس به فارسی:	معماری سیستم‌های کلان‌داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Architecture of Big-Data Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس، آشنا کردن دانشجویان کارشناسی ارشد و دکترا با مفاهیم و مسائل مطرح در طراحی و ساخت سامانه‌های بزرگ مبتنی بر داده هستند. عموم این سامانه‌ها با حجم بزرگی از داده‌ها سر و کار دارند که انواع مختلفی دارند. در این درس نحوه حل مسائل و چالش‌های مختلفی که در این سامانه‌ها اتفاق می‌افتند آموزش داده می‌شوند.

سرفصل‌ها

- سیستم‌های قابل اطمینان، مقیاس‌پذیر و قابلیت نگهداری
- مدل‌های داده و زبان‌های پرس و جو مانند NoSQL و ...
- ذخیره‌سازی و بازیابی به کمک انواع ساختارهای داده
- کدگذاری (به کمک XML، JSON و ...) و تکامل در جریان داده‌ها
- تکثیر: رهبران و پیروان، تأخیر تکثیر، تکثیر با چند رهبر، تکثیر بدون رهبر
- تقسیم‌بندی: ارتباط با تکثیر، داده‌های کلید-مقدار، نمایه‌سازی‌های ثانویه، و ...
- تراکنش‌ها: سطوح ضعیف ایزوله‌سازی و قابلیت سریال‌سازی (اجرای سریال واقعی، PL۲، SSI)
- مشکلات سامانه‌های توزیع‌شده، ثبات و اجماع: ضمانت‌های ثبات، خطی‌سازی سیستم‌ها، ضمانت سفارش و ...
- پردازش دسته‌ای و جریانی
- سایر مباحث مهم مانند CI/CD و DevOps

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون: آزمون‌های میان‌نیم‌سال و پایان‌نیم‌سال (۴۰ درصد نمره)
- تمرین و پروژه: سه تمرین تئوری و یک پروژه عملی که در طول نیم‌سال تحویل داده می‌شوند (۴۰ درصد نمره).
- گزارش پژوهشی: موضوع پژوهش قبل از آزمون پایان‌نیم‌سال تعیین می‌شود. دانشجو کار پژوهش را با کمک استاد درس آغاز کرده و پس از انجام کار، نتیجه پژوهش را در قالب گزارش ارائه می‌دهد (۲۰ درصد نمره).

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. Kleppmann. *Designing data-intensive applications: The big ideas behind reliable, scalable, and maintainable systems*. O'Reilly, 2017.

عنوان درس به فارسی:	تحلیل شبکه‌های پیچیده		
عنوان درس به انگلیسی:	Complex Networks Analysis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با تکنیک‌های تحلیل و پردازش داده‌های گرافی و شبکه‌ای پیچیده می‌باشد. در این درس، شبکه‌های پیچیده و انواع آن‌ها به صورت نظری و تجربی تحلیل می‌گردند. همچنین مسائل مختلف مرتبط، از قبیل مدل‌های تصادفی، بیشینه‌سازی تاثیر، بهینه‌سازی انتشار، فرایندهای شکل‌گیری، تحلیل پیوندها، ساختار جوامع و خوشه‌بندی، پیش‌بینی پیوندها و یادگیری بازنمایی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: معرفی شبکه‌های پیچیده، کاربردها و مثال‌ها، آشنایی با روش‌های ساده تحلیل شبکه‌های پیچیده.
- مدل گراف تصادفی و تجزیه و تحلیل نظری و تجربی جنبه‌های گوناگون آن از قبیل توزیع درجه، جزء غول‌پیکر، ضریب خوشه‌بندی و قطر.
- پدیده دنیای کوچک، مدل‌های دنیای کوچک، تجزیه و تحلیل نظری و عملی مدل‌ها.
- رفتار آبشاری اطلاعات در شبکه‌های پیچیده، بیشینه کردن تاثیر در شبکه‌های پیچیده، بهینه‌سازی submodular.
- کشف شیوع در شبکه‌های پیچیده، الگوریتم CELF.
- فرایندهای تشکیل شبکه‌های پیچیده، توزیع درجه توانی، اتصال ترجیحی و تحلیل نظری و تجربی آن.
- تجزیه و تحلیل ساختار پیوندها، الگوریتم HITTS، الگوریتم رتبه صفحه، الگوریتم رتبه صفحه شخصی‌شده، کاربردها.
- قدرت روابط ضعیف، ساختار انجمن‌ها و خوشه‌ها در شبکه‌های پیچیده، الگوریتم گیروان نیومن، پیمانگی، الگوریتم‌های طیفی برای خوشه‌بندی شبکه‌های پیچیده، تحلیل نظری، بهینه‌سازی پیمانگی سریع.
- انجمن‌ها و خوشه‌های همپوشان در شبکه‌های پیچیده، نمودار NCP، الگوریتم CPM، الگوریتم AGM.
- پیش‌بینی پیوند در شبکه‌های پیچیده، روش‌های مبتنی بر یادگیری، روش‌های مبتنی بر معیارهای نزدیکی.
- یادگیری بازنمایی در شبکه‌های پیچیده، الگوریتم deepwalk، الگوریتم node2vec.
- شبکه‌های عصبی گرافی و معماری‌های مختلف آن‌ها، استنتاج ساختار شبکه‌های پیچیده.

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Easley and J. Kleinberg. *Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World*. Cambridge University Press, 2010.

[2] T. Christiano Silva and L. Zhao. *Machine Learning in Complex Networks*. Springer, 2016.

[3] M. Newman. *Networks*. Oxford University Press, 2018.

عنوان درس به فارسی:	تحلیل داده‌های زیستی		
عنوان درس به انگلیسی:	Biological Data Analysis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با الگوریتم‌های موجود برای تحلیل داده‌های حجیم زیستی است. این موارد شامل آماده‌سازی کتابخانه، توالی‌یابی‌های دنا و رنا، تحلیل برهم‌کنش دنا و پروتئین و روش‌های تک‌سلولی است.

سرفصل‌ها

- آماده‌سازی کتابخانه
- توالی‌یابی دنا: برهم نهی تمام ژنوم، برهم نهی تمام اگزون و phase کردن
- توالی‌یابی رنا
- یافتن شبکه‌های تنظیمی بیان ژن
- تحلیل برهم کنش دنا و پروتئین
- روش ChIP-Seq
- روش ATAC-Seq
- یافتن متیف‌ها
- روش‌های تک‌سلولی و تحلیل داده‌ها در آن‌ها

منابع علمی پیشنهادی

[1] C. Q. Ye (ed). *Big data analysis for bioinformatics and biomedical discoveries*. CRC Press, 2016.

عنوان درس به فارسی:	تحلیل داده‌های چندرسانه‌ای		
عنوان درس به انگلیسی:	Multimedia Data Analysis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

در این درس دانشجویان با پردازش صدا و گفتار، فایل‌های چندرسانه‌ای، پردازش سیگنال چندوجهی، و بازیابی ویدئو در مقیاس بزرگ آشنا خواهند شد. دانشجویان جنبه‌های یک سیستم جستجوی چندرسانه‌ای پیشرفته را درک کرده و با الگوریتم‌های یادگیری ژرف برای بازیابی اطلاعات، تشخیص گفتار و پردازش صدا، پردازش تصویر و ویدئو آشنا شده و پیچیدگی‌های مدیریت حجم زیادی از داده‌های چندرسانه‌ای ناهمگن را تجربه خواهند کرد. آن‌ها تجربه عمیق و عملی با برخی از الگوریتم‌های درگیر در پردازش (تشخیص و یا سنتز) و همجوشی چندوجهی خواهند داشت.

سرفصل‌ها

- مقدمه و کاربردها؛ مشکلات و روش تحقیق چندرسانه‌ای
- معرفی ابزارهای مدل سازی و پردازش چندرسانه‌ای‌ها (صوت، متن، تصویر و ویدیو)
- پردازش تصویر و ویدئو در مقیاس بزرگ
- همجوشی داده‌های چندرسانه‌ای
- مقیاس پذیری چندرسانه‌ای
- چندرسانه‌ای در حقوق بشر، امنیت عمومی، و اخلاق
- یادگیری عمیق چندرسانه‌ای: خود نظارتی چندرسانه‌ای، ترانسفورماتورهای بصری
- سیستم‌های سوالات-پاسخ‌های چندرسانه‌ای
- جستجوی چندرسانه‌ای
- استفاده از بینایی و زبان برای تولید تصویر: شبکه متخاصم تولیدکننده متن به تصویر و ویدیو

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها: ۳ نمره
- آزمونک‌ها: ۲ نمره
- پروژه: ۷ نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۸

منابع علمی پیشنهادی

[1] S. Vrochidis, B. Huet, E. Y. Chang, and I. Kompatsiaris. *Big Data Analytics For Large-Scale Multimedia Search*. Wiley & Sons, 2019.

[2] E. Chang. *Foundations of Large-Scale Multimedia Information Management and Retrieval*. Springer, 2011.

[3] S. Zhao, M. Xu, Q. Huang, and B. W. Schuller. *Introduction to the Special Issue on MMAC: Multimodal Affective Computing of Large-Scale Multimedia Data*. IEEE Multimedia, 2021.

عنوان درس به فارسی:	تحلیل داده‌های مکانی		
عنوان درس به انگلیسی:	Spatial Data Analysis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با داده‌ساختارها و الگوریتم‌های کارا برای ذخیره‌سازی، پردازش و تحلیل داده‌های مکانی است. موضوعات ارائه‌شده در این درس در کاربردهای مختلف از جمله سامانه‌های مکان‌محور، سامانه‌های ناوبری و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- داده‌های مکانی: نقاط، سطوح، چندضلعی‌ها
- اندازه‌گیری، دقت، خطا
- ذخیره‌سازی و بازیابی: ساختمان داده‌های مکانی، جستجوی بازه‌ای، مکان‌یابی و پنجره‌بندی
- پردازش داده‌های مکانی مانند اندازه‌گیری فاصله، محیط و مساحت، محاسبه‌ی پوسته‌ی محدب و یافتن نزدیک‌ترین نقاط
- تحلیل داده‌های مکانی مانند یافتن مرکز، میانه، عمق توکی، خوشه‌بندی، برازش اشکال
- روش‌های برنامه‌ریزی خطی
- نقشه‌های جغرافیایی (ذخیره‌سازی و عملیات پایه و ترکیب لایه‌های مختلف نقشه و تحلیل داده‌های نقشه)
- نقشه‌های سه‌بعدی و رویه‌ها
- شبکه‌های نامنظم مثلث‌بندی‌شده
- نمونه‌برداری، درون‌یابی، تخمین

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون (میان‌ترم و پایان‌ترم): ۵۵ درصد نمره
- تمرین: ۲۵ درصد نمره
- پروژه: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] R. P. Haining and R. Haining. *Spatial Data Analysis: Theory and Practice*. Cambridge University Press, 2003.

[2] C. Lloyd. *Spatial Data Analysis: An Introduction for GIS users*. Oxford University Press, 2010.

[3] M. de Berg, O. Cheong, M. van Kreveld, and M. Overmars. *Computational Geometry: Algorithms and Applications*. 3rd Edition, Springer-Verlag, 2008.

[4] C. McGrew, A. Lembo, and C. Monroe. *An introduction to statistical problem solving in geography*. 3rd Edition, Waveland Press, 2014.

عنوان درس به فارسی:	قرآن‌کاوی رایانشی		
عنوان درس به انگلیسی:	Computational Quran Mining		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی با داده‌ها و فراداده‌های قرآنی و روش‌های پردازش و تحلیل و استخراج اطلاعات از آن‌ها است.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر داده قرآنی و منظرهای پرداخت به قرآن کریم
- نگاه تطبیقی به متون مقدس
- برخی از مسائل محاسباتی مطرح
- واژه‌شناسی قرآنی و سایر کتب مقدس
- شبکه لغات قرآنی و حدیثی (wordnet)
- مدل زبانی و بازنمایی متنی (مبتنی بر distributional semantics و تجزیه ماتریسی و مدل‌سازی موضوع)
- مدل‌های زبانی شبکه‌های عصبی برای بازنمایی
- تحلیل و جست‌وجوهای قرآنی (معنایی، ساختاری، و ...)
- مباحث ویژه مانند بررسی و ارزیابی محاسباتی تفاسیر قرآن، بررسی سیستماتیک ترجمه‌های قرآنی و مطالعه تطبیقی کتب مقدس

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمونک: ۱۵ درصد
- تمرین: ۵۰ درصد
- پروژه نهایی: ۲۵ درصد
- آزمون پایانی: ۱۰ درصد

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Jurafsky and J. H. Martin. *Speech and Language Processing*. 3rd Edition, Prentice Hall, 2023.

[2] C. D. Manning and H. Schuetze. *Foundations of Statistical Natural Language Processing*. The MIT Press, 1999.

[3] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville. *Deep Learning*. The MIT Press, 2016.

[4] S. Schreibman, R. Siemens, and J. Unsworth. *A companion to digital humanities*. John Wiley & Sons, 2008.

عنوان درس به فارسی:	تحلیل داده‌های سلامت		
عنوان درس به انگلیسی:	Health Data Analysis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

آشنایی با مفاهیم، روش‌ها، زمینه‌ها و کاربرد تحلیل داده در حوزه سلامت

سرفصل‌ها

- داده‌های سلامت، ماهیت، رفتار، چالش‌ها و فرصت‌ها
- آشنایی با ساختار اطلاعاتی پزشکی و حوزه‌های داده‌ای سیستم سلامت، ویژگی‌ها و ملاحظات مورد نیاز داده‌های سلامت
- آشنایی با پلتفرم‌ها و الگوریتم‌های ذخیره‌سازی و انتقال داده‌های سلامت در ایران و جهان
- آشنایی با تحلیل داده‌های سلامت به تفکیک حوزه‌های اصلی (براساس مرور مطالعات موردی)
- کاربرد تحلیل داده در تحلیل و بهبود کارایی سیستم سلامت محلی، ملی و جهانی
- کاربرد تحلیل داده در خصوص تحلیل و بهبود کارایی بیمه‌های سلامت
- تحلیل داده در مدیریت همه‌گیری
- کارگاه تحلیل داده‌های سلامت (ارائه همزمان با بخش‌های اول و دوم)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌های نظری: ۳ نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۱۵ نمره
- آزمونک‌ها: ۲ نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] T. L. Strome. *Healthcare Analytics for Quality and Performance Improvement*. Wiley, 2013.

[2] C. K. Reddy and C. C. Aggarwal. *Healthcare Data Analytics (Chapman & Hall/CRC Data Mining and Knowledge Discovery Series Book 36)*. Chapman and Hall/CRC, 2015.

عنوان درس به فارسی:	تحلیل داده‌های مالی		
عنوان درس به انگلیسی:	Financial Data Analysis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

در این درس دانشجویان با تحلیل داده‌های مالی و کسب و کارها آشنا می‌شوند. به طور ویژه دانشجویان می‌آموزند که چگونه مدل‌ها و فرایندهای مالی را پیاده‌سازی کنند و با استفاده از آن‌ها به پیش‌بینی بازارها بپردازند.

سرفصل‌ها

- داده‌ها و فرایندهای مالی
  - قیمت و مفهوم آن
  - بازدهی فردی اوراق بهادار و بازدهی سبدها
  - ریسک و مدل‌های فاکتوری
  - متریک‌های تعدیل‌شده با ریسک بازدهی سبد
  - بهینه‌سازی میانگین-واریانس مارکویتز
  - اوراق درآمد ثابت و اوراق مشتقه (option)
- مدل‌های یادگیری در تحلیل داده‌های مالی
  - مدل‌سازی احتمالاتی، رگرسیون بیزی و فرایند گاوسی
  - شبکه‌های عصبی Feed Forward
  - تبیین‌پذیری مدل یادگیری ماشین
  - مدل‌سازی احتمالاتی دنباله‌ها
  - شبکه‌های عصبی پیشرفته و یادگیری ماشین تقویتی
  - یادگیری ماشین تقویتی معکوس و یادگیری تقلیدی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون میان ترم: ٪۲۵ کل نمره
- آزمون پایان ترم: ٪۳۰ کل نمره
- ارائه مقاله علمی: هر دانشجو موظف به ارائه حداقل یک مقاله علمی می‌باشد که در یکی از بهترین کنفرانس‌ها یا مجلات مرتبط به درس در سال‌های اخیر به چاپ رسیده باشد. (٪۱۵ کل نمره)
- پروژه و گزارش پژوهشی: موضوع پروژه پژوهشی قبل از آزمون نیم‌سال تعیین می‌شود. دانشجو کار پژوهش را با کمک استاد درس آغاز نموده و پس از انجام پروژه، نتیجه پژوهش را در قالب گزارش ارائه می‌دهد. (٪۳۰ کل نمره)

منابع علمی پیشنهادی

[1] C. S. Ang. *Analyzing Financial Data and Implementing Financial Models Using R*. Springer, 2015.

[2] M. F. Dixon, I. Halperin, and P. Bilokon. *Machine Learning in Finance*. Springer, 2020.

عنوان درس به فارسی:	تحلیل داده‌های کسب‌وکار		
عنوان درس به انگلیسی:	Business Data Analysis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

داده‌های کسب‌وکار و تجزیه و تحلیل آن‌ها به عنوان یک شاخه کاربردی و مبتنی بر علم داده و پیشرفت‌های آن است. که با توجه به تاثیرگذاری آن به عنوان یک محرک مهم در علم داده مطرح می‌باشد. مهم‌ترین دارایی هر کسب‌وکار داده‌های آن است که با بهره‌گیری از آن و اتخاذ استراتژی‌های درست در این زمینه می‌تواند به دست‌یابی به اهداف خود با بهره‌وری بالاتری عمل کند. در این درس دانشجویان با بهره‌گیری از مفاهیم حوزه علم داده و کاربردهای آن در کسب کار را با کاربردها و ابزارهای مفید در این زمینه آشنا شده و جایگاه استراتژی مختلف داده‌محور را در تصمیم‌گیری‌های کسب‌وکار فرا می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- آشنایی با تفکر تحلیلی داده
- مشکلات کسب‌وکاری و راه حل‌های علم داده
- علم داده و استراتژی‌های کسب‌وکار
- معرفی داده‌های کسب‌وکاری و روش‌های شناسایی آن‌ها
- کاوش داده و کاربرد آن در کسب‌وکارها
- تجزیه و تحلیل پیش‌بینی کننده و مدل‌سازی داده‌های دامنه‌های کاری
- ارائه مدل‌های تصمیم‌گیری داده محور در کسب‌وکارها
- فناوری‌های نو و استفاده از آن‌ها در مهندسی تحلیلی (IoT، Blockchain، ...)
- ابزارهای کاربردی در حوزه تحلیل کسب‌وکار

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌های نظری: ۳ نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۱۵ نمره
- آزمونک‌ها: ۲ نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] J. Grus. *Data Science from Scratch*. O'Reilly, 2019.

[2] F. Provost and T. Fawcett. *Data Science For Business: What You Need To Know About Data Mining And Data-Analytic Thinking*. O'Reilly, 2013.

[3] L. T. Moss and S. Atre. *Business Intelligence Roadmap: The Complete Project Lifecycle For Decision-Support Applications*. Addison-Wesley, 2003.

[4] W. Eckerson. *Performance Dashboards – Measuring, Monitoring, And Managing Your Business*. Wiley, 2005.

عنوان درس به فارسی:	آمار در ابعاد بالا		
عنوان درس به انگلیسی:	High-Dimensional Statistics		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

اهداف آمار سنتی با رژیم‌هایی روبرو است که ابعاد داده مشخص و کم است و در آن هدف یافتن پارامترهای ناشناخته با استفاده از داده‌ها است. در این رژیم‌های همینطور تعداد داده انبوه فرض می‌شود. برخلاف این رویکرد، در آمار با ابعاد بالا فرض می‌کنیم ابعاد داده الزاما مشخص و محدود نیست و ممکن است با تعداد داده‌ها تغییر کند. در این درس چارچوب نظری آماری برای تحلیل مسائل ابعاد بالا ارایه می‌کنیم.

سرفصل‌ها

- مقدمه و مرور کلی مباحث
- کران‌های تمرکز (Concentration Inequalities)
- تمرکز معیار (Concentration Measure)
- قانون یکنواخت اعداد بزرگ
- انتروپی متریک
- ماتریس‌های رندم و تخمین ماتریس کوواریانس
- مدل‌های خطی تنک در ابعاد بالا
- مفهوم Reproducing Kernel Hilbert Space
- مدل‌های غیرپارامتری
- کران‌های minimax مانند نامساوی Le Cam و روش Fano

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌های نظری: ۳ نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۱۵ نمره
- آزمونک‌ها: ۲ نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. J. Wainwright. *High-dimensional statistics: A non-asymptotic view point.* Cambridge University Press, 2019.

[2] R. Vershynin. *High-dimensional probability: An introduction with applications in data science*. Cambridge University Press, 2018.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های توصیه‌گر		
عنوان درس به انگلیسی:	Recommender Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی با مفاهیم، مسائل و تکنیک‌های زمینه سیستم‌های توصیه‌گر (recommender systems) و نقش و کاربرد عملی آن‌ها است. انواع سیستم‌های توصیه‌گر نظیر پالایش مبتنی بر محتوا (content-based) و پالایش همکارانه (collaborative filtering) و همچنین حوزه‌های کاربردی این سیستم‌ها معرفی خواهد شد. همچنین در خصوص جنبه‌های مهم ارزیابی و تحلیل این سیستم‌ها بحث خواهد شد.

سرفصل‌ها

- معرفی سیستم‌های توصیه‌گر و کاربردهای آن
- ترجیحات کاربر و امتیازدهی و پیش‌بینی ترجیح یا امتیاز
- انواع رویکردها و مدل‌های سیستم‌های توصیه‌گر
- پالایش مبتنی بر محتوا (content-based)
- پالایش همکارانه (collaborative filtering)
- توصیه آگاه از زمینه (context-aware)
- مدل‌سازی زمانی (temporal) و پویایی زمانی در سیستم‌های توصیه‌گر
- ارزیابی سیستم‌های توصیه‌گر
- تجارب کاربر (user experiences)
- توصیه محصولات براساس اطلاعات جانبی (side information)
- کاربردها شامل وب‌سایتهای تجارت الکترونیک (E-commerce) و شبکه‌های اجتماعی (social networks)
- دیگر جنبه‌های عملی مانند توضیح (explanation) توصیه‌ها و اعتماد (Trust)، مقیاس‌پذیری (scalability) و ...

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- امتحان میان ترم: ٪۲۰
- امتحان پایان ترم: ٪۳۰
- تمرین: ٪۲۰
- پروژه: ٪۳۰

منابع علمی پیشنهادی

[1] J. Dietmar. *Recommender Systems: An Introduction*. New York: Cambridge University Press, 2011.

عنوان درس به فارسی:	نظریه اطلاعات و کدینگ		
عنوان درس به انگلیسی:	Coding and Information Theory		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مفاهیم پایه‌ای و پیشرفته نظریه اطلاعات و کدینگ و کاربردهای آن در فشرده‌سازی داده‌ها، تصحیح خطا، رمزنگاری و دیگر زمینه‌های مرتبط است.

سرفصل‌ها

- آنتروپی، آنتروپی نسبی و اطلاعات متقابل
- آنتروپی توام (Joint Entropy)، آنتروپی شرطی (Conditional Entropy)، آنتروپی نسبی و اطلاعات متقابل (Relative entropy and Mutual Information)، رابطه آنتروپی و اطلاعات متقابل.
- قوانین زنجیره‌ای (Chain Rules)، نامعادله جانسون و نتایج آن، نامعادله لاگ سام و کاربردهای آن، نامعادله‌های پردازش داده و فانو
- نرخ آنتروپی فرایند تصادفی، زنجیره‌های مارکوف (Markov Chains)، نرخ آنتروپی (Entropy Rate)، توابع نرخ آنتروپی
- فشرده‌سازی اطلاعات منبع، مثال‌هایی از کدگذاری منبع
- نامساوی کرفت، کدهای منبع بهینه، کران‌های طول کد بهینه، نامساوی کرافت و کدهای باز شونده به‌طور یکتا، کدهای هافمن و بهینگی هافمن، کد شانو - فانو - الیاس
- ظرفیت کانال، مثال‌هایی از ظرفیت کانال
- کانال‌های متقارن، خواص ظرفیت کانال، قضیه شانون برای ظرفیت کانال، کدهای همینگ

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۶۵ درصد نمره
- پروژه: ۱۵درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] T. Cover and J. Thomas. *Elements of Information Theory*. 2nd Edition. John Wiley & Sons, 2012.

[2] R. M. Gray. *Entropy and Information Theory*. Springer Science & Business Media, 2011.

[3] I. Csiszár and J. Körner. *Information theory: Coding Theorems for Discrete Memoryless Systems*. Cambridge University Press, 2011.

عنوان درس به فارسی:	مدل‌های گرافی احتمالی		
عنوان درس به انگلیسی:	Probabilistic Graphical Models		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

مدل‌های گرافی احتمالی چارچوبی متداول برای مدل‌سازی توزیع احتمال توأم متغیرهای تصادفی هستند که در آن‌ها از گراف‌های پارامتری شده برای بازنمایی فشرده و گویای توزیع‌های احتمالاتی و روابط استقلال میان متغیرهای تصادفی استفاده می‌شود. در این درس، روش‌های مختلف ارائه، استنتاج دقیق و تقریبی، و نیز یادگیری ساختار و پارامترهای مدل‌های احتمالاتی گرافی آموزش داده می‌شود. همچنین، کاربرد این مدل‌ها در پردازش متن، صوت، و تصویر و نیز در حوزه بیوانفورماتیک مورد بررسی قرار می‌گیرد.

سرفصل‌ها

- مقدمات نظریه احتمال و نظریه گراف
- شبکه‌های بیزی جهت‌دار
- شبکه‌های مارکفی بدون جهت
- روش‌های‌ارائه کلیشه‌ای: مدل‌های زمانی، شبکه‌های‌بیزی پویا، مدل مخفی مارکوف، مدل‌های شیء-رابطه
- روش‌های استنتاج دقیق: حذف متغیر، درخت‌های کلیک، انتقال پیام، جمع-ضرب، انتشار باور
- روش‌های استنتاج تقریبی: نمونه‌برداری، استنتاج مبتنی بر ذره، MCMC، الگوریتم‌های استنتاج تغییراتی
- روش‌های یادگیری پارامتر: تقریب بیشینه درست‌نمایی، تقریب پارامتر بیزی
- روش‌های یادگیری ساختار: روش‌های مبتنی بر قید، روش‌های مبتنی بر امتیاز
- کاربردها

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۶۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Koller and N. Friedman. *Probabilistic Graphical Models: Principles and Techniques*. MIT press, 2009.

[2] K. P. Murphy. *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. MIT Press, 2012.

[3] C. M. Bishop. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, 2006.

عنوان درس به فارسی:	سامانه‌های تصمیم‌یار		
عنوان درس به انگلیسی:	Decision Support Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف اصلی این درس آشنایی با مفهوم تصمیم‌سازی و ارتباط آن با دانش و استفاده از ابزارهای مختلف برای اکتشاف دانشی است که در داخل داده نهفته است و می‌تواند ارتباط مستقیمی با تصمیم‌سازی داشته باشد. دانشجویان با گام‌های طراحی سامانه‌های تصمیم‌یار یعنی شناسایی ورودی‌های اطلاعاتی، مولفه‌های لازم سامانه و ارتباط میان آن‌ها و هسته‌ی تصمیم‌یاری آشنا خواهند شد.

سرفصل‌ها

- معرفی مفاهیم تصمیم، دانش و داده، و ارتباط تصمیم و دانش در ابعاد مختلف
- دشواری‌های مسئله تصمیم‌سازی در شرایط واقعی یک سازمان، ابعاد مختلف تصمیم‌سازی در یک سازمان و نیازهای متنوع تصمیم‌گیران
- مروری بر رویکردهای تصمیم‌گیری انسان
- تعاریف، کاربردها، اجزا، معماری و انواع سامانه‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری، و فرایند طراحی و توسعه این سامانه‌ها
- معرفی Data warehouse و کاربرد آن در توسعه DSS
- اصول داده‌کاوی و یادگیری ماشین در پشتیبانی تصمیم‌گیری
- سامانه‌های خبره معمولی و فازی پشتیبانی تصمیم‌گیری
- تصمیم‌یاری چندمعیاره / گروهی / سازمانی
- تصمیم‌یاری به کمک مدیریت دانش
- سیستم‌های توصیه‌گر
- معیارهای ارزیابی و انتخاب سیستم‌های پشتیبان تصمیم
- داشبوردهای مدیریتی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تکالیف و پروژه: ۶۰ درصد نمره
- امتحان میان‌ترم: ۲۰ درصد نمره
- امتحان پایان‌ترم: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] S. Bandyopadhyay. *Decision Support System: Tools and Techniques*. CRC press, 2023.

[2] C. L. Meador and D. N. Ness. *A Case Study of the Use of a Decision Support System*. Legare Street Press, 2023.

[3] H. Wadi. *A Practical Guide to Decision Support System With Analytic Hierarchy Process Method Using Python GUI & MySQL, Case Study: Determining Scholarship Recipients*. Turida publisher, 2023.

[4] S. Liu, P. Zaraté, D. Kamissoko, I. Linden, and J. Papathanasiou. *Decision Support Systems XIII*. LNBIP 474, Springer, 2023.

عنوان درس به فارسی:	الگوریتم‌های داده‌های حجیم		
عنوان درس به انگلیسی:	Massive Data Algorithms		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

با افزایش چشم‌گیر حجم داده‌های ارزشمند و محدودیت پردازشی و ظرفیتی حافظه‌های سریع، نیاز به طراحی داده‌ساختارها و الگوریتم‌های ویژه برای داده‌های حجیم روز به روز محسوس‌تر می‌شود. در این درس، مدل‌های رایج برای داده‌های حجیم مطرح و برای برخی مسائل پایه‌ای، الگوریتم‌های بهینه ارائه می‌شود.

سرفصل‌ها

- الگوریتم‌های مبتنی بر حافظه نهان
- داده‌ساختارهای جستجو
- داده‌ساختارهای هندسی
- الگوریتم‌های ناآگاه از حافظه نهان
- الگوریتم‌های گراف با ورودی/خروجی کارا
- مدل جریان داده و مسائل مربوطه
- روش‌های خلاصه‌سازی
- مجموعه‌های هسته و کاربردهای آن
- الگوریتم‌های خوشه‌بندی
- اثبات کران پایین مبتنی بر پیچیدگی ارتباطات
- الگوریتم‌های زیرخطی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون: آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم (۱۴ نمره)
- ارائه و گزارش پژوهشی (۳ نمره).
- تمرین‌های نظری (۳ نمره)

منابع علمی پیشنهادی

[1] L. Arge. *External memory geometric data structures*. Lecture notes, 2005.

[2] A. Chakrabarti and D. College. *Data streams algorithms*. Lecture notes, 2011.

[3] A. Czumaj and C. Sohler. *Sublinear-time algorithms*. Lecture notes, 2010.

[4] E. Demaine. *Cache-oblivious algorithms and data structures*. Lecture notes, 2002.

[5] U. Meyer, P. Sanders, and J. Sibeyn. *Algorithms for memory hierarchies*. Lecture notes, 2003.

[6] N. Zeh. *I/O efficient graph algorithms*. Lecture notes, 2002.

عنوان درس به فارسی:	رایانش ابری		
عنوان درس به انگلیسی:	Cloud Computing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

در این درس دانشجو با مفاهیمی از جمله مزایای رایانش ابری، زیرساخت‌های ابری، امنیت ابری و سایر روال‌ها و مکانیزم‌ها در رایانش ابری آشنا می‌شود. همچنین در این درس به فناوری‌ها و روندهای نوظهور مرتبط با ابر پرداخته می‌شود. در پایان ابرهای تجاری و خدمات بسترهای‌های ابری محبوب نیز معرفی خواهند شد.

سرفصل‌ها

- مفاهیم عمومی رایانش ابری (ابر عمومی - خصوصی - ترکیبی) و سرویس‌های ارائه‌دهندگان ابری
- مفاهیم اساسی طراحی مراکز داده ابری
- روش‌های مجازی سازی با تاکید بر ماشین‌های مجازی و گنجانه‌ها
- مروری بر ریزسرویس‌ها
- سیستم‌های فایل توزیعی (GFS، HDFS، IPFS،..)
- پردازش کلان‌داده (Map-Reduce، Spark)
- مفاهیم رایانش خوشه‌ای
- زمان‌بندی در رایانش ابر و خوشه (Mesos، Yarn،..)
- مدیریت خوشه (Borg، Omega)
- رایانش بدون سرور
- امنیت، حریم خصوصی و پردازش‌های گراف و یادگیری ماشین
- بهینه‌سازی مصرف انرژی در مراکز داده ابری

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۷۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۳۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] L. Wang, R. Ranjan, J. Chen, and B. Benatallah. *Cloud Computing: Methodology, Systems, and Applications*. CRC Press, 2017.

[2] N.Poulton. *The Kubernetes Book*. kindle Edition, 2024.

[3] N. K. Sehgal, P. C. P. Bhatt, and J. M. Acken. *Cloud Computing with Security and Scalability. Concepts and Practices*. 3rd Edition, Springer, 2023.

[4] R. Buyya, C. Vecchiola, S. Selvi. *Mastering cloud computing: foundations and applications programming*. Newnes, 2013.

[5] S. Murugesan and I. Bojanova. *Encyclopedia of cloud computing*. John Wiley and Sons, 2016.

عنوان درس به فارسی:	موتور جستجو و وب‌کاوی		
عنوان درس به انگلیسی:	Search Engines and Web Mining		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با ویژگی‌های آماری متن، ارائه‌ی اسناد، نیازمندی‌های اسناد و مدل‌های بازیابی و ارزیابی تجربی است. دانشجویان در این درس ضمن پیاده‌سازی الگوریتم‌های بازیابی و آزمایش آن‌ها روی مجموعه داده‌های استاندارد، با استفاده از تکنیک‌های بازیابی اطلاعات برای حل مسائل واقعی صنعت آشنا می‌شوند.

سرفصل‌ها

- مؤلفه‌های وب
- مبانی بازیابی اطلاعات
- شاخص‌گذاری
- پرس‌وجو
- معماری موتورهای جستجو
- خزشگر
- ارزیابی
- تحلیل پیوند
- اصول کاوش وب
- کاوش ساختار وب
- کاوش کاربردی وب
- کاوش محتوای وب
- سیستم‌های توصیه‌گر

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] C. D. Manning, P. Raghavan, and H. Schutze. *Introduction to Information Retrieval*. Cambridge University Press, 2008.

[2] S. Buttcher, C. L. A. Clarke, and G. V. Cormack. *Information Retrieval: Implementing and Evaluating Search Engines*. Mit Pr, 2010.

گرایش اینترنت اشیاء

عنوان درس به فارسی:	اینترنت اشیاء		
عنوان درس به انگلیسی:	Internet of Things		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با اینترنت اشیاء با تمرکز بر مباحث شبکه‌ای آن است. به این منظور، مفاهیم کلیدی اینترنت اشیاء و کاربردهای مختلف آن در حوزهای صنعتی و غیرصنعتی، معماری چند لایه‌ای اینترنت اشیاء و فناوری‌های مرتبط، پروتکل‌های لایه‌های مختلف، پلتفرم‌های مورد استفاده، اینترنت اشیاء در بستر شبکه‌های بیسیم نسل جدید، دوقلوی دیجیتال و در نهایت امنیت و حریم خصوصی در اینترنت اشیاء مورد بررسی قرار می‌گیرد.

سرفصل‌ها

- مقدمه شامل مفاهیم اولیه، معرفی معماری چند لایه و استانداردهای مرتبط، و کاربردهای اینترنت اشیاء
- حسگرهای اینترنت اشیاء
- شبکه‌های اینترنت اشیاء
- فناوری‌های لایه فیزیکی و دسترسی به رسانه
- پروتکل‌های لایه شبکه، کاربرد و انتقال
- پلتفرم‌های اینترنت اشیاء
- سیستم‌های سایبر-فیزیکی
- اینترنت اشیاء صنعتی
- اینترنت اشیاء در بستر G۵
- دوقلوی دیجیتال
- امنیت و حریم خصوصی در اینترنت اشیاء

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۶۰ درصد نمره
- سمینار پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] F. J. Dian. *Fundamentals of Internet of Things: For Students and Professionals*. Wiley-IEEE Press, 2022

[2] P. Raj and A. C. Raman. *The Internet of Things Enabling Technologies, Platforms, and Use Cases*. CRC Press, 2017.

[3] O. Hersent, D. Boswarthick, and O. Elloumi. *The Internet of Things: Key Applications and Protocols*. 2nd Edition. Wiley, 2013

[4] Y. Wu, H. Huang, C-X. Wang, and Y. Pan. *5G-Enabled Internet of Things*. CRC Press, 2019.

عنوان درس به فارسی:	پروتکل‌های ارتباطی اینترنت اشیاء		
عنوان درس به انگلیسی:	IoT Communication Protocols	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐ نظری ☑	
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☑ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐	

هدف کلی

این درس بسترها و پروتکل‌های مرتبط با اینترنت اشیاء را پوشش می‌دهد. به‌کارگیری این بسترها و پروتکل‌ها اتصال تعداد زیادی شیء تحت محدودیت‌هایی مانند هزینه، توان مصرفی، بعد فاصله، شارژ باتری، و پوشش دهی درون ساختمانی و غیره را به اینترنت تضمین می‌کند. پروتکل‌ها و کاربردهای اخیر که برای فناوری اینترنت اشیاء توسعه داده شده‌اند، در این درس مرور می‌شوند. پروتکل‌های کاربردی شامل مدل سرویس‌گیرنده-سرویس‌دهنده، و مدل مشتری-ناشر می‌باشند. سپس پروتکل‌های شبکه‌های توان مصرفی کم و برد وسیع در دو باند دارای مجوز ارسال و بدون مجوز ارسال معرفی می‌شوند.

سرفصل‌ها

- کلیات معماری‌های اینترنت اشیاء
- معرفی سخت‌افزارهای محدود
- معماری اینترنت اشیاء شامل GPP۳ و معماری M2M
- مفاهیم خاص معماری‌های اینترنت اشیاء
  - قابلیت کشف (Discoverability)
  - قابلیت تعامل (Interoperability)
  - قابلیت جابجایی (Mobility)
- پروتکل‌های کاربردی اینترنت اشیاء، شامل Client-Server و Publish-Subscribe
- پروتکل‌های ارتباطی اینترنت اشیاء
  - فناوری‌های توان مصرفی کم و ناحیه وسیع LPWAN
  - پروتکل‌های LPWAN برای باند بدون مجوز
  - پروتکل سلولی LPWAN برای باند دارای مجوز

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۴۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۶۰ درصد نمره

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

منابع علمی پیشنهادی

[1] O. Liberg et al. *Cellular Internet of Things, Technologies, Standards, and Performance*. Elsevier 2018.

[2] A. Bassi et al. *Enabling things to talk*. Springer-Verlag, 2016.

[3] D. Hanes, G. Salgueiro, P.Grossetete, R. Barton, and J. Henry. //IoT Fundamentals:

[4] O. Hersent, D. Boswarthick, and O. Elloumi. //The internet of things: Key applications and

[5] R. Buyya and A. V. Dastjerdi. *Internet of Things: Principles and paradigms*. Elsevier, 2016.

عنوان درس به فارسی:	امنیت و حریم خصوصی داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Data Security and Privacy		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

این درس دربرگیرنده موضوعات مربوط به امنیت و حریم خصوصی داده است. برای این منظور، مدل‌ها و معماری رابطه‌ای امن و نیز رویه‌های صحت و محرمانگی اطلاعات در پایگاه‌های داده بیان می‌شوند. همچنین، چالش‌های جدید مانند استنتاج داده، حریم خصوصی داده، و راه‌کارهای مربوط به آن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: مقدمه‌ای بر پایگاه‌های داده، نیازها و مکانیزمهای امنیت داده، انواع مدل‌های امنیتی
- کنترل دسترسی اختیاری داده‌ها: روش‌های پایه ماتریسی، کنترل دسترسی Take-Grant، مدل اعطای اختیار در System R و گسترش آن،
- کنترل دسترسی در پایگاه‌داده‌های جدید: شیءگرا (مدل ORION)، XML و NoSQL
- کنترل دسترسی اجباری پایگاه داده‌ها: مدل رابطه‌ای امن چندسطحی، مدل جاجودیا- سندهو
- مدل‌های کنترل دسترسی نقش-مبنا و مدیریت آن‌ها: انواع مدل‌های نقش-مبنا، مدل مدیریت کنترل دسترسی نقش-مبنا
- پایگاه‌های داده آماری و مسئله استنتاج داده: انواع استنتاج، مدل، انواع حملات استنتاج و روشهای مقابله (مفهومی، محدودساز، اعوجاج گرا)
- حریم خصوصی: تعریف و ماهیت، انواع، اصول، پایگاه داده بقراطی
- مدل‌های گمنامی برای حریم خصوصی: حملات استنتاج در انتشار داده (مدل گمنامی مرتبه k، حملات به مدل گمنامی مرتبه k، مدل گمنامی تنوع مرتبه L، حریم خصوصی تفاضلی
- حریم خصوصی در شبکه‌های اجتماعی و سرویس‌های مکان محور
- طراحی پایگاه داده امن: معماری‌های DBMS امن، مکانیزم‌ها و مدل‌های صحت
- امنیت در محصولات تجاری

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

منابع علمی پیشنهادی

[1] M. G. Fugini, S. Castano, and G. Martella. *Database Security*. ACM Press, 1994.

[2] M. Gertz, S. Jajodia. *Handbook of Database Security: Applications and Trends*. Springer, 2007.

[3] M. Abrams, S. Jajodia, H. Podell. *Information Security: An Integrated Collection of Essays*. IEEE Computer Society Press, 1995.

[4] D. Denning. *Cryptography and Data Security*. Addison-Wesley, 1982.

[5] E. Bertino, G. Ghinita and A. Kamra. *Access Control for Databases: Concepts and Systems*. Foundations and Trends in Databases: Vol. 3: No. 1-2, pp 1-148, 2011.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های توزیع‌شده		
عنوان درس به انگلیسی:	Distributed Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی دانشجویان با محیط‌های محاسباتی توزیع‌شده، روش‌های مدل‌سازی و تحلیل درستی و حل مسائل در انواع این محیط‌ها در شرایط مختلف، شناخت الگوریتم‌ها و پروتکل‌های مرتبط با سیستم‌های توزیع‌شده، و همچنین نحوه طراحی و توسعه نرم‌افزارهای توزیع‌شده است.

سرفصل‌ها

- تعاریف و مفاهیم پایه در سیستم‌های توزیع‌شده
- سیستم‌های توزیع‌شده عام منظوره و خاص منظوره
- روش‌های مدل‌سازی الگوریتم‌ها و ارتباطات در سیستم‌های توزیع‌شده
- زمان و پروتکل‌های همگام‌سازی
- پروتکل‌های نام‌گذاری و جداول هش توزیع‌شده
- پروتکل‌های چندپخشی و شایعه‌پراکنی
- پروتکل‌های انتخاب و اجماع
- انواع خرابی و مواجهه با آن‌ها
- ملاحظات امنیت و ایمنی
- طراحی و تحلیل نرم‌افزارهای توزیع‌شده
- ملاحظات توسعه نرم‌افزارهای توزیع‌شده در کاربردهای نوین

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره
- پروژه: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. D. Kshemkalyani and M. Singhal. *Distributed Computing: Principles, Algorithms, and Systems*. Cambridge University Press, 2011.

[2] S. Ghosh. *Distributed Systems: An Algorithmic Approach*. 2nd Edition, CRC Press, 2015.

[3] M. van Steen and A. S. Tanenbaum. *Distributed Systems*. distributed-systems.net, 2023.

[4] A. S. Tanenbaum and M. van Steen. *Distributed systems: principles and paradigms*. 2nd Edition, CreateSpace Independent Publishing Platform. 2016

عنوان درس به فارسی:	ارتباطات بی‌سیم		
عنوان درس به انگلیسی:	Wireless Communications		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

این درس بر روی مفاهیم و اصول بنیادی ارتباطات بی‌سیم تمرکز دارد و دانشجویان را با طیف وسیعی از موضوعات مرتبط با این حوزه آشنا می‌کند. در این درس، دانشجویان با مفاهیم اساسی مانند فرکانس، پهنای باند، قدرت سیگنال، نویز، مدولاسیون و معماری شبکه‌های بی‌سیم آشنا خواهند شد. علاوه بر این، دانشجویان درک عمیقی از تکنولوژی‌های مختلف ارتباطات بی‌سیم، از جمله نسل‌های مختلف شبکه‌های سلولی (مانند G۶ و G۵) و Wi-Fi به دست خواهند آورد. همچنین، آن‌ها با استانداردها و پروتکل‌های ارتباطی مورد استفاده در شبکه‌های بی‌سیم آشنا خواهند شد. در نهایت، دانشجویان قادر به محاسبه و تحلیل عملکرد شبکه‌های بی‌سیم، از جمله ظرفیت کانال، تاخیر انتقال، بازدهی ارتباطات و کارایی کلی شبکه خواهند بود.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر مفاهیم پایه در ارتباطات بی‌سیم
- طول موج، فرکانس، طیف الکترومغناطیسی و دسته‌بندی امواج، رابطه بین طول موج، فرکانس و سرعت انتشار، ویژگی‌های مختلف امواج الکترومغناطیسی (مانند قطبش، توان و ...)
- انتقال داده توسط امواج رادیویی، مخابرات آنالوگ و دیجیتال، اصول اولیه مدولاسیون و روش‌های مختلف آن (AM، FM، QAM)، مقایسه بین سیستم‌های مخابرات آنالوگ و دیجیتال
- انتشار امواج، و رخدادها در مسیر انتشار امواج
- شیوه‌های انتشار امواج الکترومغناطیسی و انتقال موج در کانال‌های بی‌سیم
- انواع مختلف آنتن و الگوهای تابش آن‌ها (آنتن‌های جهت‌دار، آنتن‌های همه‌جهته)، تنوع آنتن و کاربرد آن در بهبود کیفیت سیگنال
- مفهوم کانال بی‌سیم و مدل‌سازی آن
- مخابرات ماهواره‌ای (نحوه حرکت ماهواره‌ها، مدارهای ماهواره‌ای LEO، MEO، GPS، GEO، VSAT)
- دسترسی چندگانه و پروتکل‌ها (FDMA، TDMA، CDMA، OFDMA، دسترسی تصادفی)
- پروتکل‌های شبکه‌های بی‌سیم (۸۰۲.۱۱، Wi-Fi، Bluetooth)
- کاربردهای متنوع ارتباطات بی‌سیم در حوزه‌های مختلف (اینترنت اشیا (IoT)، شبکه‌های حسگر بی‌سیم، ارتباطات سلولی نسل پنجم (G۵)، ارتباطات ماشین به ماشین (M2M))
- چالش‌های پیش روی ارتباطات بی‌سیم (کمبود منابع فرکانسی، امنیت و حریم خصوصی، تداخل و نویز و مدیریت کیفیت خدمات (QoS))

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها: ۱۵ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۷۰ درصد نمره
- پروژه: ۱۵ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] W. Stallings and C. Beard. *Wireless Communication Networks and Systems*. Pearson, 2016.

[2] B. A. Forouzan and S. C. Fegan. *Data Communications and Networking*. McGraw-Hill HigherEducation, 2007.

[3] A. Goldsmith. *Wireless Communications*. Cambridge University Press, 2005.

[4] D. Tse and Pr. Viswanath. *Fundamentals of Wireless Communication*. Cambridge University Press, 2005.

[5] B. Sklar. *Digital Communications: Fundamentals and Applications (Communications Engineering & Emerging Technology Series from Ted Rappaport)*. 3rd Edition, Pearson. 2021

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های نهفته پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Embedded Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف درس "سیستم‌های نهفته پیشرفته" برای دانشجویان، ارائه مفاهیم و تکنولوژی‌های پیشرفته مرتبط با طراحی، پیاده‌سازی و ارتقاء سیستم‌های نهفته است. این درس به دانشجویان امکان این را می‌دهد تا با مباحث پیشرفته‌ای از جمله سخت‌افزار، نرم‌افزار، ارتباطات بی‌سیم، اینترنت اشیاء (IoT)، امنیت و بهره‌وری آشنا شوند. همچنین، دانشجویان با استفاده از پروژه‌های عملی و مطالعات موردی، تجربه‌ی کاربردی در طراحی، پیاده‌سازی و مدیریت سیستم‌های نهفته را کسب می‌کنند، تا برای حضور در صنایع مرتبط با این فناوری‌ها آماده شوند.

سرفصل‌ها

- مقدمه: تعریف و اهمیت سیستم‌های نهفته بی‌درنگ
- مدل‌سازی سیستم‌های نهفته بی‌درنگ
- زمان‌بندی کارها
- مدیریت منابع
- مدیریت حافظه در سیستم‌های نهفته بی‌درنگ
- مدیریت توان مصرفی و حرارت
- طراحی سیستم‌های نهفته چندتراشه‌ای
- مدل‌سازی و تحلیل کارایی و قابلیت اتکا
- سیستم‌های نهفته بی‌درنگ توزیع‌شده
- تحلیل و ارزیابی سیستم‌های نهفته بی‌درنگ
- سیستم‌های رایافیزیکی
- بهینه‌سازی سیستم‌های نهفته بی‌درنگ

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] A. G. Dean. *Embedded Systems Fundamentals with ARM Cortex-M based Microcontrollers*. ARM Education media, 2017.

[2] T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, and C. Stein. *Introduction to Embedded Systems: A Cyber-Physical Systems Approach* 2nd Edition. MIT Press, 2017.

[3] E. White. *Making Embedded Systems: Design Patterns for Great Software*. O'Reilly Media , 2021

عنوان درس به فارسی:	تحلیل داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Data Analytics		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هر روز حجم داده‌ای که در دسترس ما قرار دارد افزایش پیدا می‌کند. این اتفاق هم یک تهدید ایجاد می‌کند هم یک فرصت. فرصت جدید این است که داده‌های جدید به ما کمک می‌کند که درک بهتری نسبت به محیط خود داشته باشیم و تصمیمات بهتری بگیریم. تهدید جدید این است که پیدا کردن شهود درست روز به روز سخت‌تر می‌شود. هدف این درس این است که به دانشجویان کمک کند تا بتوانند شهود بهتری نسبت به محیط خود پیدا کنند. در پایان این درس دانشجویان می‌توانند: با جدیدترین ابزارهای تحلیل داده و تکنیک‌های تحلیل داده آشنا شوند و این توانایی را برای تحلیل داده و انتقال و انتشار نتایج استفاده کنند. این درس به دانشجویان کمک می‌کند که بتوانند مهارت‌های ریاضی و یادگیری ماشین خود را در مسائل واقعی به کار بگیرند. این درس دانشجوها را آماده می‌کند تا بتوانند ابزارهای جدید یادگیری ماشین و تحلیل داده را برای استنباط الگوهای داده استفاده کنند و بتوانند راجع به آینده داده پیش‌گویی کنند.

سرفصل‌ها

- فرایند تحلیل داده
- پیدا کردن شهود جدید روی داده
- مصورسازی و انتقال شهود
- استنباط آماری
- تحلیل پیش‌بینی
- یادگیری ماشین
- یادگیری عمیق
- یادگیری ماشین با نظارت پایین
- امنیت و حریم خصوصی داده

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- فعالیت کلاسی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] S. Berinato. *Good Charts. The HBR Guide to Making Smarter, More Persuasive Data Visualizations*. Harvard Business Review Press, 2016.

[2] C. N. Knaflic. *Storytelling with Data*. John Wiley & Sons, 2015.

[3] R. Rafael and A. Irizarry. *Introduction to Data Science, Data Analysis and Prediction Algorithms*. CRC Press, 2019.

عنوان درس به فارسی:	رایانش ابری		
عنوان درس به انگلیسی:	Cloud Computing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☑ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

در این درس دانشجو با مفاهیمی از جمله مزایای رایانش ابری، زیرساخت‌های ابری، امنیت ابری و سایر روال‌ها و مکانیزم‌ها در رایانش ابری آشنا می‌شود. همچنین در این درس به فناوری‌ها و روندهای نوظهور مرتبط با ابر پرداخته می‌شود. در پایان ابرهای تجاری و خدمات بسترهای‌های ابری محبوب نیز معرفی خواهند شد.

سرفصل‌ها

- مفاهیم عمومی رایانش ابری (ابر عمومی - خصوصی - ترکیبی) و سرویس‌های ارائه‌دهندگان ابری
- مفاهیم اساسی طراحی مراکز داده ابری
- روش‌های مجازی سازی با تاکید بر ماشین‌های مجازی و گنجانه‌ها
- مروری بر ریزسرویس‌ها
- سیستم‌های فایل توزیعی (GFS، HDFS، IPFS،..)
- پردازش کلان‌داده (Map-Reduce، Spark)
- مفاهیم رایانش خوشه‌ای
- زمان‌بندی در رایانش ابر و خوشه (Mesos، Yarn،..)
- مدیریت خوشه (Borg، Omega)
- رایانش بدون سرور
- امنیت، حریم خصوصی و پردازش‌های گراف و یادگیری ماشین
- بهینه‌سازی مصرف انرژی در مراکز داده ابری

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۷۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۳۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] L. Wang, R. Ranjan, J. Chen, and B. Benatallah. *Cloud Computing: Methodology, Systems, and Applications*. CRC Press, 2017.

[2] N.Poulton. *The Kubernetes Book*. kindle Edition, 2024.

[3] N. K. Sehgal, P. C. P. Bhatt, and J. M. Acken. *Cloud Computing with Security and Scalability. Concepts and Practices*. 3rd Edition, Springer, 2023.

[4] R. Buyya, C. Vecchiola, S. Selvi. *Mastering cloud computing: foundations and applications programming*. Newnes, 2013.

[5] S. Murugesan and I. Bojanova. *Encyclopedia of cloud computing*. John Wiley and Sons, 2016.

عنوان درس به فارسی:	اینترنت اشیاء صنعتی		
عنوان درس به انگلیسی:	Industrial Internet of Things		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با پروتکل‌های ارتباطی و معماری‌های اینترنت اشیاء صنعتی و اتوماسیون صنعتی و آشنایی و کسب تجربه با سیستم‌های نهفته شبکه‌ای و PLCها برای کنترل و مانیتورینگ اتوماسیون صنعتی است. در این درس دانشجویان ضمن آشنایی با ساختارهای کنترلی سلسله‌مراتبی در اینترنت اشیاء صنعتی، با روش‌های پیش‌پردازش داده‌ها و اندازه‌گیری‌های صنعتی و نیز سیستم‌های مبتنی بر PLC آشنا می‌شوند. همچنین دانشجویان در این درس ضمن بازدیدهای صنعتی درک دقیق‌تری از کاربردهای عملی فرایندهای صنعتی به دست خواهند آورد.

سرفصل‌ها

- نیازمندی‌ها، معماری‌ها و کاربردهای عملی در اینترنت اشیاء صنعتی
- سلسله‌مراتب اتوماسیون
- سنسورهای صنعتی و واسط‌های جمع‌آوری داده‌ها
- مبانی سیستم‌های اتوماسیون صنعتی مبتنی بر PLC
- زبان‌های برنامه‌نویسی PLC مبتنی بر IEC 61131 و محیط‌های باز PLC 5
- تکنولوژی‌های ارتباطی
  - شبکه‌های صنعتی (Industrial Ethernet، Profinet، CANOpen، RFID، IO-Link)
  - پروتکل‌ها و استانداردها (MQTT، OPC UA)
  - ارتباطات بی‌سیم صنعتی
- طراحی و معماری‌های سیستم‌های کنترلی: از PID تا MPC در کنترل نهفته و بیدرنگ
- ابعاد مختلف سیستم‌های کنترل صنعتی (ICS) و امنیت سایبری
- کاربردها و مثال‌های عملی از فرایندهای صنعتی (پیوسته و گسسته) همراه با سفر علمی و بازدید صنعتی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین و پروژه‌های عملی: ۳۰ درصد نمره
- ارائه مقاله دانشجویان: ۲۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۵۰ درصد نمره

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

منابع علمی پیشنهادی

[1] Butun, Ed. *Industrial IoT: Challenges, Design Principles, Applications, and Security*. Springer, 2020.

[2] Mahmood, Zaigham, Ed. *The internet of things in the industrial sector: Security and Device Connectivity, Smart Environments, and Industry 4.0*. Springer, 2020.

[3] Sharma, Anand, et al., eds. *Industrial Internet of Things: technologies and research directions*. CRC Press, 2022.

[4] K. Kamel and E. Kamel. *Programmable logic controllers: industrial control*. McGraw-Hill, 2014.

[5] A. Gilchrist. *Industry 4.0. The Industrial Internet of Things*. APRESS, 2016.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های رایافیزیکی		
عنوان درس به انگلیسی:	Cyber-Physical Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

نظر به اهمیت روزافزون سامانه‌های رایافیزیکی با ماهیت توزیع‌شده و فراگیر شدن کاربرد آن‌ها، این درس با هدف آشنایی با مدل‌سازی، طراحی، و تحلیل سامانه‌های رایافیزیکی طراحی شده است. مخاطبان این درس روش‌های توصیف نیازمندی‌ها، ریاضیات مدل‌سازی بخش‌های سایبری و فیزیکی، طراحی مبتنی بر مدل و تحلیل این سامانه‌ها را فرا خواهند گرفت و نقش محوری زمان، مدل‌های ترکیبی، و الگوریتم‌های زمان‌بندی را در تحقق اهداف سامانه‌های رایافیزیکی با تاکید بر وجه نرم‌افزاری درک خواهند کرد. همچنین روش‌های تضمین جنبه‌هایی نظیر ایمنی و کارایی در سطح نرم‌افزار مورد توجه جدی قرار می‌گیرد. استفاده از برخی استانداردها و ابزارها در یک دامنه کاربردی خاص به درک عمیق‌تر مفاهیم ارائه شده و جنبه کاربردی آن‌ها کمک خواهد نمود.

سرفصل‌ها

- تعاریف و مفاهیم پایه در سامانه‌های رایافیزیکی
- مدل‌سازی بخش‌های محاسباتی سامانه
- مدل‌سازی بخش‌های فیزیکی سامانه
- توصیف زمان و مدل‌های زمان‌دار
- ترکیب مدل‌ها و مدل‌سازی ترکیبی
- بیان نیازمندی‌ها (زمانی، ایمنی، زنده بودن) و وارسی
- الگوریتم‌های زمان‌بندی بی‌درنگ و مدیریت منابع غیرپردازشی
- معرفی برخی استانداردهای ایمنی و متدولوژی‌های توسعه در دامنه‌ی کاربردی خاص (نظیر خودرو)
- معرفی و به‌کارگیری ابزارهای طراحی و آزمون نرم‌افزارهای نهفته
- بهینه‌سازی برخی معیارهای غیرکارکردی (نظیر انرژی مصرفی، قابلیت اطمینان، و تاب‌آوری)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی (مرور و ارائه مقاله): ۲۰ درصد نمره
- آزمون: ۶۰ درصد نمره
- پروژه: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] R. Alur. *Principles of Cyber-Physical Systems*. MIT Press, 2023.

[2] S. Mitra. *Verifying Cyber-Physical Systems: A Path to Safe Autonomy*. MIT Press, 2021.

[3] E. A. Lee and S. A. Seshia. *Introduction to Embedded Systems: A Cyber-Physical Systems Approach*. 2nd Edition, MIT Press, 2017.

[4] H. Kopetz. *Real-Time Systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications*. 2nd Edition, Springer, 2011.

عنوان درس به فارسی:	شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Computer Networks		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با فناوری‌های شبکه‌ی اینترنت امروزی و همچنین ساختار کنار هم قرار گرفتن این فناوری‌ها است. فهم چرایی و چگونگی این فناوری‌ها و ساختار اینترنت با تاکید بر مسیریابی به عنوان عملیات کلیدی در اینترنت، و همچنین معرفی رویکردهای نوین در شبکه مانند SDN و NFV در این درس ارائه می‌شود.

سرفصل‌ها

- کنترل ازدحام در اینترنت
- مسیریابی در شبکه‌های کامپیوتری با تاکید بر OSPF و BGP
- معماری و سلسله مراتب در اینترنت
- ساختار ISPها و سطوح مختلف خدمات‌دهندگان و نقش پروتکل BGP در ارتباط بین ASها
- کیفیت سرویس در شبکه‌های کامپیوتری
- شبکه‌های توزیع محتوا، مکانیسم توزیع ترافیک و استفاده از حافظه نهان برای ذخیره‌سازی محتوا در نزدیکی مصرف‌کنندگان
- شبکه‌های مبتنی بر MPLS
- مهندسی ترافیک با تاکید بر OSPF-TE و BGP-TE و MPLS
- شبکه‌های تعریف‌شده با نرم‌افزار (SDN)
- پروتکل OpenFlow، زنجیره‌سازی خدمت (Service Chaining)
- شبکه‌های پوشان (Overlay)، توابع شبکه و مجازی‌سازی توابع شبکه (NFV)
- معماری‌ها و شبکه‌های مراکز داده

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تکالیف و سمینار پژوهشی: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۷۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] D. Medhi and K. Ramasamy. *Network Routing: Algorithms, Protocols, and Architectures*. 2nd Edition. Morgan Kaufmann. 2017.

[2] L. L. Peterson and B. S. Davie. *Computer Networks: A Systems Approach*. 6th Edition, Morgan Kaufmann. 2021.

[3] L. L. Peterson, C. Cascone, B. O'Connor, T. Vachuska, and B. Davie. *Software Defined Networks: A Systems Approach*. Morgan Kaufmann. 2021.

عنوان درس به فارسی:	محاسبات لبه		
عنوان درس به انگلیسی:	Edge Computing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با اصول، معماری‌ها و کاربردهای محاسبات لبه و ایجاد درک عمیق‌تر از نحوه تکمیل محاسبات ابری و حل چالش‌های تأخیر، پهنای باند و حریم خصوصی داده‌ها است. در این درس دانشجویان ضمن آشنایی با نحوه طراحی سیستم‌های محاسبات لبه، با بررسی کاربردها و مطالعات موردی و پیاده‌سازی و ارزیابی راه‌حل‌های محاسبات لبه درک عملی دقیق‌تری از موضوع به دست خواهند آورد.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر محاسبات لبه
- مدل‌ها و اجزای معماری محاسبات لبه و دستگاه‌های لبه‌ای
- ذخیره‌سازی و پردازش داده‌ها در لبه
- پروتکل‌ها و شبکه‌ها
- چالش‌های امنیتی و حریم خصوصی در محاسبات لبه
- مدیریت منابع، بهینه‌سازی مصرف انرژی و تکنیک‌های تعادل بار
- هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در لبه
- پلتفرم‌ها و ابزارهای محاسبات لبه
- مطالعات موردی و کاربردهای صنعتی
- روندها و جهت‌گیری‌های آینده: محاسبات لبه در G۵

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه علمی: ۴۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۶۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] K. A. Kumari, G. S. Sadasivam, D. Dharani, and M. Niranjanamurthy. *Edge Computing: Advances in Industry 4.0 and Machine Learning*. CRC Press, 2021.

[2] P. Raj, K. Saini, and C. Surianarayanan eds. *Edge/Fog Computing Paradigm: The Concept, Platforms and Applications*. Elsevier, 2022.

عنوان درس به فارسی:	معماری و امنیت نرم‌افزار اینترنت اشیاء		
عنوان درس به انگلیسی:	Software Architecture and Security for IoT		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با معماری و امنیت نرم‌افزار در سیستم‌های مبتنی بر اینترنت اشیاء است. این درس دربرگیرنده دانش فنی و همچنین شناخت خطرات و فرصت‌ها در زمینه طراحی نرم‌افزار، نگاه میان لایه‌ای، و اثرات استفاده از فناوریهای مبتنی بر اینترنت اشیاء است.

سرفصل‌ها

- فناوری‌های نرم‌افزاری برای سیستم‌های مبتنی بر اینترنت اشیاء امن
- سیستم‌های توزیع‌شده مبتنی بر اینترنت اشیاء، سیستم عامل، میان‌افزار و روش‌های ادغام سیستم
- معماری‌های مرجع برای اینترنت اشیاء، مانند معماری‌های انبار، معماری‌های مبتنی بر ابر و محاسبات لبه
- مدل‌سازی تهدید و تحلیل مخاطرات، امنیت در مراحل تولید و استقرار نرم‌افزار
- ویژگی‌ها و معیارهای امنیت برای معماری‌های سیستم‌های مبتنی بر اینترنت اشیاء
- دیدگاه‌های بنیادی امنیتی برای سیستم‌های مبتنی بر اینترنت اشیاء
- روش‌های تحلیل آسیب‌پذیری و تهدید
- سناریوهای حمله و اکوسیستم جرایم سایبری
- تکنیک‌ها و استراتژی‌های ایمنی برای حفاظت

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۴۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۶۰ درصد نمره

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

منابع علمی پیشنهادی

[1] D Sunil Cheruvu, Anil Kumar, Ned Smith, David M. Wheeler. *Demystifying Internet of Things Security: Successful IoT Device/Edge and Platform Security Deployment*. 1st ed. Edition, Kindle Edition, 2019.

[2] A. K. Talukder, and M. Chaitanya. Architecting Secure Software Systems. CRC Press, 2009.

[3] F. J. Dian. *Fundamentals of Internet of Things: For Students and Professionals*. Wiley-IEEE Press, 2022

[4] P. Raj and A. C. Raman. *The Internet of Things Enabling Technologies, Platforms, and Use Cases*. CRC Press, 2017.

[5] O. Hersent, D. Boswarthick, and O. Elloumi. *The Internet of Things: Key Applications and Protocols*. 2nd Edition. Wiley, 2013

[6] F. Hu. *Security and Privacy in IoT: Models, Algorithms, and Implementations*. CRC Press, 2016.

عنوان درس به فارسی:	تحلیل آماری داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Statistical Data Analysis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

این درس به ارائه پایه‌های نظری و عملی آماری لازم برای تحلیل داده‌ها می‌پردازد.

سرفصل‌ها

- آشنایی با احتمالات
- آشنایی با آمار
- تخمین و انواع آن (نقطه‌ای، بازه‌ای، و بیشینه درست‌نمایی)
- تست فرضیه و انواع خطاهای آن
- رگرسیون خطی
- تحلیل واریانس
- روش‌های بدون پارامتر مانند تست Wilcoxin signed-ranked و Kruskal-Wallis
- آمار و استنتاج بیزی

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌های نظری: ۳ نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۱۵ نمره
- آزمونک‌ها: ۲ نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] R. Walpole, R. Myers, S. Myers, and K. Ye. *Probability & Statisticsfor Engineers & Scientists*. 9th Edition, Pearson, 2016.

[2] A. Tamhane and D. Dunlop. *Statistics and Data Analysis: From Elementary to Intermediate*. Pearson; 1999.

[3] G. Casella and R. L. Berger. *Statistical Inference, Cengage Learning*. 2nd Edition, Cengage Learning, 2001.

عنوان درس به فارسی:	امنیت شبکه پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Network Security	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐ نظری ☑	
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐	

هدف کلی

این درس مجموعه‌ای از مفاهیم و روش‌های امنیت شبکه را پوشش می‌دهد و برای دانشجویانی طراحی شده است که دانش پایه را در خصوص شبکه‌های کامپیوتری و الگوریتم‌های رمزنگاری دارند. در این درس، انواع حمله به سیستم‌ها و شبکه‌های کامپیوتری و روش‌های تشخیص و مقابله با آن‌ها، کاربردهای رمزنگاری در امنیت شبکه و معماری شبکه‌های امن شامل سیستم‌های دفاع در لبه و فیلترینگ، روش‌ها و پروتکل‌های خدمات AAA، امنیت مسیریابی، روش‌های جلوگیری از نشت اطلاعات (DLP) و تکنولوژی‌های VPN پوشش داده می‌شود. مجموعه‌ای از فعالیت‌های آزمایشگاهی و مقاله‌های پژوهشی در طول درس ارائه می‌شود تا توازنی بین جنبه کاربردی و پژوهشی درس ایجاد شود.

سرفصل‌ها

- مقدمه: مفاهیم امنیت شبکه، مدل‌ها و فرامدل‌های امنیت
- تهدیدها و حمله: طبقه‌بندی حمله‌ها، حمله‌های DoS، Sniffing، و Spoofing، چرخه عمر بدافزارها، حمله‌های لایه‌های پنج‌گانه
- رمزنگاری کاربردی: کاربردهای رمزنگاری در پروتکل‌های امنیت شبکه، روش‌های توزیع کلید در شبکه‌های ثابت، سیار، و موردی، روش‌های بی‌نامی، و زنجیره بلوکی
- معماری شبکه‌های امن: معماری SAFE، معماری دیواره‌های آتش، کنترل دسترسی در سیستم و شبکه (NAC)، روش‌های جلوگیری از نشت و از بین رفتن اطلاعات (DLP)
- امنیت مسیریابی، سامانه‌های تشخیص نفوذ، فناوری‌های VPN
- امنیت شبکه‌های بی‌سیم
- روندهای نو در امنیت شبکه، روش‌های تحلیل ترافیک، فورنزیک در شبکه
- امنیت اینترنت اشیا و حفظ حریم خصوصی
- امنیت در سرویس VoIP و IP Telephony، فناوری‌های PCI-DSS، SET، و SDC، امنیت ابر و چندابری
- کاربردهای پیشرفته رمزنگاری مانند امضاهای گروهی و MPC

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون میان‌ترم: ۲۵ درصد نمره
- آزمون پایان‌ترم: ۳۰ درصد نمره
- ارائه: ۱۵ درصد

منابع علمی پیشنهادی

[1] William Stallings. *Cryptography and Network Security - Principles and Practice*. Pearson, 8th Edition. 2020,

[2] Darren Death. *Information Security Handbook*. Packet Publishing. 2017.

[3] M. Ciampa. *Security+ Guide to Network Security Fundamentals*. Cengage Learning, 2015.

[4] William Stallings. *Network Security Essentials: Applications and Standards*. Pearson; 6th Edition, 2016.

[5] C. Douligeris and D. N. Serpanos. *Network Security: Current Status and Future Directions*. Wiley-IEEE Press, 2007.

عنوان درس به فارسی:	هوش مصنوعی در سیستم‌های نهفته		
عنوان درس به انگلیسی:	AI in Embedded Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐ نظری ☑	
دروس هم‌نیاز:	–	تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی ☐	

هدف کلی

هدف درس هوش مصنوعی در سیستم‌های نهفته، توسعه دانش و مهارت‌های دانشجویان در زمینه طراحی، پیاده‌سازی، و بهره‌برداری از روش‌ها و الگوریتم‌های هوش مصنوعی در سیستم‌های با منابع محدود است. این درس بر آموزش مفاهیم اساسی و پیشرفته هوش مصنوعی تمرکز دارد و دانشجویان را با استفاده از آن‌ها، قادر می‌سازد تا راه‌حل‌های نوآورانه و کارآمد برای مسائل مختلف موجود در سیستم‌های نهفته ارائه کنند. این درس با ارائه مطالب نظری و فراهم کردن فرصت‌های عملی، دانشجویان را برای مواجهه با چالش‌های واقعی در حوزه هوش مصنوعی و سیستم‌های نهفته آماده می‌کند و ایجاد یک محیط آموزشی فعال و تعاملی را تضمین می‌کند.

سرفصل‌ها

- مقدمات و آشنایی با فناوری محاسبات نهفته آشنایی با بوردهای آردوینو نانو، ARM، stm32 و نظایر آن
- سیستم‌های نهفته و مهندسی نرم‌افزار نهفته، مبانی محاسباتی و پردازش در الگوریتم‌های هوش مصنوعی
- ابزارهای توسعه و کتابخانه‌های یادگیری عمیق Tensorflow Lite، EIE، Torch و نظایر آن
- ساختار حافظه در سیستم‌های نهفته، حافظه داده مانند حافظه کد، حافظه داده، پشته، Heap
- بررسی دقیق روش‌های آموزش روی بورد نهفته با وجود حافظه کمتر از یک مگابایت و روش‌های آموزش تنظیم دقیق روی بورد
- معرفی و بررسی شبکه‌های عصبی، مدل‌های یادگیری عمیق، مفاهیمی مانند انتشار رو به جلو و انتشار رو به عقب
- بررسی عمل کانولوشن، روش‌های تسریع سرعت در عمل کانولوشن با محاسبات برداری
- طراحی همروند نرم‌افزار سخت‌افزار برای کاهش حجم مدل شبکه عصبی عمیق و تعداد ضرب و جمع‌های لازم
- بررسی بینایی ماشین با روش‌های یادگیری عمیق، نحوه آموزش بوردهای ARM و Stm32 برای اجرای مدل‌های از پیش آموزش دیده
- برنامه‌ریزی بوردهای سخت‌افزاری از قبیل Arduino و stm32F704 برای اجرای روش‌های تشخیص اشیا، تشخیص فرد
- استفاده از Tiny ML و Tiny AL بر روی سیستم‌های نهفته مفاهیم مرتبط با بهینه‌سازی مدل‌های یادگیری عمیق و محاسبات کم‌حجم
- بررسی تکنیک‌هایی مانند Auto ML، روش‌های هرس کردن تکراری و تنظیم دقیق و چندی‌سازی برای کاهش حجم مدل‌ها.
- یادگیری توزیع‌شده و استفاده از روش‌های یادگیری انتقالی و تنظیم دقیق
- آشنایی با مدل‌های مبدل بینایی و استفاده از آن در سیستم‌های نهفته

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۵۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] P. Warden and D. Situnayake. *TinyML: Machine Learning with TensorFlow Lite on Arduino and Ultra-Low-Power Microcontrollers*. O'Reilly Media, 2020

[2] B. Moons, D. Bankman, and M. Verhelst. *Embedded Deep Learning: Algorithms, Architectures and Circuits for Always-on Neural Network Processing*. Springer, 2019.

[3] A. Krishna Gupta and S. P. Nandya. *Deep Learning on Microcontrollers: Learn how to develop embedded AI applications using TinyML*. BPB Publications, 2023.

عنوان درس به فارسی:	طراحی سیستم‌های دیجیتال کم‌مصرف		
عنوان درس به انگلیسی:	Low-Power Digital System Design		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با روش‌های طراحی برای کاهش توان مصرفی، کاهش انرژی مصرفی و مدیریت گرما در کامپیوترها و سیستم‌های دیجیتال است.

سرفصل‌ها

- مقدمه: اهمیت کاهش انرژی و توان مصرفی لحظه‌ای و متوسط، اهداف طراحی در سیستم‌های دیجیتال کم توان، انواع توان مصرفی، تفاوت روش‌های کاهش توان در سطوح تجرید مختلف
- کاهش توان مصرفی در سطح اتصالات داخل تراشه
- کاهش توان مصرفی در سطح مدار
- کاهش توان مصرفی در سطح گیت
- کاهش توان مصرفی در سطح انتقال ثبات
- کاهش توان مصرفی در سطح سیستم
- مدیریت دما و روش‌های آن
- سایر موارد مرتبط مانند مدارهای آدیاباتیک، معکوس‌پذیر و غیره

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- ارزش‌یابی مستمر: تکالیف ۲۰ درصد نمره
- بررسی مقالات و ارائه گزارش ۲۰ درصد نمره
- آزمون نهایی: نوشتاری ۳۵ درصد نمره
- پروژه: تکالیف کامپیوتری و پروژه ۲۵ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] C. Pigoet (Ed). *Low-Power Electronics Design*. CRC Press, 2018.

[2] J. M. Rabaey, A. Chandrakasan, and B. Nikolic . *Digital Integrated Circuits: A Design Perspective*. 2nd Edition, Pearson Education, 2003.

عنوان درس به فارسی:	پردازش کلان‌داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Big Data Processing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس، آشنا کردن دانشجویان کارشناسی ارشد و دکترا با مفاهیم و مسائل مطرح در زیرساخت‌های مرتبط با ذخیره‌سازی و مدیریت داده‌های بزرگ است. تمامی مفاهیم مطرح در این درس به صورت ملموس و عملی تدریس می‌شود و از دانشجویان خواسته می‌شود که زیرساخت‌های تدریس‌شده را راه‌اندازی کرده و با آن‌ها به صورت عملی کار کنند. به منظور همگرایی بهتر سعی شده است از هر مفهوم زیرساختی، یک فناوری عملی از آن نیز انتخاب شود و در حین آموزش مفاهیم تدریس گردد. به منظور راحتی بیشتر و همچنین یکپارچگی آسان‌تر، همه فناوری‌های از پشته Apache و Hadoop انتخاب شده‌اند.

سرفصل‌ها

- مروری عملی بر سیستم عامل
- مروری بر پایگاه‌های داده به صورت عملی
- ماشین‌های مجازی و فناوری کانتینر
- مفاهیم مرتبط با سیستم عامل در تحلیل داده‌های حجیم (مانند Hadoop و MapReduce)
- جریان‌های کاری در Hadoop
- محاسبات داخل حافظه‌ای و Spark
- انبارهای داده و کاوش آن‌ها در Hive و HBase
- یکپارچگی داده (با Sqoop و Flume)
- تحلیل داده با APIهای لایه بالاتر (با Pig، Spark SQL و DataFrame)
- مقدمه‌ای بر یادگیری ماشین توزیع‌شده با Spark

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- آزمون: آزمون‌های میان‌نیم‌سال و پایان‌نیم‌سال (۴۰ درصد نمره)
- تمرین و پروژه: سه تمرین تئوری و یک پروژه عملی که در طول نیم‌سال تحویل داده می‌شوند (۴۰ درصد نمره).
- گزارش پژوهشی: موضوع پژوهش قبل از آزمون پایان‌نیم‌سال تعیین می‌شود. دانشجو کار پژوهش را با کمک استاد درس آغاز کرده و پس از انجام کار، نتیجه پژوهش را در قالب گزارش ارائه می‌دهد (۲۰ درصد نمره).

منابع علمی پیشنهادی

[1] B. Bengfort and J. Kim. *Data analytics with Hadoop: an introduction for data scientists*. O'Reilly, 2016.

عنوان درس به فارسی:	یادگیری ماشین		
عنوان درس به انگلیسی:	Machine Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

در این درس مفاهیم یادگیری ماشین مطرح شده و آشنایی با شاخه‌های مختلف این زمینه صورت گرفته و جنبه‌های مهم عملی و نظری آن معرفی خواهد شد. در شاخه‌های مختلف، تکنیک‌ها و الگوریتم‌های مهم بحث می‌شود. در حوزه یادگیری با نظارت، رگرسیون و دسته‌بندی مورد بررسی قرار خواهند گرفت و روش‌های حل این مسائل و ارزیابی مدل‌ها معرفی خواهد شد. برای دسته بندی، انواع دیدگاه‌ها و الگوریتم‌های مربوطه مطرح می‌شود. در بخش یادگیری بدون نظارت، در مورد تخمین چگالی، کاهش ابعاد بدون نظارت و خوشه‌بندی صحبت خواهد شد. در نهایت آشنایی مختصری با یادگیری تقویتی صورت خواهد گرفت.

سرفصل‌ها

- مقدمه: مباحث پایه و رویکردهای مختلف یادگیری
- رگرسیون: بیش‌برازش، رگرسیون خطی و غیرخطی، رگرسیون آماری، منظم سازی و مصالحه بایاس و واریانس
- دسته‌بندی: دسته‌بندی چند دسته‌ای، قاعده محور، احتمالاتی: تئوری تصمیم، رگرسیون لجستیکی
- دسته‌بندی تمایزی: جداساز فیشر، ماشین بردار پشتیبان
- درخت تصمیم: آنتروپی و بهره اطلاعات، الگوریتم ID3، C4.5 و هرس درخت تصمیم
- روش‌های تخمین پارامتر: MLE، Bayesian و EM
- کاهش ابعاد: تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA)، تحلیل همبستگی متعارف (CCA)
- خوشه‌بندی: روش‌های افرازی، سلسله مراتبی، مبتنی بر چگالی و طیفی
- ارزیابی و تنظیم کردن مدل‌ها: اعتبار سنجی متقابل، انتخاب مدل و انتخاب ویژگی
- روش‌های یادگیری مبتنی بر نمونه: تخمین چگالی غیرپارامتری، دسته‌بندی k نزدیکترین همسایه
- یادگیری جمعی: boosting، adaboost، bagging
- یادگیری تقویتی: فرایند تصمیم مارکوف، روش‌های مبتنی بر مدل و بی‌مدل، الگوریتم سارسا، یادگیری کیو

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایانی: ۶۰ درصد نمره
- پروژه پژوهشی: ۱۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] K. Murphy. *Machine Learning: A probabilistic Perspective*. MIT Press, 2013.

[2] C. M. Bishop. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, 2006.

[3] E. Alpaydin. *Introduction to Machine Learning*. MIT Press, 2020.

عنوان درس به فارسی:	شبکه‌های سیار		
عنوان درس به انگلیسی:	Mobile Networks		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		☑ نظری ☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	–		☐ عملی ☐ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳		☐ نظری-عملی ☑ تخصصی اختیاری
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی

هدف کلی

هدف از این درس آشنایی عمیق با شبکه‌های بی‌سیم و سیار با تمرکز بر لایه‌های ۲ و ۳ و با تاکید بر جنبه‌های مدل‌سازی، تحلیل کارایی، و طراحی و بهینه‌سازی پروتکل‌های مربوطه است. مباحث این درس شامل شبکه‌های بی‌سیم ساخت‌یافته، شبکه‌های سیار موردی، حسگر، توری، و شبکه‌های بین‌خودرویی است. علاوه بر این، مرزهای جدید فناوری مطرح در شبکه‌های سیار شامل شبکه‌های بی‌سیم هوایی (مبتنی بر پهپاد)، محاسبات ابری موبایل و محاسبات لبه موبایل نیز در این درس مورد توجه قرار می‌گیرد.

سرفصل‌ها

- مفاهیم اولیه، انواع شبکه‌های بی‌سیم و سیار مبتنی بر زیرساخت و غیرمبتنی بر زیرساخت
- کاربردها و نیازمندی‌های کیفیت سرویس
- مفاهیم، روش‌ها و مدل‌های پایه در ارتباطات بی‌سیم از جمله MIMO؛ و سیستم‌های با پهنای باند گسترده
- انواع روش‌های دسترسی چندگانه شامل CDMA، OFDMA، TDMA، NOMA، RSMA
- انواع روش‌های دسترسی تصادفی و شبکه‌های محلّی بی سیم (WLANs) شامل Aloha، CSMA، CSMA/CA و پروتکل‌های WLAN، IEEE 802.11-DCF، IEEE 802.11e، IEEE 802.11
- شبکه‌های سیّار موردی (MANETs)
- شبکه‌های توری بی‌سیم (WMNs)
- شبکه‌های حسگر بی‌سیم (WSNs)
- شبکه‌های بین‌خودرویی (VANETs)
- محاسبات ابری سیار و محاسبات لبه سیار (MEC)
- شبکه‌های سیار مبتنی بر پهپاد

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- تمرین‌ها و پروژه: ۳۰ درصد نمره
- آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم: ۶۰ درصد نمره
- سمینار پژوهشی: ۱۰ درصد نمره



منابع علمی پیشنهادی

[1] A. Kumar, D. Manjunath, and J. Kuri. *Wireless Networking*. Morgan Kaufmann. 2008.

[2] C. M. Cordeiro and D. P. Agrawal. *Ad-Hoc and Sensor Networks: Theory and Applications*. 2nd Edition, World Scientific. 2011.

[3] K. Al Agha, G. Pujolle, T. Ali-Yahiya. *Mobile and Wireless Networks*. Wiley, 2016

[4] M. Hassan. *Wireless and Mobile Networking*. Routledge, 2022

عنوان درس به فارسی:	مدل‌سازی و درستی‌یابی صوری		
عنوان درس به انگلیسی:	Formal Modeling and Verification		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف این درس آشنایی دانشجویان با روش‌های توصیف صوری و وارسی مدل سیستم‌های همروند و واکنشی است. توصیف سیستم‌ها توسط زبان‌های مدل‌سازی سطح بالا انجام می‌شود که به نوبه خود به سیستم‌های گذار تبدیل می‌شوند. وارسی مدل مبتنی بر منطق‌های زمانی شناخته‌شده انجام می‌شود.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای بر درستی‌یابی
- سیستم‌های گذار و گراف برنامه‌ها
- مدل‌سازی سطح بالا: پروملا، شبکه‌های پتری، و مدل اکتور
- خاصیت‌های خطی
- انصاف
- خاصیت‌های منظم
- منطق زمانی خطی
- منطق درخت محاسبه
- خودکاره‌های زمانی و هیبرید
- وارسی مدل احتمالاتی
- یادگیری مدل
- هم ارزی و تجرید (اختیاری؛ بنا به تشخیص استاد درس)
- کاهش ترتیب جزئی (اختیاری؛ بنا به تشخیص استاد درس)

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۶۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] C. Baier and J. P. Katoen. *Principles of Model Checking*. MIT Press, 2008.

[2] S. Kundu, S. Lerner, and R. Gupta. *High-Level Verification: Methods and Tools for Verification of System-Level Designs*. Springer-Verlag, 2014.

[3] M. Ben-Ari. *Principles of the Spin Model Checker*. Springer-Verlag, 2008.

[4] M. Huisman and A. Wijs. *Concise Guide to Software Verification: From Model Checking to Annotation Checking*. Springer International, 2023.

[5] E.M. Clarke, O. Grumberg, D. Kroening, D. Peled, and H. Veith. *Model Checking*. MIT Press, 2018.

[6] C. Baier and J. P. Katoen. *Principles of Model Checking*. MIT Press, 2008.

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های نرم‌افزاری اتکاپذیر		
عنوان درس به انگلیسی:	Dependable Software Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف درس آشنایی با مفهوم اتکاپذیری به عنوان یک نیازمندی کیفی بسیار مهم در تمام اجزای یک سیستم نرم‌افزاری، روش‌های ساخت سیستم‌های نرم‌افزاری اتکاپذیر و روش‌های اطمینان از اتکاپذیر بودن یک سیستم نرم‌افزاری است. در این درس دانشجویان آشنایی نسبتاً عمیقی با انواع عیوب در سیستم‌های نرم‌افزاری پیدا خواهند کرد و روش‌های اصولی تشخیص، ارزیابی، تحمل و ترمیم اشکال در سیستم‌های نرم‌افزاری را فراخواهند گرفت.

سرفصل‌ها

- چالش‌های مهندسی نرم‌افزار در ارتباط با اتکاپذیری
- معرفی واژگان مرتبط با اتکاپذیری، تاب‌آوری، امنیت و کارایی
- روش‌های افزونگی و گوناگونی در سیستم‌ها و نرم‌افزارها
- مدل‌سازی اتکاپذیری نرم‌افزار
- تحلیل قابلیت اطمینان نرم‌افزار
- پیری و بازجوان‌سازی نرم‌افزار
- روش نقطه وارسی و تحلیل‌های مربوط
- تحلیل درخت خرابی نرم‌افزار
- نرم‌افزارهای بحرانی-ایمنی و نهفته بیدرنگ
- استانداردهای تضمین کیفیت نرم‌افزار در دامنه کاربردی خاص نظیر خودرو

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره
- آزمون پایان نیم‌سال: ۴۰ درصد نمره
- پروژه: ۲۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] F. J. Furrer. *Safety and Security of Cyber-Physical Systems: Engineering Dependable Software using Principle-based Development*. Springer Vieweg, 2022.

[2] S. Bernardi, J. Merseguer, and D. C. Petriu. *Model-Driven Dependability Assessment of Software Systems*. Springer, 2013.

[3] C. Hobbs. *Embedded Software Development for Safety-Critical Systems*. 2nd Edition, CRC Press, 2020.

[4] I. Koren and C.M. Krishna. *Fault-Tolerant Systems*. 1st Edition, Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier, 2007.

[5] H. Pham. *System Software Reliability*. Springer-Verlag, 2006.

عنوان درس به فارسی:	نرم‌افزاری‌سازی و مجازی‌سازی شبکه		
عنوان درس به انگلیسی:	Network Softwarization and Virtualization		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ☑
دروس هم‌نیاز:	–		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☑ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی ☐

هدف کلی

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با دو فناوری جدید نرم‌افزاری کردن شبکه و مجازی‌سازی آن است که انقلابی در ارتباطات ایجاد نموده‌اند. این فناوری‌ها بسترهای ابری را برای ارتقای شبکه‌ها به خدمت گرفته‌اند و می‌توانند با قیمت کمتر، کیفیت بالاتر و انعطاف بیشتر، سرویس‌های شبکه را در اختیار کاربران قرار دهند. فناوری‌های مذکور در سیستم‌های موبایل نسل ۵ و ۶ و نیز در تجمیع موبایل با سیستم‌های ماهواره‌ای نقش اساسی دارند.

سرفصل‌ها

- مقدمه‌ای برشبکه‌های تعریف شده با نرم‌افزار (Software Defined Networks :SDN)
- صفحه داده، مقلدها (Emulators) و APIهای Open vSwitch (OVS) و mininet
- صفحه کنترل و کنترل کننده‌های ONOS و ODL
- مونیتورینگ شبکه و Tshark
- شبکه‌های برنامه‌پذیر (Programmable Networks، P4)
- شبکه‌های دسترسی رادیویی برنامه‌پذیر، شبکه‌های گسترده (WAN) برنامه‌پذیر و WAN برنامه‌پذیر نوری
- کاربردها در اینترنت اشیا، شهر هوشمند، و شبکه‌های موبایل نسل ۵ و ۶
- مجازی‌سازی شبکه (Network Virtualization)، توابع مجازی‌شده شبکه (NFV)، هم‌نوازی (Orchestration) و مقدمه‌ای بر محاسبات ابری، و Openstack

روش ارزشیابی (پیشنهادی)

- کوئیز و تمرین‌ها: ۴۰ درصد نمره
- آزمون پایان‌ترم: ۳۰ درصد نمره
- پروژه: ۳۰ درصد نمره

منابع علمی پیشنهادی

[1] B. Fetia, M. Abdelhamid, and S. Sami. *Software-defined networking: Extending SDN control to large-scale networks*. Wiley-ISTE. 2022

[2] G. Pujolle. *Software Networks*. 2nd Edition. Wiley-ISTE. 2020