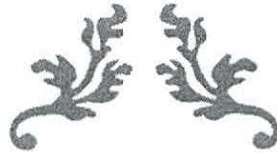




جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی



برنامه درسی رشته

مهندسی کامپیوتر

Computer Engineering

مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته



کراش

شبکه های کامپیوتری

Computer Networks

گروه فنی و مهندسی
پیشنهادی دانشگاه فردوسی مشهد



بیت

نام رشته: مهندسی کامپیوتر

عنوان گرایش: شبکه های کامپیوتری

گروه: فنی و مهندسی

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته

کارگروه تخصصی: مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

نوع مصوبه: بازنگری

پیشنهادی: دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۰۸/۱۶

برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته مهندسی کامپیوتر گرایش شبکه های کامپیوتری، در جلسه شماره ۱۶۲ تاریخ ۱۴۰۰/۰۸/۱۶ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی به شرح زیر تصویب شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که پس از تصویب این برنامه درسی در دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی پذیرفته می شوند، قابل اجرا است.

ماده دو - این برنامه درسی، براساس برنامه درسی رشته مهندسی کامپیوتر گرایش شبکه های کامپیوتری مصوب جلسه ۸۳۶ تاریخ ۱۳۹۲/۰۴/۱۶ شورای عالی برنامه ریزی بازنگری شده است.

ماده سه - این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا در دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی پس از اخذ مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ابلاغ می شود.

ماده چهار - این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

دکتر محمد رضا آهنچیان
دبیر کمیسیون برنامه ریزی آموزشی





برنامه درسی

رشته: مهندسی کامپیوتر

گرایش: شبکه‌های کامپیوتری

دوره: کارشناسی ارشد

دانشکده: مهندسی

مصوب جلسه مورخ ۹۹/۰۸/۲۶ شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه

این برنامه براساس آیین‌نامه شماره ۲۱/۲۳۸۰۶ وزارت علوم تحقیقات و فناوری در خصوص تفویض اختیارات برنامه‌ریزی درسی به دانشگاه‌های دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکده مهندسی تدوین شده و در جلسه مورخ ۹۹/۰۸/۲۶ شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه به تصویب رسیده است.



مصوبه شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه فردوسی مشهد

رشته: مهندسی کامپیوتر

گرایش: شبکه‌های کامپیوتری

دوره: کارشناسی ارشد

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد که توسط اعضای هیات علمی گروه آموزشی مهندسی کامپیوتر تدوین شده است با اکثریت آراء به تصویب رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم‌الاجرا است.

- هر نوع تغییر در برنامه درسی مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه برسد.

ایمان الله یگدلی
مدیر برنامه‌ریزی و توسعه آموزش دانشگاه

مرتضی کرمی
رئیس گروه برنامه‌ریزی آموزشی و درسی دانشگاه

رضا پیش‌قدم
معاون آموزشی دانشگاه

رأی صادره جلسه مورخ ۹۹/۰۸/۲۶ شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه درسی مهندسی کامپیوتر گرایش شبکه‌های کامپیوتری در مقطع کارشناسی ارشد صحیح است. به واحد ذی‌ربط ابلاغ شود.



محمد کافی
رئیس دانشگاه





معاونت آموزشی

شورای برنامه ریزی درسی

برنامه درسی

دوره: کارشناسی ارشد

رشته: مهندسی کامپیوتر

گرایش: شبکه های کامپیوتری





فصل اول

کلیات



بسمه تعالی

تعریف رشته:

شبکه‌های کامپیوتری، مجموعه‌ای از کامپیوترهای مستقل متصل به یکدیگر می‌باشد که با یکدیگر ارتباط داشته و تبادل داده می‌کنند. مستقل بودن کامپیوترها به این معنی است که هر کدام دارای واحدهای کنترلی و پردازشی مجزا بوده و نبود یکی بر عملکرد سایر اجزا اثر نخواهد داشت. شبکه‌های کامپیوتری یک مجموعه از دستگاه‌ها و یا اتصالاتی است که میان دو یا چند رایانه جهت تبادل اطلاعات و حداکثر استفاده از دنیای اینترنت و شبکه، قرار دارد. تجهیزات شبکه نیز به هر آنچه برای راه‌اندازی شبکه‌های کامپیوتری نیاز است، گفته می‌شود. رشته کارشناسی ارشد شبکه‌های کامپیوتری، شامل مجموعه‌ای از دروس اختصاصی می‌باشد که آخرین دستاوردها و فناوری‌های مرتبط با طراحی، ارزیابی و پیاده‌سازی سیستم‌های شبکه‌های کامپیوتری می‌پردازد. در این رشته، جنبه‌های مدیریتی و فناوری شبکه‌های کامپیوتری بررسی و آموزشی‌های لازم به دانشجویان داده می‌شود.

هدف رشته:

تربیت افراد و متخصصانی که در زمینه مطالعه، طراحی، ساخت، راه‌اندازی و نگهداری سیستم‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری، شبکه‌های کامپیوتری و همچنین جمع‌آوری، سازمان‌دهی، طبقه‌بندی، استفاده و انتقال اطلاعات و مدیریت فرآیندهای آن‌ها تبحر لازم را داشته باشند.

ضرورت و اهمیت رشته:

امروزه با گسترش اینترنت و سرویس‌های آن و همین‌طور با ارائه فناوری‌های جدید نظیر اینترنت اشیا و محاسبات ابری، شبکه‌های کامپیوتری از اهمیت بالایی برخوردار شده است. به‌منظور استفاده از سرویس‌های جدید در اینترنت و سایر فناوری‌های مرتبط با آن، نیاز به توسعه سخت‌افزار و نرم‌افزارهای شبکه می‌باشد. به‌عبارت‌دیگر، شبکه‌های کامپیوتری شالوده و زیرساخت ارتباطات امروزی در اینترنت را فراهم می‌آورند. در تمام بنگاه‌های تجاری، ارگان‌های دولتی، شرکت‌ها، دانشگاه‌ها و سازمان‌ها، استفاده از شبکه‌های کامپیوتری به یک امر عادی تبدیل شده است. اکثر سخت‌افزارهای کاربردی نظیر تلفن‌های هوشمند، دوربین‌های مداربسته، سنسورهای مورد استفاده در اینترنت اشیا و همچنین نرم‌افزارهای کاربردی بر روی بستر شبکه‌های کامپیوتری طرح‌ریزی می‌شوند. همچنین با توجه به گسترش کاربردهای مبتنی بر فناوری اطلاعات که بر بستر شبکه‌ای کامپیوتری و اینترنت قرار می‌گیرند، ایجاد امنیت و جلوگیری از نفوذهای غیرمجاز از اهمیت بالایی برخوردار است که این مسئله ضرورت وجود این رشته را شدیداً مورد توجه قرار داده است.

نقش، توانایی و شایستگی دانش‌آموختگان:



دانش‌آموختگان این رشته قادر خواهند بود با توانایی‌های برگرفته از تحصیلات خود در این زمینه فعالیت‌های گوناگونی را انجام داده و در حرفه‌های متفاوت و متنوعی مشغول به خدمت‌رسانی شوند. از جمله دانش‌های کاربردی این گرایش می‌توان به موارد مهمی همچون طراحی و پیکربندی و پیاده‌سازی شبکه‌های کامپیوتری و برنامه‌نویسی شبکه اشاره کرد. امنیت در شبکه‌های کامپیوتری از دیگر مباحثی است که در قالب تعلیمات مرتبط با این گرایش قرار می‌گیرد. مهندسان گرایش شبکه‌های کامپیوتری همچنین قادر خواهند بود با مهندسان گرایش‌های دیگر مثل تجارت الکترونیک در زمینه بسترسازی برای فعالیت‌هایشان، همکاری کنند. ساختن برنامه‌های تحت شبکه اینترنت جهانی یا web و پیاده‌سازی سیستم‌های توزیع‌شده (مانند پایگاه داده‌های توزیع‌شده یا سیستم‌عامل‌های توزیع‌شده) از دیگر فعالیت‌هایی است که به کارشناسان محصل در این گرایش آموزش داده می‌شود. انجام پژوهش‌های بنیادی در حوزه شبکه‌های کامپیوتری و کسب آمادگی لازم برای ورود به دوره دکترا، از دیگر دستاوردهای این رشته برای دانش‌آموختگان می‌باشد. همچنین شناخت بازار کار و آمادگی لازم برای انجام پروژه‌های صنعتی کاربردی در حوزه شبکه‌های کامپیوتری از دیگر دستاوردهای دانش‌آموختگان این رشته می‌باشد.

طول دوره و شکل نظام:

دوره کارشناسی ارشد به صورت آموزشی-پژوهشی است و مدت مجاز تحصیل در آن دو سال (۴ نیمسال تحصیلی) می‌باشد

تعداد و نوع واحدها درسی:

دوره کارشناسی ارشد شبکه در دو تمرکز متفاوت شامل تمرکز شبکه و تمرکز امنیت شبکه ارائه می‌شود. کل واحدهای درسی ۲۹ واحد و به شرح زیر می‌باشد

- درس تخصصی: ۱۱ واحد
- درس اختیاری: ۱۲ واحد
- پایان‌نامه: ۶ واحد

شرایط و ضوابط ورود به دوره:

دانشجویان این دوره از طریق آزمون ورودی و از بین دانش‌آموختگان کارشناسی مهندسی کامپیوتر، مهندسی برق و علوم کامپیوتر انتخاب می‌شوند. بدیهی است دانشجویان ورودی از رشته‌های غیر مرتبط لازم است تا سقف ۱۲ واحد را در ترم اول مطابق با نظر گروه آموزشی اخذ نمایند.





فصل دوم

واحدهای درسی و جداول دروس



جدول ۱- دروس جبرانی^۱

پیش نیاز / هم نیاز	تعداد ساعات			تعداد واحد			نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری		
-	۴۸	۰	۴۸	۳	۰	۳	انتقال داده‌ها	۱
-	۴۸	۰	۴۸	۳	۰	۳	برنامه‌نویسی پیشرفته	۲
-	۴۸	۰	۴۸	۳	۰	۳	سیستم عامل	۳
-	۴۸	۰	۴۸	۳	۰	۳	شبکه‌های کامپیوتری	۴
-	۴۸	۰	۴۸	۳	۰	۳	طراحی الگوریتم‌ها	۵
-	۴۸	۰	۴۸	۳	۰	۳	آمار و احتمال مهندسی	۶
	۲۸۸	۰	۲۸۸	۱۸	۰	۱۸	جمع	

جدول ۲- دروس تخصصی

پیش نیاز / هم نیاز	تعداد ساعات			تعداد واحد			نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری		
-	۴۸	۰	۴۸	۳	۰	۳	شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته	۱
-	۴۸	۰	۴۸	۳	۰	۳	شبکه‌های بی‌سیم و سیم	۲
-	۴۸	۰	۴۸	۳	۰	۳	سیستم‌های توزیع شده	۳
-	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	سمینار	۴
	۱۷۶	۰	۱۷۶	۱۱	۰	۱۱	جمع	

^۱ دانشجویانی که دروس فوق را در مقاطع قبلی نگذرانده باشند، باید این دروس را به‌عنوان دروس جبرانی تا سقف ۱۲ واحد و درترم اول اخذ

نمایند. انتخاب دروس جبرانی به عهده استاد راهنما و تصویب گرایش می‌باشد.



جدول ۳- دروس اختیاری

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات		
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع
۱	ارزیابی کارایی سیستم‌ها و شبکه‌های کامپیوتری	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸
۲	رایانش ابری	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸
۳	شبکه‌های چندرسانه‌ای	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸
۴	امنیت شبکه پیشرفته	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸
۵	نظریه بهینه‌سازی و کاربرد آن در شبکه‌های کامپیوتری	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸
۶	مدیریت شبکه	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸
۷	نرم‌افزارسازی شبکه (NFV و SDN)	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸
۸	طراحی شبکه‌های کامپیوتری	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸
۹	کاربردهای داده‌کاوی در شبکه‌های کامپیوتری	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸
۱۰	کیفیت سرویس شبکه	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸
۱۱	رمزنگاری، امنیت اطلاعات و حریم خصوصی	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸
۱۲	سیستم‌های کامپیوتری امن	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸
۱۳	مقدمه‌ای بر زنجیره‌های بلوکی و ارزهای دیجیتال	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸
۱۴	رایانش سبز	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸
۱۵	نظریه اطلاعات و کدینگ	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸
۱۶	نظریه الگوریتمی بازی‌ها	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸
۱۷	طراحی و توسعه برنامه‌های کاربردی موبایل	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸
۱۸	نظریه صف	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸
۱۹	مباحث ویژه در شبکه‌های کامپیوتری	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸
۲۰	درسی از سایر گرایش‌های کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸
		۶۶	۰	۶۶	۱۰۵۶	۰	۱۰۵۶





فصل سوم

سرفصل دروس



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Computer Networks**

نوع درس: تخصصی پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

- آموزش فن‌آوری‌های جدید در حوزه‌های مختلف شبکه‌های کامپیوتری
- شناخت ابزارها شبیه‌سازهای شبکه

توانایی‌ها و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

- آشنایی با فناوری‌های جدید در حوزه شبکه‌های کامپیوتری
- انجام پروژه‌های کاربردی در حوزه‌های مرتبط با شبکه‌های کامپیوتری
- آمادگی انجام پژوهش‌های بنیادی در فناوری‌های جدید مرتبط با شبکه‌های کامپیوتری

سرفصل درس

- مقدمه‌ای بر شبکه‌های کامپیوتری، انواع آن
- معرفی معماری IP، مسیریابی و انواع آن، معماری مسیریاب‌های IP
- متریک‌های کارایی شبکه‌های کامپیوتری
- معرفی پارامترهای کارایی شبکه‌های کامپیوتری
- اصول کنترل ازدحام در TCP
- مدیریت منابع در شبکه
- مدیریت و مهندسی ترافیک در شبکه‌های IP
- کیفیت سرویس در شبکه‌های کامپیوتری
- معرفی پارامترهای کیفیت سرویس
- مبانی کیفیت سرویس، مدل‌های Diffserv, Intserv, RSVP و MPLS
- شبکه‌های چندرسانه‌ای
- پروتکل‌های چندرسانه‌ای



- Video Streaming
- Voice Over IP
- پروتکل‌های شبکه‌های چندرسانه‌ای
- شبکه‌های هم‌تا به هم‌تا
- معماری کلاینت سرور
- سرویس‌ها و کاربردهای شبکه‌های P2P
- اصول کار زنجیره‌های بلوکی
- مزایا و کاربردهای زنجیره‌های بلوکی
- معرفی بیت کوین
- اصول شبکه‌های بی‌سیم و موبایل
- کانال‌های بی‌سیم
- شبکه‌های وای فای
- اصول Mobility در شبکه‌های بی‌سیم
- Mobile IP
- اصول شبکه‌های موبایل و مشخصات نسل‌های مختلف شبکه موبایل
- رایانش ابری، محاسبات مه
- انواع سرویس‌های رایانش ابری
- شبکه‌های نرم‌افزار محور ((SDN
- معماری شبکه‌های نرم‌افزار محور
- مزایا و سرویس‌های SDN
- معرفی پروتکل OpenFlow
- مجازی‌سازی توابع شبکه ((NFV
- معرفی NFV و مزایای آن
- معماری NFV
- شبکه‌های اطلاعات محور (ICN)
- اصول اینترنت اشیا
- معرفی اینترنت اشیا و کاربردهای آن
- معماری شبکه‌های IoT
- معرفی ۶۰۰۰۰۰۰۰



- پروتکل‌های CoAP و MQTT
- شبکه‌های هوشمند برق و سرویس‌های آن
- معماری سنتی شبکه‌های برق
- معماری ارتباطی شبکه‌های هوشمند برق
- معرفی سرویس‌های AMI و Demand Response

روش یاددهی و یادگیری

سخنرانی همراه با نمایش کلیپ‌های آموزشی - انجام تکالیف توسط دانشجویان

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۲۰	نوشتاری: ٪۵۰	٪۲۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

Kurose, J. & Ross, K. (۲۰۱۳). *Computer Networking: A Top Down Approach*, ۶th Edition. Addison-Wesley

Peterson, L. L. & Davie, B. S. (۲۰۱۲). *Computer Networks: A Systems Approach*, ۵th Edition, Morgan Kaufmann.

Stallings, W. (۲۰۱۶). *Foundations of Modern Networking, SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud*, Pearson Education.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): شبکه‌های بی‌سیم و سیار

عنوان درس (انگلیسی): Mobile and Wireless Networks

نوع درس: تخصصی پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

- ارائه مباحث شبکه‌های سیار، WiFi، WiMAX و همچنین شبکه‌های در حال ظهور حسگر و سیار.
- توصیف فناوری‌ها و استانداردها و مدل‌سازی، تحلیل، طراحی و بهینه‌سازی این گونه شبکه‌ها.

توانایی‌ها و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

توانایی در تحلیل، طراحی، مدل‌سازی و بهینه‌سازی انواع شبکه‌های بی‌سیم.

سرفصل درس

- شبکه به‌عنوان تخصیص منابع.
- طبقه‌بندی انواع شبکه‌های بی‌سیم.
- مفاهیم، روش‌ها و مدل‌های پایه در ارتباطات بی‌سیم.
- مدل‌های کاربرد و جنبه‌های کارایی
- FDM-TDMA سلولی
- CDMA سلولی
- OFDMA-TDMA سلولی
- شبکه‌های ناهمگون و چند سطحی
- دسترسی تصادفی و شبکه‌های محلی بی‌سیم
- شبکه‌های سیار موردی (MANET)
- شبکه‌های توری بی‌سیم (WMNs)
- شبکه‌های حسگر بی‌سیم (WSN)
- مخبریات ماهواره‌ای
- شبکه‌های سل بی‌سیم پنجم (5G)



- شبکه‌های رادیو شناختی
- شبکه‌های دسترسی رادیو ابری (CRAN)
- نرم‌افزارهای شبیه‌ساز و شبکه‌های بی‌سیم

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
%۲۰	نوشتاری: %۵۰	%۲۰	%۱۰
	عملکردی: -		

منابع درس

C.M. Cordeiro and D.P. Agrawal, (۲۰۱۱). *Ad Hoc and Sensor Networks: Theory and Applications*, ۲nd Edition, World Scientific.

Goldsmith, A. (۲۰۰۵). *Wireless Communications*, Cambridge University Press.

Kumar, A.; Manjunath, D. & Kuri, J. (۲۰۰۸). *Wireless Networking*, Morgan Kaufmann Publishers.

Osseiran, A. (۲۰۱۶). *5G Mobile and Wireless Communications Technology*, ۱st Edition, Cambridge University Press.

Sesia, S., Baker, M. & Toufik, I. (۲۰۰۹). *LTE -The UMTS Long Term Evolution: From Theory to Practice*, John Wiley & Sons.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): سیستم‌های توزیع شده

عنوان درس (انگلیسی): Distributed Systems

نوع درس: تخصصی پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

آشنایی با اصول نظری و مفاهیم اساسی توزیع‌شدگی به‌ویژه توصیف، طراحی و تحلیل الگوریتم‌های موردنیاز 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

توانایی‌ها و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

حل مسائل مطرح در مدل‌های مختلف سیستم‌های توزیع‌شده

سرفصل درس

- معرفی نظریه سیستم‌های توزیع‌شده، مدل‌ها و روش‌های تحلیل آن‌ها، دسته‌بندی انواع مدل‌های مختلف سیستم‌های توزیع‌شده شامل مدل‌های همگام یا ناهمگام و مدل‌های ارتباطی مبتنی بر حافظه مشترک یا مبتنی بر تبادل پیغام، مروری بر روش‌های مدل‌سازی ریاضی انواع سیستم‌های بالا
- مدل‌سازی شبکه‌های همگام، روش‌های اثبات ویژگی‌های مدل، ملاک‌های پیچیدگی الگوریتم‌ها و سیستم‌های توزیع‌شده
- مدل‌سازی شبکه‌های ناهمگام، اتوماتای ورودی-خروجی (Lynch's I/O Automata)، روش‌های اثبات درستی و ویژگی‌های لازم پروتکل‌های ارتباطی توزیع‌شده
- مدل‌سازی شبکه‌های ناهمگام مبتنی بر حافظه مشترک (Shared Memory) یا مبتنی بر ارتباط با تبادل پیغام (Message Passing)
- الگوریتم‌های انتخاب رهبر در:
 - شبکه Ring همگام
 - شبکه‌های همگام عمومی
 - شبکه‌های ناهمگام با تبادل پیغام



- شبکه‌های ناهمگام با حافظه مشترک
- الگوریتم‌های توزیع شده پایه مبتنی بر گراف مانند جستجوی عرضی، کوتاه‌ترین مسیر و درخت پوشای کمینه در:
 - شبکه‌های همگام
 - شبکه‌های ناهمگام با تبادل پیغام و شبکه‌های ناهمگام با حافظه مشترک
 - الگوریتم‌های اجماع (Consensus) در:
 - شبکه‌های همگام با فرض امکان شکست ارتباط (Communication Failure)
 - شبکه‌های همگام با فرض امکان شکست پردازش (Process Failure)
 - مسائل و الگوریتم‌های انحصار متقابل در شبکه‌های ناهمگام مبتنی بر حافظه مشترک
 - مسائل و الگوریتم‌های انحصار متقابل در شبکه‌های ناهمگام مبتنی بر تبادل پیغام
- سایر الگوریتم‌ها برای شبکه‌های ناهمگام مبتنی بر حافظه مشترک شامل الگوریتم‌های تخصیص منابع Recourses (Allocation) و الگوریتم‌های اجماع؛ اثباتی برای عدم امکان اجماع در شبکه‌های ناهمگام مبتنی بر حافظه مشترک که دارای پردازش مشکل‌دار (شبکه‌های Fault Prone) هستند
- مفاهیم اشیای اتمی و مسائل مرتبط با تصویرهای لحظه‌ای اتمی (Atomic Snapshots)
- مروری بر مسائل مطرح شده بار برای سیستم‌های توزیع شده مبتنی بر زمان‌بندی (Timing) به خصوص مسائل انحصار متقابل در این گونه سیستم‌ها، مسائل همگام‌سازی ساعت‌ها (Clock Synchronization) و مسئله اجماع (معرفی برخی زمینه‌های پژوهشی منتخب) کاربرد تحلیلی الگوریتم‌ها و روش‌های فرمال فوق در سیستم‌های توزیع شده بر بسترهای ارتباطی جدید مانند سیستم‌های بی‌سیم به خصوص شبکه‌های موبایل و ad hoc؛ مختصری پیرامون حساب پای (π-Calculus)، حساب عامل‌های متحرک (Ambient Calculus) و مدل‌های مبتنی بر اکتور (Actor)، زنجیره‌های بلوکی (Block-Chain) و ارزش‌های دیجیتال، مسائل خود پایدارسازی (Self-Stabilization)، رابطه نظریه بازی و نظریه سیستم‌های توزیع شده.

روش ارزیابی

ارزیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۵	٪۲۰	نوشتاری: ٪۵۰	٪۱۵
		عملکردی: -	ارائه مقاله‌ای در موضوعات مرتبط که حداقل مستلزم مطالعه پنج مقاله بروز می‌باشد

فهرست منابع کتاب‌ها و مقالات
 Attiya, H. & Welch, J. (۲۰۰۴). *Distributed Computing: Fundamentals, Simulations, and Advanced Topics*, ۲nd Edition, Wiley.



Lynch, N. (۱۹۹۶). *Distributed Algorithms*. Morgan Kaufmann.

Tanenbaum, A.S & Van Steen, M. (۲۰۱۶). *Distributed Systems: Principles and Paradigms*
۲nd Edition, Morgan Kaufmann Publishers.

Tel, G. (۲۰۰۰). *Introduction to Distributed Algorithms*, ۲nd Edition, Cambridge University Press.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): ارزیابی کارایی سیستم‌ها و شبکه‌های کامپیوتری

عنوان درس (انگلیسی): Performance Evaluation of Computer Systems and Networks

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/ هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

درک روش‌های مدل‌سازی و ارزیابی سیستم‌های کامپیوتری و شبکه‌های کامپیوتری

توانایی‌ها و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

- آشنایی با مفاهیم مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌ها
- آشنایی با روش‌های ارزیابی کارایی سیستم‌های کامپیوتری
- شناخت فرایندهای تصادفی و مدل‌های احتمالاتی
- آشنایی با زنجیره‌های مارکف و تئوری صف

سرفصل درس

- ارزیابی کارایی سیستم و کاربردهای آن در سیستم‌های کامپیوتری
 - متریک‌های ارزیابی سیستم‌های کامپیوتری
 - شبیه‌سازی کامپیوتری
 - مدل‌سازی ریاضی
 - اندازه‌گیری واقعی
 - روش‌های صحت‌سنجی و اعتبار‌سنجی مدل
- مبانی احتمال و آمار
- متغیرهای تصادفی
 - متغیرهای تصادفی پیوسته و گسسته
 - تابع توزیع تجمعی و تابع چگالی احتمال
 - میانگین و واریانس متغیرهای تصادفی
 - انواع تابع توزیع احتمال پیوسته و گسسته



- توابع متغیرهای تصادفی
- ممان‌های متغیرهای تصادفی و تابع مولد ممان
- تابع توزیع ترکیبی
- متغیرهای تصادفی مستقل
- کوواریانس، ضریب همبستگی
- فرآیندهای تصادفی
- فرآیندهای تصادفی وضعیت گسسته و گسسته در زمان
- فرآیند پواسن
- فرآیندهای ایستا و ارگادیک
- زنجیره‌های مارکوف
- دیاگرام حالت، ماتریس تغییر حالت و بردار وضعیت زنجیره مارکوف
- ماتریس مارکوف و ویژگی‌های آن
- زنجیره‌های مارکوف در حالت ماندگار
- کلاس‌های وضعیت زنجیره مارکوف
- زنجیره مارکوف پریودیک و زنجیره‌های مارکوف ارگادیک
- طبقه‌بندی زنجیره‌های مارکوف
- زنجیره‌های مارکوف تقلیل پذیر
- حالت‌های بسته و گذرا
- ویژگی‌های ماتریس تغییر حالت زنجیره‌های مارکوف تقلیل پذیر
- زنجیره‌های مارکوف تقلیل پذیر ترکیبی
- زنجیره‌های مارکوف متناوب
- تعریف دوره تناوب و انواع زنجیره‌های مارکوف متناوب
- ویژگی‌های ماتریس تغییر حالت زنجیره‌های مارکوف متناوب
- زنجیره‌های مارکوف پیوسته در زمان (CTMC)
- زنجیره‌های CTMC همگن
- فرآیندهای تولد و مرگ
- تحلیل سیستم‌های تصف
- اجزای یک سیستم صف



- قانون لیتل
- صف $M/M/1/B$ با اتلاف $M/M/1/B$ و سیستم با اتلاف $M/M/1/B$
- صف با چند سرور $M/M/s$ و صف $D/M/1/B$
- شبکه‌های صف به شکل حاصل ضرب باز و بسته نظیر جکسون و BCMP
- ابزارهای اندازه‌گیری، شبیه‌سازی و تحلیل سیستم‌ها و شبکه‌های کامپیوتری

روش یاددهی و یادگیری

سخنرانی همراه با نمایش کلیپ‌های آموزشی - انجام تکالیف توسط دانشجویان

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۲۰	نوشتاری: %۵۰	%۲۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع


Garcia, A. L. (۲۰۱۱). *Probability, Statistics, and Random Processes for Electrical Engineering*, ۳rd Edition, Pearson.

Gebali, F. (۲۰۱۵). *Analysis of Computer Networks*. Springer.

Harchol-Balter, M. (۲۰۱۳). *Performance Modeling and Design of Computer Systems: Queueing Theory in Action*, Cambridge University Press.

Ross, Sh. M. (۲۰۱۰). *Introduction to Probability Models*, ۱۰th Edition, Academic Press.

Trivedi, K. (۲۰۰۱). *Probability and Statistics with Reliability, Queueing, and Computer Science Applications*. John Wiley and Sons.

مشخصات دروس:  **رایانش ابری**

عنوان درس (انگلیسی): Cloud Computing

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/ هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

- آشنایی با نیازمندی‌ها و مباحث روز مرتبط با صنعت رایانش و ارائه راهکارهای علمی و عملی برای حل مسائل متناسب با فناوری‌های نوین محاسباتی و ذخیره‌سازی
- شناخت کاربردهای مرتبط نظیر پایگاه داده، کلان داده و شبکه‌های اجتماعی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

توانایی مهندسی و طراحی زیرساخت‌های ابری، طراحی الگوریتم و برنامه‌نویسی در بسترهای ابری، شناخت استانداردها و واسط‌های توسعه ابری، مدیریت چرخه عمر منابع و ماشین‌های مجازی، طراحی و مهندسی شبکه‌های ابری

سرفصل درس

- فلسفه رایانش ابری
- تعاریف پایه، مشخصه‌ها، مدل‌های سرویس، مدل‌های استقرار
- رایانش ابری در کسب‌وکار
- مدل‌های خدمت در رایانش ابری (SaaS, PaaS, IaaS)
- مجازی‌سازی
- بررسی تکنیک‌های مهاجرت زنده ماشین مجازی
- مراکز داده ابری
- بررسی استانداردهای مربوط به محل استقرار مراکز داده
- بررسی آمار و وضعیت مراکز داده مربوط به شبکه ملی اطلاعات
- مقایسه کارایی روش‌های سوئیچینگ در مراکز داده (EoR / ToR)
- بررسی پروژه DARPA-MRC
- بررسی پروژه DARPA-CORONET
- ابزارهای مدیریت زیرساخت ابری



- تحقیق بر روی یکی از زیر پروژه‌های اپن استک (در حد معرفی و معماری) که اطلاعات اولیه در خصوص هر کدام در سایت stackalytics.com در دسترس است.
- رایانش ابری سبز
- کلاستر و پردازش فوق‌سریع
- شبکه‌های میان‌ارتباطی
- ارزیابی کارایی
- ارزیابی کارایی یک سرویس ابری با استفاده از ابزار `jmeter`
- پردازش موازی
- شبیه‌سازی ابر
- امنیت رایانش ابری
- مدیریت مخاطرات در رایانش ابری
- الگوریتم‌های مرتبط با رایانش ابری
- برنامه‌ریزی ظرفیت
- مدل‌های قیمت‌گذاری و مجوز دهی
- رایانش در همه‌جا و اینترنت اشیا

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
%۲۰	نوشتاری: %۵۰	%۲۰	%۱۰
	عملکردی: -		

منابع درس

Hwang, K., Dongarra, J. J. & Fox, G. C. (۲۰۱۱). *Distributed and Cloud Computing*, ۱۷th. Morgan-Kaufmann.

Rafaels, R. J. (۲۰۱۵). *Cloud Computing: From Beginning to End*, CreateSpace Independent Publishing Platform.

IEEE Transactions on Cloud Computing

مشخصات دروس
عنوان درس (فارسی): شبکه‌های چندرسانه‌ای



عنوان درس (انگلیسی): Multimedia Networks

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

ارائه مفاهیم پایه و پیشرفته مربوط به انتقال محتوای چندرسانه‌ای بر روی انواع شبکه‌های کامپیوتری با در نظر گرفتن کیفیت

سرویس

سرفصل درس

مقدمه و مفاهیم پایه شامل:

- انواع رسانه برای انتقال محتوا
- مفاهیم مرتبط با انواع شبکه‌های کامپیوتری
- شبکه‌های مبتنی بر IP
- شبکه‌های چندرسانه‌ای
- سیستم‌های چندرسانه‌ای
- مشخصه سیگنال‌های صوتی، تصویر و ویدئو
- فشرده‌سازی صوتی، تصویر و ویدئو
- شبکه‌های نسل جدید
- تضمین کیفیت در سرویس‌های چندرسانه‌ای
- مفاهیم پایه همچون مکانیزم‌های کنترل پذیرش
- معماری‌های ارائه کیفیت سرویس
- مهندسی اینترنت
- زمان‌بندی
- کنترل جریان و بروز ازدحام در شبکه
- روش‌های بازیابی خطا
- پروتکل RMTP –Reliable Multicast Transport Protocol

اختفا و تصحیح خطا
جریان سازی ویدئو بر روی IP

<ul style="list-style-type: none"> • جریان سازی چندپخشی • جریان سازی بر روی شبکه‌های نظیر به نظیر کاربردهای بلادرنگ پروتکل‌های ارائه سرویس‌های چندرسانه‌ای • پروتکل‌های سیگنالینگ مانند SIP و H^{۳۲۳} • پروتکل‌های جریان سازی ویدئو مانند RTP و RTCP استانداردهای کدینگ چندرسانه‌ای • JPEG/JPEG۲۰۰۰ • MPEG/H^{۲۶X} • کدینگ ویدئو پایدار سرویس‌های چندرسانه‌ای بر روی شبکه‌های بی‌سیم و سنسور سرویس‌های چندرسانه‌ای بر روی شبکه‌های اینترنت اشیا (Internet of Multimedia things) • ارتباطات در اینترنت اشیا • پروتکل‌های ارتباطی اینترنت اشیا • ارتباطات چندرسانه‌ای در اینترنت اشیا کاربردهای شبکه‌های چندرسانه‌ای همچون تلویزیون دیجیتال و VoIP و IPTV امنیت شبکه‌های چندرسانه‌ای شبکه‌های تحویل محتوا متدولوژی طراحی شبکه‌های چندرسانه‌ای حوزه‌های تحقیقاتی باز مرتبط با شبکه‌های چندرسانه‌ای

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
۱۰٪	۲۰٪	نوشتاری: ۵۰٪ عملکردی: -	۲۰٪

Chouand, P.A. M. & Schaar, van der (۲۰۱۱). *Multimedia over IP and Wireless Networks*, Academic Press.



Jain, R. (۱۹۹۱). *The Art of Computer Systems Performance Analysis*. Wiley Interscience.

Kuo, F., Effelsberg, W. & Garcia-Luna-Aceves, J. (۲۰۰۰). *Multimedia Communications: Protocols and Applications*. Prentice Hall PTR.

Kurose, J. F. & Ross, K. W. (۲۰۰۰). *Introduction on Multimedia Networking. Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet*, ۲nd Edition, Pearson.

Schaar, M. V. & Chou, P. A. (۲۰۰۷). *Multimedia over IP and Wireless Networks: Compression, networking, and Systems*. Academic Press.

Vidal, I.; Soto, I., Banchs, A., Garcia-Reinoso, J.; Lozano, I. & Camarillo, G. (۲۰۱۹). *Multimedia Networking Technologies, Protocols, and Architectures*, Artech House.

IEEE Transactions on Multimedia

مشخصات درس

عنوان درسی (فارسی): امنیت شبکه پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): Advanced Network Security



نوع درس: اختیاری	پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■	ندارد □	پیش نیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۴۸	

اهداف درس

- آشنایی با مباحث پیشرفته و جدید در زمینه امنیت شبکه‌های کامپیوتری
- تجزیه و تحلیل و شناسایی آسیب پذیری‌ها، تهدیدها و حملات علیه سیستم‌های شبکه مدرن
- تعریف خواص و الزامات دقیق راه‌حل‌های امنیتی سیستم‌های شبکه
- طراحی و تحلیل پروتکل‌های امنیتی، مکانیزم‌ها و معماری‌هایی که از عملکرد شبکه در برابر حملات محافظت می‌کنند
- تجزیه و تحلیل مکانیسم‌های امنیتی عمومی به‌طور کیفی و کمی

توانایی‌ها و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

- درک مفاهیم پایه و فن آوری‌های مرتبط با امنیت سیستم‌های شبکه مدرن
- حل مشکلات فنی موجود و واقعی
- آمادگی برای انجام پروژه‌های مستقل در موضوعات مرتبط

سرفصل درس

- امنیت اینترنت و شبکه‌های TCP/IP
- امنیت شبکه‌های موبایل داده و صدا و امنیت شبکه‌های شخصی و محلی
- امنیت شبکه‌های حسگر
- امنیت شبکه‌های موبایل و ad hoc و ترکیبی مثل سیستم‌های ارتباطی و سایل نقلیه
- SSI/TLS
- Kerberos
- Secure multicast
- PKI و تبادل کلید
- محرمانگی داده
- حفظ حریم خصوصی نقطه به نقطه
- امنیت DNS
- تکنیک‌های بهره‌برداری و فازی



- طراحی سیستم ایمن، کنترل دسترسی و محافظت
- نحوه رفتار با کد برنامه بد: isolation و sandboxing
- استفاده از رمزنگاری در امنیت رایانه
- مدل اصلی امنیت وب
- تأیید اعتبار کاربر و مدیریت نشست
- HTTPS: اهداف و مشکلات
- مشکلات امنیتی در پروتکل های شبکه: SMTP, DNS, TCP و مسیریابی
- معماری محاسباتی مورد اعتماد
- دیواره آتش (Firewalls): محل قرارگیری در توپولوژی شبکه، DMZ, Stateful/stateless
- سامانه های تشخیص نفوذ (IDS): محل قرارگیری در توپولوژی شبکه، false positive/negative
- NIDS/HIDS
- Hybrid NIDS and HIDS
- Correlation Engine
- حملات منع سرویس (DoS): تشریح حمله و راه کارهای مقابله، Anomaly filtering, Pushback, Client puzzle
- Worms/Malwares: الگوریتم های پخش، راه کارهای مقابله، آسیب پذیری
- Botnets: روش های کنترل شبکه بات تشخیص آن
- ظرف های عسل (Honey-pots): طراحی و معماری، حمله به Honey-pot ها
- Spyware, adware, keyloggers, browser hijackers
- حملات Phishing: تشریح حمله و راه کارهای مقابله
- آنالیز ترافیک عادی و رمز شده
- شبکه های Mixnet
- Onion Routing و شبکه گمنامی Tor
- پروتکل های امن در شبکه های کامپیوتری
- رأی گیری الکترونیکی
- گمنامی در رأی گیری و شبکه های Mixnet
- پرداخت الکترونیکی
- امنیت مسیریابی: امنیت AS ها، امنیت پروتکل BGP, Prefix Hijacking, S-BGP
- Network Forensics



- فیلترهای بلوم
- امنیت شبکه‌های بی‌سیم WPA/WEP
- امنیت شبکه VoIP

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۲۰	نوشتاری: %۵۰	%۲۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

Ciampa, M. (۲۰۱۵). *Security+ Guide to Network Security Fundamentals*, Cengage Learning.

Douligeris, C. & Serpanos, D.N. (۲۰۰۷). *Network Security: Current Status and Future Directions*, Wiley-IEEE Press,

Stallings, W. (۲۰۱۱). *Network Security Essentials: Application and Standard*, Prentice-Hall,

مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): نظریه بهینه‌سازی و کاربرد آن در شبکه‌های کامپیوتری

عنوان درس (انگلیسی): **Optimization Theory and Its Applications in Computer Networks**



نوع درس: اختیاری	پیش نیاز/ هم نیاز: دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	پیش نیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۴۸	

اهداف درس

- آشنایی با تئوری بهینه‌سازی و کاربردهای آن در شبکه‌های کامپیوتری
- آشنایی با نحوه توصیف مسائل بهینه‌سازی با زبان‌های مدل‌سازی

توانایی‌ها و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

استفاده از ابزارهای موجود برای حل مسائل بهینه‌سازی

سرفصل درس

- مروری بر مفاهیم موردنیاز در درس شامل جبر خطی و حسابان
- مفهوم بهینه‌سازی و ساختار مسائل بهینه‌سازی و روش‌های حل آن‌ها
- روش‌های Trust Region و Line Search
- شرایط KKT برای بهینگی و مفاهیم الگوریتم‌های Barrier و Penalty Method
- بهینه‌سازی محدب و اهمیت آن در بحث مسائل شبکه
- برنامه‌ریزی خطی به‌عنوان پایه‌ای‌ترین نوع مسائل بهینه‌سازی
- برنامه‌ریزی خطی اعداد صحیح
- بحث در خصوص مسائل بهینه‌سازی شامل متغیرهای عددی و پیچیدگی آن‌ها
- مرور روش‌های تقریب مسائل سخت بهینه‌سازی
- معرفی، مدل‌سازی و حل مسائل بهینه‌سازی در شبکه‌های سیمی
- معرفی مسائل مختلف بهینه‌سازی در شبکه‌های بی‌سیم و روش‌های حل آن‌ها

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
٪۲۰	نوشتاری: ٪۵۰	٪۲۰	



Boyd, S. & Vandenberghe, L. (۲۰۰۴). *Convex Optimization*. Cambridge University Press.

Chen, D., Batson, R. G. & Dang, Y. (۲۰۱۰). *Applied integer programming: modeling and solution*. John Wiley & Sons.

Kochenderfer, M. J. & Wheeler, T. A. (۲۰۱۹). *Algorithms for Optimization*, The MIT Press.

Nocedal, J., & Wright, S. J. (۲۰۰۷). *Numerical Optimization*. Springer.

Pioro, M. & Medhi, D. (۲۰۰۴). *Routing, Flow, and Capacity Design in Communication and Computer Networks*. Morgan Kaufmann.

Resende, M. G.C. & Pardalos, P. M. (۲۰۰۶). *Handbook of Optimization in Telecommunications*. Springer Verlag.

Vanderbei, R. J. (۲۰۰۷). *Linear Programming: Foundations and Extensions*. Springer.

مشخصات درس

عنوان دروس (فارسی): مدیریت شبکه

عنوان درس (انگلیسی): Network Management

نوع درس: اختیاری	پیش نیاز/ هم نیاز: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	پیش نیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

- آشنایی با مفاهیم، روش‌ها، استانداردهای مدیریت شبکه (نظیر SNMP و ISO).
- آشنایی با ابزارها و کاربردهای مدیریت شبکه

توانایی‌ها و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

فهم موضوعات تحقیقاتی روز در زمینه مدیریت شبکه

سرفصل درس

- مفاهیم پایه و معماری‌های مدیریت شبکه
- استانداردهای مدیریت شبکه
- معماری مدیریت شبکه
- ابعاد مدیریت شبکه
- معماری مدیریت شبکه
- مدیریت شبکه بر اساس SNMP
- مدل ساختاری و ارتباطی
- مدل عملیاتی و ارتباطی
- معماری عناصر مدیریت شبکه
- کاربردها
- پایگاه اطلاعات مدیریتی
- امنیت مدیریت شبکه
- مانیتورینگ راه دور (RMON)
- مقدمه‌ای بر مانیتورینگ راه دور شبکه
- ابزارها و سیستم‌های مدیریت شبکه
- ابزارهای مدیریت شبکه
- سیستم‌های تشخیص آماری شبکه



- سیستم‌های مدیریت شبکه
- راهکارهای پیشرفته مدیریت شبکه
- کاربردهای مدیریت شبکه
- مدیریت پیکربندی
- مدیریت خطا
- مدیریت حسابداری
- مدیریت کارایی
- مدیریت امنیت
- مدیریت مبتنی بر وب شبکه
- مقدمه‌ای بر مدیریت تحت وب شبکه
- DMI
- WBEM
- JDMK
- مدیریت مبتنی بر XML
- مدیریت مبتنی بر CORBA
- متدهای ساماندهی مدیریت یکپارچه شبکه
- مدیریت شبکه‌های چندلایه‌ای (فیزیکی و مجازی)
- مدیریت شبکه‌های SDN, NFV
- خودکارسازی شبکه‌های (ONAP و MANO)
- مدیریت در اینترنت اشیا

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
٪۲۰	نوشتاری: ٪۵۰	٪۲۰	٪۱۰
	عملکردی: -		

Clemm, A. (۲۰۰۶). *Network Management Fundamentals*. Cisco Press.



Shin,B. (۲۰۱۷). *A Practical Introduction to Enterprise Network and Security Management*, Auerbach Publications.

Stallings, W. (۲۰۰۵). *SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON 1 and 2*. Addison-Wesley Professional.

Subramaniam, M. (۲۰۱۲). *Network Management: Principles and Practices*, ۲nd Edition, Prentice Hall.

مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): نرم افزار سازی شبکه (SDN و NFV)

عنوان درس (انگلیسی): Network Softwarization (SDN & NFV)



نوع درس: اختیاری	پیش نیاز/ هم نیاز: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	پیش نیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

- آشنایی با پروتکل OpenFlow؛ چارچوب MANO و انواع کنترلر SDN
- آشنایی با نحوه پیاده سازی سناریوهای متفاوت در این شبکه

توانایی ها و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

فهم زیرساخت شبکه های نرم افزار محور و مجازی سازی توابع شبکه

سرفصل درس

- مفهوم Softwarization and virtualization
- معماری شبکه های نرم افزار محور
- اجزاء شبکه های نرم افزار محور
- پروتکل های مطرح این شبکه
- جزئیات v2.1 Openflow
- تجهیزات لایه زیرساخت SDN
- انواع کنترلرهای SDN و انواع برنامه های کاربردی SDN
- مهندسی ترافیک در شبکه های نرم افزار محور
- مدیریت منابع در شبکه توسط مفاهیم SDN
- تضمین کیفیت سرویس در شبکه از طریق لایه بندی SDN
- نصب و پیکربندی کنترلر OpenDaylight و ONOS
- نصب و راه اندازی سوئیچ های Openflow و محیط mininet
- پیاده سازی سناریوهای مطرح در بستر تست فراهم شده
- چارچوب و اجزا NFV و NFVI
- استاندارد ETSI برای NFV
- چهارچوب همکاری بین SDN, NFV
- 

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۲۰	نوشتاری: ٪۵۰	٪۲۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

Chayapathi, R.; Hassan S. & Shah, P. (۲۰۱۶). *Network Functions Virtualization (NFV) with a Touch of SDN*, Addison-Wesley Professional.

Edelman, J.; Lowe, S.S. & Oswalt, M. (۲۰۱۸). *Network Programmability and Automation: Skills for the Next-Generation Network Engineer*, O'Reilly Media.

Goransson, P.; Black Ch. & Culver, T. (۲۰۱۶). *Software Defined Networks: A Comprehensive Approach*. ۲nd Edition, Morgan Kaufmann.

Marschke, D. & Doyle, J. (۲۰۱۵). *Software Defined Networking (SDN): Anatomy of OpenFlow Volume I*, Lulu Publishing Services.

Nadeau, T.D. & Gray K. (۲۰۱۳). *SDN: Software Defined Networks: An Authoritative Review of Network Programmability Technologies*, O'Reilly Media.

Stallings, W. (۲۰۱۵). *Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud*, Addison-Wesley Professional.

IEEE transactions on network and service management

مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): طراحی شبکه‌های کامپیوتری

عنوان درس (انگلیسی): Computer Networks Design



نوع درس: اختیاری	پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■	ندارد □	پیش نیاز: شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۴۸	

اهداف درس

ارائه مفاهیم پایه و پیشرفته مربوط به اصول، چارچوب‌ها و معماری‌های فرآیند طراحی شبکه‌های کامپیوتری

توانایی‌ها و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

درک اصول و چارچوب‌های فرآیند طراحی شبکه

سرفصل درس

- معماری شبکه‌های همگرا و چندرسانه‌ای
- فرآیند تحلیل، معماری و طراحی شبکه
- فرآیند دسته‌بندی و تحلیل نیازمندی‌ها
- مدل‌سازی و ارزیابی شبکه‌های کامپیوتری
- مدل‌سازی و تحلیل جریان‌های ترافیکی
- تحلیل توپولوژی شبکه با مدل‌های گراف
- تشریح اصول و چارچوب‌های فرآیند طراحی شبکه
- قوانین در طراحی شبکه
- آرمان‌ها و اهداف نهایی طرح شبکه
- طراحی مؤلفه‌های معماری شبکه
- طراحی فیزیکی شبکه و انتخاب پروتکل‌ها
- شرح تفصیلی تکنولوژی لازم برای پیاده‌سازی طرح
- تکنولوژی اترنت: از اترنت سنتی تا اترنت ده گیگابیت بر ثانیه
- تکنولوژی بی‌سیم: از بی‌سیم ۱ مگابیت تا ۱۰۸ مگابیت بر ثانیه
- تکنولوژی سوئیچ: از سوئیچ‌های گیگابیتی تا ترابیتی
- طراحی شبکه‌های بی‌سیم
- طراحی ناحیه پوشش رادیویی
- طراحی رومینگ ملاحظات محیطی



- ایجاد لینک‌های نقطه‌به‌نقطه
- طراحی شبکه پردیس
- ارائه چندین معماری سلسله‌مراتبی برای شبکه‌های پردیس از هزار تا صد هزار کاربر
- طراحی شبکه‌های نوری
- طراحی مراکز داده

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۲۰	نوشتاری: %۵۰	%۲۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

Ergun, O. (۲۰۱۹). *Service Provider Networks: Design and Architecture Perspective*, Independently published.

Kershenbaum, A. (۱۹۹۳). *Telecommunications network design algorithms*. McGraw-Hill.

McCabe, D. (۲۰۰۷). *Network Analysis, Architecture, and Design*, Morgan Kaufmann,

Oppenheimer, P. (۲۰۱۰). *Top-Down Network Design*, Cisco Press.

Schwartz, M. (۱۹۷۷). *Computer-Communication Network Design and Analysis*, Prentice Hall.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): کاربردهای داده کاوی در شبکه های کامپیوتری

عنوان درس (انگلیسی): Data Mining Applications in Computer Networks

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

ارائه الگوریتم های داده کاوی جهت کاربرد در شبکه های کامپیوتری

توانایی ها و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

پیش بینی الگوی بار ترافیکی شبکه های کامپیوتری

سرفصل درس

- الگوریتم های داده کاوی
 - جمع آوری داده در شبکه
 - پیش پردازش داده های شبکه
 - مدل سازی داده های شبکه
 - ارزیابی مدل داده های شبکه
- متدهای داده کاوی در شبکه های کامپیوتری جهت
 - پیش بینی الگوی بار ترافیکی شبکه
 - Classification
 - Clustering
 - Regression
 - Anomaly Detection
- استفاده از روش های داده کاوی در شبکه های حسگر بی سیم
 - کاربرد در کلاسترینگ شبکه
 - کاربرد در ترافیک شبکه
 - تشخیص نفوذات و فواید
 - کاربرد در الگوریتم های طبقه بندی



- ذخیره‌سازی داده‌ها در شبکه
- تجمیع داده‌ها در شبکه
- یافتن الگوی داده‌ها در شبکه
- انتقال داده‌ها در شبکه
- کدینگ شبکه
- اصول کدگذاری داده‌ها جهت کاهش حجم داده‌ها
- یادگیری ماشین جهت داده‌کاوی داده‌های شبکه
- الگوهای ترافیکی در شبکه‌های جدید و نرم‌افزار محور
- دسته‌بندی جریان‌های ترافیکی در شبکه‌های نرم‌افزار محور

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۲۰	نوشتاری: %۵۰	%۲۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

- Jiang, H., Chen, Q., Zeng, Y. & Li, D. (۲۰۱۹). *Mobile Data Mining and Applications*. Springer
- Leondes, C. T. (۲۰۰۲). *Database and Data Communication Network Systems, Techniques and Applications*. Academic Press.
- Ouyang, Y., Hu, M., Huet, A. & Li, Z. (۲۰۱۸). *Mining Over Air: Wireless Communication Networks Analytics*. Springer.
- Sanctis, M. D., Bisio, I. & Araniti, G. (۲۰۱۶). Data mining algorithms for communication networks control: Concepts, survey and guidelines. *IEEE Network*, ۳۰(۱), ۲۴-۲۹.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): کیفیت سرویس شبکه

عنوان درس (انگلیسی): Network Service Quality

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

آشنایی با نیازمندی‌ها و مباحث روز مرتبط با متدهای افزایش کیفیت سرویس در شبکه‌های کامپیوتری

توانایی‌ها و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

شناخت ابزار اندازه‌گیری و روش‌های ارزیابی متدهای کیفیت سرویس در شبکه

سرفصل درس

- مفهوم کیفیت سرویس
- نیازمندی‌های کیفیت سرویس
- کیفیت سرویس از دیدگاه کاربر
- کیفیت سرویس از دیدگاه شبکه
- پارامترهای کیفیت سرویس در شبکه
- مهندسی ترافیک
- مسیریابی با قید کیفیت سرویس
- کیفیت سرویس در شبکه‌های TCP/IP
- روش‌های رزرو منابع در اینترنت
- پروتکل رزرو منابع در اینترنت
- MPLS
- ATM
- سرویس مجتمع
- سرویس مبتنی بر شبکه
- مکانیزم‌های کیفیت سرویس انتها به انتها



- استفاده از زنجیره مارکوف در افزایش کیفیت سرویس
- کلاس بندی جریان ترافیک
- زمان بندی جریان ترافیک
- کنترل پذیرش جریان های ترافیکی
- کنترل ازدحام ترافیک شبکه
- کنترل جریان ترافیک شبکه
- مدیریت منابع برای کیفیت سرویس
- کیفیت سرویس با استفاده از شبکه های نرم افزار محور
- کیفیت سرویس در شبکه های حسگر بی سیم؛ شبکه های اینترنت اشیا و شبکه های مجازی شده
- روش های ارزیابی متدهای کیفیت سرویس در شبکه
- ابزار اندازه گیری کیفیت سرویس در شبکه

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۲۰	نوشتاری: %۵۰	%۲۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

- Barreiros, M. & Lundqvist, P. (۲۰۱۶). *QoS-Enabled Networks: Tools and Foundations (Wiley Series on Communications Networking & Distributed Systems)*, ۲nd Edition, Wiley.
- Braun, T., Diaz, M., Gabeiras, J.E. & Staub, Th. (۲۰۱۰). *End-to-End Quality of Service Over Heterogeneous Networks*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Jha, S. & Hassan, M. (۲۰۰۲). *Engineering Internet QoS*. Artech House.
- Marsic, I. (۲۰۱۰). *Computer Networks: Performance and Quality of Service*. Ivan Marsic.
- Szigeti, T.; Barton R.; Hattingh C. & Briley, K. (۲۰۱۳). *End-to-End QoS Network Design: Quality of Service for Rich-Media & Cloud Networks (Networking Technology)*, ۲nd edition, Cisco Systems.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): رمزنگاری، امنیت اطلاعات و حریم خصوصی

عنوان درس (انگلیسی): **Cryptography, Information Security and Privacy**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

- معرفی اصول اولیه رمزنگاری
- بررسی رمزنگاری‌های اولیه و جزئیات نحوه کار آنها
- چگونگی انتخاب پارامترهای امنیتی مناسب
- آشنایی با برقراری ارتباط ایمن از طریق اینترنت (بدانیم با چه کسی صحبت می‌کنیم، آیا کسی پیام‌های ما دست کاری کرده و یا می‌تواند گفتگوی ما را استراق سمع کند)
- آشنایی با رمزنگاری و استفاده از ابزار رمزنگاری مانند پروتکل‌ها

توانایی‌ها و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

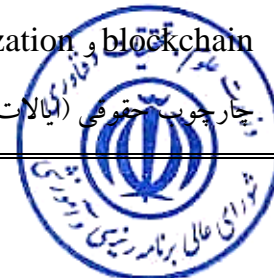
- انتخاب رمزنگاری پایه مناسب در زیرساخت‌ها
- شناسایی مهم‌ترین کلاس‌های خطرات امنیتی / حریم خصوصی اطلاعات در "Big Data"
- توانایی انتخاب مدهای مناسب عملیات برای رمزگذاری‌های بلوکی
- انتخاب تکنیک‌های مناسب برای تأیید اعتبار
- ارزیابی یک برنامه پیچیده و بررسی چگونگی حل مسائل مربوط به امنیت

سرفصل درس

- رمزنگاری قدیمی: Vernam، Enigma، Vigenère، رمزگذاری، نظریه شانون
- رمزنگاری دیفی هلمن: جبر، Diffie-Hellman، ElGamal
- رمزنگاری RSA: نظریه اعداد، RSA، فاکتورگیری
- رمزنگاری منحنی بیضوی: ECDH، ECIES
- رمزگذاری متقارن: رمزگذارهای بلوکی، رمزهای جریان، جستجوی جامع
- صداقت و حرارت هویت: birthday paradox، MAC، hashing



- برنامه‌های کاربردی برای رمزنگاری متقارن: تلفن همراه، بلوتوث، WiFi
- رمزنگاری کلید عمومی: cryptosystem، امضای دیجیتال
- اعتمادسازی: برقراری ارتباط امن
- مطالعات موردی: بلوتوث، TLS، SSH، PGP، گذرنامه بیومتریک
- الگوریتم‌های کارآمد تصادفی. توابع یک‌طرفه (OWF)
- نظریه اعداد و توابع یک‌طرفه کاندید / permutations و trapdoor permutation
- ضعف و قوت OWF. تقویت شدت و سختی
- رمزنگاری کلید متقارن
- رمزهای One time pad و جریانی
- رمزهای بلاکی
- PRF, PRP
- Collision resistant hashing
- رمزنگاری تصدیق شده: امنیت در مقابل حملات فعال
- رمزنگاری کلید عمومی
- Arithmetic modulo primes
- رمزنگاری با استفاده از Arithmetic modulo primes
- امضای دیجیتال
- تبادل کلید تصدیق شده و تنظیم نشست SSL / TLS
- پروتکل‌های Zero knowledge
- ابزارهای شناسایی آسیب‌پذیری‌ها
- مدل‌های کنترل دسترسی
- مروری بر تهدیدات سایبری
- احراز هویت، کنترل دسترسی، compartmentalization
- یادگیری ماشین و حریم خصوصی
- تکنیک‌های ناشناس‌سازی و عدم ناشناس‌سازی داده‌ها
- فن‌آوری‌های بالا بردن حریم خصوصی
- decentralization و blockchain
- چارچوب حقوقی (ایالات متحده و اروپا) ملاحظات سیاست و امنیت ملی



- داده کاوی و بانک اطلاعاتی
- تجارت ناشناس (پول دیجیتال)
- استفاده ناشناس از اینترنت (مسیریابی Onion، مرور ناشناس، P۳P)
- تحلیل ترافیک
- مکانیسم‌های تأیید اعتبار: بیومتریک، نشانه‌ها، رمزهای عبور

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۲۰	نوشتاری: %۵۰	%۲۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

Boneh, D. & Shoup, V.A (). Graduate Course in Applied Cryptography (V ۰, ۴), Autoedición

Foltz, K. E. & Simpson, W.R. (۲۰۲۰). *Enterprise Level Security 2: Advanced Techniques for Information Technology in an Uncertain World*, CRC Press.

Forouzan, B. (۲۰۰۷). *Cryptography and Network Security*. McGraw Hill.

Goldreich, O. (۲۰۰۹). *Foundations of Cryptography*, ۱st edition, Cambridge University Press.

Gollmann, D. (۱۹۹۹). *Computer Security*, ۱st Edition, Wiley.

Katz, J. & Lindell, Y. (۲۰۱۴). *Introduction to Modern Cryptography*, ۲nd edition, Chapman and Hall/CRC.

Shoup, V. (۲۰۰۹). *A Computational Introduction to Number Theory and Algebra*. Cambridge University Press.

Stallings, W. (۲۰۱۳). *Cryptography and Network Security: Principles and Practice*, International Edition: Principles and Practice, ۶th Edition, Pearson.

Stallings, W. (۲۰۱۳). *Network Security Essentials: Applications and Standards*, International Edition: Applications and Standards, ۵th Edition, Pearson.

Vaudenay, S. (۲۰۰۵). *A Classical Introduction to Cryptography: Applications for Communications Security*. Springer Science & Business Media.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): سیستم‌های کامپیوتری امن

عنوان درس (انگلیسی): Secure Computer Systems

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

- تجزیه و تحلیل و شناسایی آسیب‌پذیری‌ها، تهدیدها و حملات علیه سیستم‌های شبکه مدرن
- طراحی و تحلیل پروتکل‌های امنیتی، مکانیزم‌ها و معماری‌هایی که از عملکرد شبکه در برابر حملات محافظت می‌کنند
- تجزیه و تحلیل مکانیزم‌های امنیتی عمومی به‌طور کیفی و کمی

توانایی‌ها و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

- شناخت ویژگی‌های امنیتی سیستم‌ها
- تدوین سیاست‌های امنیتی
- مدل‌سازی تهدیدات ممکن

سرفصل درس

- اصول امنیتی و کنترل دسترسی
- مکانیزم‌های تأیید اعتبار: بیومتریک، نشانه‌ها، رمزهای عبور
- رمزنگاری کاربردی: مفاهیم اساسی و الگوریتم‌ها
- حریم خصوصی در دنیای دیجیتال
- تکنیک‌های بهره‌برداری و فازی
- طراحی سیستم ایمن، کنترل دسترسی و محافظت
- ابزارهایی برای نوشتن کد برنامه قوی
- نحوه رفتار با کد برنامه بد: sandboxing و isolation
- استفاده از رمزنگاری در امنیت رایانه
- مدل اصلی امنیت خوب
- تأیید اعتبار کاربر و مدیریت نشست



- امنیت برنامه وب
- امنیت اینترنت و شبکه‌های TCP/IP
- امنیت شبکه‌های موبایل داده و صدا
- امنیت شبکه‌های شخصی و محلی و امنیت شبکه‌های حسگر
- امنیت شبکه‌های موبایل و ad hoc و ترکیبی مثل سیستم‌های ارتباطی وسایل نقلیه
- SSI/TLS
- Kerberos
- Secure multicast
- PKI و تبادل کلید
- محرمانگی داده
- حفظ حریم خصوصی نقطه‌به‌نقطه
- امنیت DNS
- بهره‌گیری از آسیب‌پذیری‌ها و ابزارهای شناسایی آسیب‌پذیری‌ها
- مدل‌های کنترل دسترسی
- رمزنگاری پایه
- امنیت سیستم‌عامل، سخت‌افزار و شبکه

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۲۰	نوشتاری: %۵۰	%۲۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

- Gollmann, D. (۲۰۱۱). *Computer security*, ۳rd edition, John Wiley & Sons.
- Matulevičius, R. (۲۰۱۷). *Fundamentals of Secure System Modelling*, Springer International Publishing.
- Rubin, A. D. (۲۰۰۷). *White-Hat Security Arsenal*, Pearson Technology Group.
- Stallings, W. (۲۰۱۰). *Network Security Essentials: Applications and Standards*, ۴th Edition, Pearson.



عنوان درس (فارسی): مقدمه‌ای بر زنجیره‌های بلوکی و ارزهای دیجیتال

عنوان درس (انگلیسی): Introduction to Blockchains and Cryptocurrencies

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/ هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

- معرفی جنبه‌های فنی ارزهای رمزنگاری، فن‌آوری‌های blockchain و اجماع توزیع شده
- بررسی blockchain Bitcoin، blockchain Ethereum و Hyperledger

توانایی‌ها و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

- درک انتزاع‌های بلاک چین (blockchain middleware) و درک تفاوت آن‌ها در مفهوم و استفاده
- چگونگی به کارگیری بلاک چین برای ساخت برنامه‌های کاربردی توزیع شده

سرفصل درس

- الگوریتم‌های اجماع Proof of Work و Byzantine Consensus و نقش آن‌ها در بلاک چین و ارز رمز شده
- ابزارهای به کار گرفته شده در ارز رمز شده شامل الگوریتم امضای دیجیتال و zero-knowledge proofs
- ارزیابی مکانیسم‌های Bitcoin و اکوسیستم آن
- سخت‌افزار قابل اعتماد در سیستم‌های مبتنی بر بلاک چین
- قراردادهای هوشمند و قانون قرارداد در دنیای واقعی
- ارزهای رمز شده و جرم
- بررسی اجمالی پروتکل‌های اجماع
- Bitcoin nuts and bolts
- Proof of Stake
- مدیریت و محافظت از دارایی‌های رمز شده
- Mining attacks
- تراکنش‌های Cross-chain
- blockchain و Ethereum: Decentralized Apps, EVM
- سازمان‌های خودمدیریت‌شده غیر متمرکز
- ناشناس کردن بلاک چین و mixing



- محرمانگی بلاک چین: zero-knowledge
- Scaling blockchains
- مبادلات توزیع شده
- اقتصادهای Token
- جنبه‌های قانونی و مقررات
- MimbleWimble, randomness beacons
- الگوریتم اجماع قابل درک
- ارزهای دیجیتال
- Bitcoin
- Ethereum
- Hyperledger
- Ripple
- Corda
- Bitcoin Lightning
- Ethereum Plasma
- CrossChain
- Tampering with Bitcoin
- بهینه‌سازی پروتکل بلاک چین: Blocksize, Sharding
- جایگزین‌های POW: Proof-of-Stake
- برنامه‌های کاربردی بلاک چین: Business Ledgers, Medical
- Multi-party Computation
- Zero Knowledge Proofs

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۲۰	نوشتاری: %۵۰	%۲۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

Narayanan, A. (۲۰۱۶). *Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction*, 1st edition, Princeton University Press.

Tudor, J. (۲۰۱۹). *Bitcoin And Blockchain Basics Explained: Your Step-By-Step Guide From Beginner To Expert In Bitcoin, Blockchain And Cryptocurrency Technologies (Investing For Beginners)*, Independently published.



عنوان درس (فارسی): **رایانش سبز**

عنوان درس (انگلیسی): **Green Computing**

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/ هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

- درک اهمیت و ایجاد تحرک درباره تأثیر جهانی میزان تولید گازهای گلخانه‌ای
- آشنایی با چرخه زندگی تجهیزات فاوا و تأثیرات آن از نظر انرژی
- آشنایی با سازوکارهای موجود برای کاهش مصرف انرژی در تجهیزات فاوا.

توانایی‌ها و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

- توانایی تشخیص و بهینه‌سازی محصولات/فرآیندها/سازوکارها/روش‌های کاربرد فاوا در زمینه کاهش مصرف انرژی
- تحلیل و نقد راه‌حل‌های ماندگار فاوا

سرفصل درس

- طراحی رایانه‌های ماندگار
- چرخه زندگی محصولات فاوا
- دوره‌های زندگی (طراحی، تولید، استفاده و خاتمه)
- زباله الکترونیکی
- ارزیابی چرخه زندگی
- دستورالعمل RoHS اتحادیه اروپا، انتخاب سخت‌افزار (برچسب محیط‌زیست): EPEAT, Energy Star
- معیارهای مصرف انرژی
- محاسبات آگاه از انرژی. مصرف توان پویا و ایستای پردازنده
- مدیریت توان، ACPI
- پردازنده، دیسک، تراشه‌های گرافیک، نمایشگر، کارت شبکه، سیستم.
- مشخصات ACPI، حالت‌های کاری سیستم، پردازنده، مدل برنامه‌نویسی سخت‌افزار و نرم‌افزار ACPI
- پیکربندی و کنترل پردازنده: کنترل بسامد و ولتاژ پردازنده، حالت‌های بیکار پردازنده.
- پیکربندی و کنترل دستگاه: بیدار کردن و خواباندن سیستم. مدیریت باتری.



- مراکز داده
 - دسته‌بندی ردیف‌های مرکز داده
 - سامانه‌های برق مرکز داده
 - سامانه‌های خنک‌کننده مرکز داده
 - معیارهای کارآمدی مرکز داده
 - محاسبات متناسب با مصرف توان
 - مجازی‌سازی
 - ابر و محاسبات ابری
 - پیشگامان: Energy Star، قوانین اتحادیه اروپا برای اداره مرکز داده
- تأمین برق مرکز داده
 - توزیع برق
 - ناکارآمدی‌ها در استفاده از سهمیه برق
 - سامانه‌های خنک‌کننده و تأمین برق
 - تخمین مصرف توان و منش‌نمایی مصرف توان
 - تغییر ولتاژ/بسامد پردازنده
 - بهبود کارآمدی توان در خارج از قله کاری
- میزان تولید گازهای گلخانه‌ای در محاسبات ابری
 - هزینه‌های زیست‌محیطی و اقتصادی محاسبات
 - توصیف زنجیره تأمین
 - ارزش‌گذاری زیست‌محیطی
 - ارزیابی اقتصادی thin-client و ارزیابی زیست‌محیطی و اقتصادی
- انرژی در سیستم‌های ذخیره‌سازی اطلاعات
 - انباره دیسک و نوار
 - دیسک‌های مبتنی بر flash
 - حافظه‌ی تغییر فاز
 - مصرف انرژی و مدل‌سازی انرژی در سیستم‌های ذخیره‌سازی اطلاعات و روش‌های حفظ انرژی
 - مطالعه موردی: ذخیره‌سازی در محیط گسترده
 - مصرف انرژی در کاربردهای علمی



- مصرف انرژی در سیستم‌های توزیع شده
- معیارهای توان/کارایی
- بررسی توان/انرژی
- بررسی توان در یک تک گره و بررسی توان توزیع شده
- الگوهای مصرف توان متناظر با منش‌های کاربردها
- زمان‌بندی منابع برای مصالحه‌های انرژی-کارایی
- کاربردها و مصرف انرژی در گوشی‌های تلفن همراه
- کاربردهای گوشی‌های تلفن همراه در زمینه سلامت و آموزش
- دستگاه‌های بازیافت انرژی
- مصرف انرژی در دستگاه‌های همراه
- انرژی لازم برای تولید رایانه
- چگالی مصرف انرژی در تولید رایانه‌ها
- روش ریاضی
- عدم قطعیت و اخطارها
- پیامدها در ارزیابی محیط‌زیستی
- آشنایی با دیگر مفاهیم پیشرفته
- فناوری‌های شبکه برق هوشمند و کارآمدی انرژی در شبکه
- فناوری‌های نانو فوتونیک و پیامدهای آن
- انرژی در تجهیزات شبکه

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۲۰	نوشتاری: %۵۰	%۲۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

Barroso, L. A. & Holzle, U. (۲۰۰۹). *The Datacenter as a Computer: An Introduction to the Design of Warehouse-Scale Machines*. Morgan & Claypool.

International Telecommunication Union (ITU), (۲۰۱۴). *Methodology for environmental life cycle assessments of information and communication technology goods, networks and services*, ITU-T Recommendation L.1410.



International Telecommunication Union (ITU), (۲۰۱۴). *ITU-T Recommendations L.1300 (Best practices for green data centers) and L.1310 (Energy efficiency metrics and measurement for TLC equipment)*

International Telecommunication Union (ITU), (۲۰۱۶). *Energy control for the software-defined networking architecture, ITU-T Recommendation L.۱۳۶۰.*

International Telecommunication Union (ITU), (۲۰۱۸). *Measurement method for energy efficiency of network functions virtualization, ITU-T Recommendation L.1361.*

International Telecommunication Union (ITU). (۲۰۱۹). *Interface for power management in network function virtualization environments – Green abstraction layer version 2”, ITU-T Recommendation L.1362.*

ITU-T Recommendation L.۱۳۰۱ – L.۱۳۰۵

Kaxiras, S. & Martonosi, M. (۲۰۰۹). *Computer Architecture Techniques for Power-Efficiency.* Morgan & Claypool.

Murugesan, S. & Gangadharan, G. R. (۲۰۱۲). *Harnessing Green IT, principles and practice,* Wiley.

Samdanis, K.; Rost,P.; Maeder, A.; Meo, M. & Verikoukis,C. (۲۰۱۵). *Green communications, principles and practice,* Wiley.



عنوان درس (انگلیسی): Information Theory and Coding

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

- معرفی مبانی تئوری اطلاعات و کدگذاری آن
- بررسی کدگذاری اطلاعات و قضایای نظریه اطلاعات در مورد آن

توانایی‌ها و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

- شناخت مبانی و اصول نظریه اطلاعات و کدینگ
- شناخت انواع کاربردهای نظریه اطلاعات و کدینگ

سرفصل درس

- اندازه‌گیری اطلاعات
 - منابع اطلاعات ایستان و ارگادیک،
 - آنتروپی منابع اطلاعات، مدل‌سازی منابع مارکوف، قضیه AEP
- کدگذاری منابع و فشرده‌سازی اطلاعات
 - کدهای به‌طور یکتا قابل کشف
 - کدهای آنی
 - قضیه اول شانون
 - کدهای بهینه (هافمن)
- کانال‌ها
 - کانال‌های گسسته و بدون حافظه DMC
 - انواع کانال DMC
 - ظرفیت کانال
 - قضیه دوم شانون (قضیه اصلی نظریه اطلاعات)

○ نرخ‌های قابل حصول

○ دنبال‌های نوعی



- معکوس قضیه شانون
- نامساوی فانو
- ظرفیت کانال با فیدبک
- کانال گوسی، ظرفیت کانال گوسی، قضیه دوم شانون برای کانال‌های گوسی، کانال گوسی موازی، کانال گوسی با نویز رنگی، کانال گوسی با فیدبک
- کانال دو طرفه ((TWC و کانال تداخل
- کانال‌های دسترسی چندگانه (MAC)
- کدگذاری منابع وابسته (قضیه Slepian-Wolf)
- کانال پخش (BC) و کانال رله
- کاربردهای نظریه اطلاعات
- کاربرد نظریه اطلاعات در داده کاوی
- کاربرد نظریه اطلاعات در بازشناسی الگو

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۲۰	نوشتاری: %۵۰	%۲۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

Ash, R. (۱۹۶۵). *Information Theory*, Wiley.

Ash, R. B. (۱۹۹۰). *Information Theory (Dover Books on Mathematics)*, Dover Publications.

Chitode, J. S. (۲۰۲۰). *Information Theory and Coding: Information, Source Coding and Channel Coding*.

Cover, T. M. & Thomas, J. A. (۲۰۰۶). *Elements of information theory*. ۲nd Edition, Wiley.

Gallager, R. G. (۱۹۶۸). *Information Theory and Reliable Communication*, wiley.

Shuli, C. (۲۰۰۴). *Error Control Coding*, Prentice-Hall.

مشخصات درس: نظریه الگوریتمی بازی‌ها



عنوان درس (انگلیسی): Algorithmic Game Theory

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -
تعداد واحد: ۳ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

بررسی نظریه‌ی بازی‌ها و سیستم‌های چندعاملی و معرفی ابزارهای لازم برای تحلیل آن‌ها

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

- آشنایی با مفاهیم مهم در تئوری بازی‌ها و کاربرد آن‌ها
- دریافت مبانی لازم برای انجام پروژه‌های واقعی

سرفصل درس

- مقدمات نظریه بازی‌ها
- محاسبه نقاط تعادل و مسائل مربوطه
- بازی‌های صفر جمع دونفره (Zero-sum Games) و قضیه MinMax
- بازی‌های صفر جمع چندنفره
- قضیه نش (Nash Theorem)، لم اسپرر (Sperner's Lemma) و قضیه بروور (Brouwer's Theorem)
- الگوریتم لمکه هاوسون (Lemke Howson Algorithm)
- مسائل جستجوی تام (Total Search Problems) و کلاس‌های پیچیدگی PPA، PPP، PPLS و PPLS
- کلاس پیچیدگی مسائل یافتن نقاط تعادل نش
- منطق، اتوماتا و بازی‌های بی‌نهایت
- گراف بازی (Game Graph) و شرایط برد
- شرایط برد در حالت غیرقطعی (شرایط بوخی، مولر، رابین و ...) و تبدیلات آن‌ها
- بازی‌های بی‌نهایت و تشخیص (Determinacy) و تشخیص بی‌حافظه (Memoryless Determinacy)
- شرایط برد منطقی (Logical Winning Conditions)
- اتوماتای درختی
- بازی‌های زوجیت (Parity Games) و بازی‌های نیمه بازپرداخت (Mean Payoff) و حل آن‌ها
- بازی‌های قابلیت رسیدن (Reachability Games)



- بازی‌های تکرار شونده (Repeated Games)
- فرآیند تصمیم‌گیری مارکف و بازی‌های تصادفی
- شبیه‌سازی، دو تشابهی (Bisimulation) و بازی‌های ارنفوشت-فریز (Ehrenfeucht-Fraïssé)
- طراحی مکانیزم الگوریتمی
- مقدمات طراحی مکانیزم و لم مایرسون (Myerson's Lemma)
- مثال‌های مختلف از جمله مزایده‌های کوله پشتی (Knapsack Auctions)
- مزایده‌های بیشینه‌کننده سود (Revenue Maximizing Auctions) و قیمت رزرو شده (Reserved Price)
- مزایده‌های نزدیک بهینه ساده (Near Optimal Auctions)، نامساوی پیامبر (Prophet Inequality) و قضیه بولو کلمپرر (Bulow Klemperer Theorem)
- طراحی مکانیزم چند پارامتره و مکانیزم‌های VCG
- مزایده‌های ترکیبیاتی (Combinatorial Auctions) و مزایده طیف‌های بی‌سیم (Wireless Spectrum)
- طراحی مکانیزم برای حالت‌های غیرخطی - حالت‌های بودجه محدود و مزایده‌های پرچی (Clinching Auctions) و مکانیزم‌های بدون پول
- بازارهای تطابق و تطابق‌های پایدار، بازارهای تبادل کلیه (Kidney Exchange Markets)
- دینامیک بازی‌ها و مسائل یادگیری
- هزینه آشوب (Price of Anarchy) و هزینه ثابت (Price of Stability)
- بازی‌های پتانسیلی (Potential Games)
- بازی‌های نرم (Smooth Games) و هزینه آشوب مستحکم
- تعادل‌های نش قوی (Strong Nash Equilibria)
- دینامیک‌های بهترین پاسخ (Best Response Dynamics) و نقاط تعادل تقریبی
- یادگیری، دینامیک‌های بازی ساختگی (Fictitious Play) و دینامیک‌های بدون حسرت (No-Regret Dynamics) و یادگیری تقویتی

روش یاددهی - یادگیری

روش توضیحی همراه با مشارکت دانشجویان در مباحث و انجام تکالیف هفتگی و پروژه‌های مرتبط با محتوای ارائه شده



پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
%۲۰	نوشتاری: %۴۰	%۳۰	%۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

Apt, K.R. and Grädel, E. (۲۰۱۱). *Lectures in game theory for computer scientists*. Cambridge University Press.

Nisan, N.; Roughgarden, T.; Tardos, E. and Vazirani, V. (۲۰۰۷). *Algorithmic Game Theory*, Cambridge University Press.

Roughgarden, T. (۲۰۱۶). *Twenty Lectures on Algorithmic Game Theory*. Cambridge University Press,.

Shoham, Y. and Brown, K.L. (۲۰۰۸). *Multiagents Systems: Algorithmic, Game-Theoretic and Logical Foundations*, Cambridge University Press.

منابع مطالعاتی

Articles from main conferences and journals, such as: ACM SIGCOMM IEEE INFOCOM IEEE/ACM Transactions on computers

مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): طراحی و توسعه برنامه‌های کاربردی موبایل

عنوان درس (انگلیسی): **Design and Development of Mobile Applications**



نوع درس: اختیاری	پیش نیاز/ هم نیاز: دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	پیش نیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۴۸	

اهداف درس

- آشنایی با سکوی اندروید به عنوان یکی از بسترهای اصلی توسعه نرم افزار و خدمات
- کسب دانش و مهارت در طراحی برنامه های موبایل مبتنی بر سکوی اندروید
- کسب دانش درباره مباحث امنیتی و کیفی برنامه های اندروید و نحوه تحلیل کیفیت و آزمون این برنامه ها
- آشنایی با مجموعه فناوری های مرتبط نظیر برنامه های موبایل cross-platform

توانایی ها و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

- توانایی طراحی و توسعه برنامه های اندروید
- شناخت مسائل امنیتی و کیفی برنامه های اندروید
- کسب دانش لازم جهت ارائه مشاوره درباره طراحی و ارزیابی کیفی برنامه های اندروید برای سازمان ها
- کسب شناخت جهت مدیریت پروژه های نرم افزاری در حوزه توسعه برنامه های اندروید

سرفصل درس

- توسعه برنامه های موبایل بومی (native) برای سکوی اندروید (۵ هفته)
- سیستم عامل اندروید
- مفاهیم اصلی در طراحی برنامه های اندروید
- طراحی UI/UX برای برنامه های موبایل (۲ هفته)
- طراحی واسط کاربری و تجربه کاربری برنامه های اندروید
- الگوهای طراحی برنامه های اندروید (۲ هفته)
- آزمون برنامه های اندروید (۲ هفته)
- آزمون تصادفی برنامه های اندروید
- آزمون مبتنی بر مدل برنامه های اندروید
- امنیت برنامه های اندروید (۳ هفته)
- توسعه برنامه های موبایل cross-platform مبتنی بر تکنولوژی های وب (۲ هفته)



ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه ^۲
۱۵٪ تکلیف عملی ۱۰٪ تکلیف پژوهشی/مطالعاتی	-	نوشتاری: ۶۰٪	۱۵٪
		عملکردی: -	

فهرست منابع

با توجه به پویایی موضوع و همچنین با توجه به اینکه درس مربوط به مقطع تحصیلات تکمیلی است، مباحث مختلف درس با استفاده از جدیدترین مقالات از مجلات و کنفرانس‌های معتبر در این حوزه ارائه خواهند شد. باین حال، مراجع زیر می‌توانند جهت آشنایی بیشتر با مباحث پایه درس مورد استفاده قرار گیرند.

Burd, B. (۲۰۱۵). *Android Application Development All-in-One For Dummies*, 1st Edition, For Dummies.

Cohen, R. & Tao, W. (۲۰۱۴). *GUI Design for Android Apps*, Apress.

Franceschi, Hervé J. (۲۰۱۷). *Android, App Development*, Jones & Bartlett Learning.

Hoog, A. (۲۰۱۱). *Android Forensics: Investigation, Analysis and Mobile Security for Google Android*, Syngress.

Mew K. (۲۰۱۶). *Android Design Patterns and Best Practice*, Packt Publishing.

Mintz, M. (۲۰۲۱). *Practical Paranoia: Android Security Essentials*, Independently published.

Thorns, J. (۲۰۱۶). *Android UI Design*, Packt Publishing.

مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): نظریه صف

عنوان درس (انگلیسی): **Queuing Theory**

^۲ دانشجوی یکی از روش‌های ارائه شده در یکی از مقالات برجسته مرتبط با موضوعات درس، مثلاً در حوزه امنیت برنامه‌های اندروید را مطالعه، پیاده‌سازی و ارزیابی می‌کنند و در صورت امکان، ایده‌های جدیدی برای بهبود روش مورد نظر ارائه و پیاده‌سازی می‌کنند که این موارد مشمول نمره تشویقی می‌گردد.



نوع درس: اختیاری	پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■	ندارد □	پیش نیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۴۸	

اهداف درس

- آشنایی با اصول مقدماتی صف و مدل‌های متفاوت و حل آن‌ها در حالت دائمی
- آشنایی با خواص معکوس پذیری و شبه معکوس پذیری و شبکه‌های صف با حل ضربی و چند شبکه صف معروف شبه معکوس پذیر
- آشنایی با برخی مدل‌های تقریبی.

توانایی‌ها و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

- کسب بینش در مورد بهترین روش‌ها برای طراحی سیستم‌های عملکردی
- تجزیه و تحلیل فرآیندهای تصادفی و سیستم‌های صف به وسیله ایجاد یک Toolbox

سرفصل درس

- مروری بر نظریه احتمال و متغیرهای تصادفی
 - دنباله‌ای از متغیرهای تصادفی
 - ایستایی در فرایندهای تصادفی
 - سیستم‌های خطی تصادفی
 - چگالی طیف توان
 - ارگادیک بودن یک فرایندهای تصادفی
 - فرایندهای تصادفی خاص
 - فرایند پواسون
 - فرایند حرکت براونی و مانند آن
 - نظریه تخمین
 - آزمون فرضیه
- فرایندهای مارکوف
- معرفی سیستم‌های صف بندی کلاسیک
- سیستم‌های صف بندی مارکوف



- توزیع حالت دائمی برای سیستم‌های صف: نماد Kendall ،
- M/M/1
- M/M/m
- M/M/m/m
- مقایسه M/M/1 با M/M/m
- تجزیه و تحلیل توزیع زمان انتظار برای سیستم‌های صف
- قانون Little ،
- Poisson Arrivals See Time Averages (PASTA)
- تبدیل لاپلاس زمان انتظار M/M/1
- شبکه‌های صف
- مقایسه صف‌های باز و بسته، قوانین عملکردی
- قضیه Burke برای M/M/1
- صف‌های سری
- شبکه Jackson
- تئوری BCMP
- تحلیل ارزش متوسط شبکه‌های بسته Jackson
- الگوریتم Moment

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۲۰	نوشتاری: %۵۰	%۲۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

Baiocchi, A. (۲۰۲۰). *Network Traffic Engineering: Stochastic Models and Applications*, Wiley.

Bolch, G.; Greiner, S.; Meer, H. D. & Trivedi, K. S. (۱۹۹۸). *Queueing Networks and Markov Chains*, John Wiley & Sons,

Boudec, J. Y. L. & Thiran, P. (۲۰۱۱). *Network Calculus*, Springer.

Chao, X.; Miyazawa, M. & Pinedo, M. (۱۹۹۹). *Queueing Networks*, John Wiley & Sons.

Kleinrock, L. (۱۹۷۶). *Queueing Systems*, John Wiley & Sons.



Shortle, J. F.; Thompson, J. M.; Gross, D. & Harris, C. M. (۲۰۱۸). *Fundamentals of Queueing Theory* (Wiley Series in Probability and Statistics), ۶th Edition, Wiley.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): مباحث ویژه در شبکه‌های کامپیوتری

عنوان درس (انگلیسی): Special Topics in Computer Networks

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

ارائه مباحث به‌ویژه در حوزه شبکه‌های کامپیوتری در این درس مباحث جدید و در مرزهای دانش آموزش داده می‌شود.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- توانایی به کار بردن روش‌ها و تکنیک‌های جدید در حوزه شبکه‌های کامپیوتری

سرفصل درس:

در این درس در هر ترم بر اساس پیشنهاد اعضای گروه یک یا دو مبحث جدید و پیشرفته به‌صورت ویژه به دانشجویان آموزش داده می‌شود. سرفصل درس از سوی پیشنهاددهنده در ابتدای هر ترم بعد از تأیید شورای آموزشی گروه به دانشجویان ارائه می‌شود. استاد مربوطه موظف است دو ماه قبل از شروع نیمسال، طرح درس را در جلسه شورای تحصیلات تکمیلی ارائه و به تصویب رساند.

روش یاددهی - یادگیری:

روش یادگیری ترکیبی از روش سخنرانی به همراه بحث گروهی و تمرین‌های عملی سر کلاس

روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۲۰	-	نوشتاری: %۵۰	%۳۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع هر بحث توسط ارائه‌دهنده در ابتدای هر نیمسال پیشنهاد می‌شود.





فصل چهارم

ترم بندی دروس



ترم اول

تعداد واحد			نام درس	ردیف
جمع	عملی	نظری		
۳	-	۳	شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته	۱
۳	-	۳	سیستم‌های توزیع شده	۲
۳	-	۳	یک درس اختیاری	۳
۹	-	۹	جمع کل	

ترم دوم

تعداد واحد			نام درس	ردیف
جمع	عملی	نظری		
۳	-	۳	شبکه‌های بی‌سیم و سیار	۱
۳	-	۳	یک درس اختیاری	۲
۳	-	۳	یک درس اختیاری	۳
۹	-	۹	جمع کل	

ترم سوم

تعداد واحد			نام درس	ردیف
جمع	عملی	نظری		
۲	-	۲	سمینار	۱
۳	-	۳	یک درس اختیاری	۲
۵	-	۵	جمع کل	

ترم چهارم

تعداد واحد			نام درس	ردیف
جمع	عملی	نظری		
۶	-	۶	پایان نامه	
۶	-	۶	جمع کل	

