



برنامه درسی

رشته: آمار ریاضی

دوره: کارشناسی ارشد

و

رشته: آمار

دوره: دکتری

دانشکده: علوم ریاضی

مصوب جلسه مورخ ۹۹/۱۰/۱۵ 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 علوم ریاضی تدوین شده و در جلسه مورخ ۹۹/۱۰/۱۵ شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه به تصویب رسیده است.



مصوبه شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه فردوسی مشهد

آمار ریاضی

دوره: کارشناسی ارشد

و

رشته: آمار

دوره: دکتری

برنامه درسی دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری که توسط اعضای هیات علمی گروه آموزشی آمار 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 بیگدلی

مدیر برنامه‌ریزی و توسعه آموزش دانشگاه

مرتضی کریمی

رئیس گروه برنامه‌ریزی آموزشی و درسی دانشگاه

رضا پیش قدم

معاون آموزشی دانشگاه

رأی صادره جلسه مورخ ۹۹/۱۰/۱۵ شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه‌های درسی آمار ریاضی در مقطع کارشناسی ارشد و آمار در مقطع دکتری صحیح است. به واحد ذی‌ربط ابلاغ شود.



محمد کافی

رئیس دانشگاه



معاونت آموزشی

شورای برنامه ریزی درسی

برنامه درسی

دوره: کارشناسی ارشد

رشته: آمار ریاضی

و

دوره: دکتری

رشته: آمار





فصل اول

مشخصات کلی



بسمه تعالی

کارشناسی ارشد آمار ریاضی

تعریف و هدف رشته:

علم آمار کاربرد علمی مبانی ریاضی برای جمع آوری، تجزیه و تحلیل و ارائه اطلاعات ارقامی می باشد. دوره کارشناسی ارشد آمار ریاضی به دوره ای اطلاق می گردد که تحصیلات تکمیلی بعد از دوره کارشناسی را در برمی گیرد. هدف این دوره تربیت افرادی است که توانائی تجزیه و تحلیل نظری و کاربردی مسائل و مدل های آمار و احتمال را دارا باشند و بتوانند در دانشگاه ها؛ مؤسسات آموزشی و پژوهشی و سازمان های اجرایی کشور به امور آموزشی یا اجرایی در زمینه های آماری بپردازند یا به تحصیلات خود در سطح دکتری آمار ادامه دهند.

ضرورت و اهمیت رشته:

با توجه به گسترش روزافزون کاربرد علم آمار در زمینه های مدیریت، برنامه ریزی، کشاورزی، پزشکی، مهندسی، اقتصاد، صنعت، جامعه شناسی، روانشناسی و غیره، نیاز دانشگاه ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی به متخصص آمار، نیاز مراکز نظیر بانک ها، سازمان مدیریت و برنامه ریزی، پژوهشکده آمار، مرکز آمار ایران و واحدهای تولید آمار در دستگاه های مختلف و همچنین برای تحقق استقلال و خود کفائی کشور اجرای این دوره ضروری است.

نقش، توانایی و شایستگی دانش آموختگان:

مهارت و توانمندی دانش آموختگان در تدریس و کمک به برنامه ریزی در مؤسسات آموزش عالی یا مراکز صنعتی و خدماتی مانند سازمان برنامه و بودجه، بانک ها و واحدهای آمار و اطلاعات سازمان ها و دستگاه های اجرایی

طول دوره و شکل نظام:

مدت مجاز تحصیل در این دوره ۴ نیمسال تحصیلی (۲ سال) و به شیوه آموزشی - پژوهشی می باشد.

تعداد و نوع واحدهای درسی:

تعداد واحدهای درسی ۳۲ واحد به شرح زیر است:

واحدهای تخصصی: ۱۲ واحد

دروس اختیاری: ۱۴ واحد

پایان نامه: ۶ واحد



تبصره ۱: تطبیق وضعیت آموزشی و پژوهشی دانشجویان ورودی دوره کارشناسی ارشد آمار ریاضی قبل از تصویب این برنامه درسی به عهده گروه آموزشی مربوطه می‌باشد.

تبصره ۲: دانشجویانی که برخی از دروس پیش‌نیاز مندرج در جدول الف را در دوره کارشناسی نگذرانده باشند الزاماً باید حداکثر ۱۲ واحد از این دروس را به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید کمیته تحصیلات تکمیلی گروه آمار بگذرانند. حداکثر طول مجاز زمان تحصیل برای این دانشجویان به نسبت واحدهای پیش‌نیاز مطابق ضوابط دانشگاه تعیین خواهد شد.

تبصره ۳: دانشجویان دوره کارشناسی ارشد می‌توانند حداکثر ۴ واحد اختیاری را با پیشنهاد استاد راهنما و تأیید کمیته تحصیلات تکمیلی گروه آموزشی از سایر رشته‌های تحصیلی مشابه انتخاب نمایند.

تبصره ۴: **دروس با ماهیت نظری-محاسباتی**. سرفصل این دروس به نحوی تدوین شده است که دانشجویان علاوه بر فراگیری مباحث نظری بایستی با نحوه محاسبات و تحلیل نتایج در سطح پیشرفته با استفاده از نرم‌افزارهای رایج آماری و ریاضی مسلط شوند و توانایی تحلیل داده‌های مربوط به مباحث این دروس را کسب نمایند.

شرایط و ضوابط ورود به دوره:

مطابق با ضوابط و مقررات وزارت علوم؛ تحقیقات و فناوری می‌باشد.



دکتری آمار

تعریف رشته:

رشته آمار یکی از اساسی ترین و مهم ترین رشته های دانشگاهی است که به عنوان یک ابزار علمی در خدمت تحقیقات سایر علوم است. با توجه به ماهیت این رشته، توسعه و بهبود مباحث آموزشی آن موجب توسعه سایر رشته ها شده و نقش بسزایی در پیشرفت سایر علوم ایفا می کند. امروزه در مقاطع مختلف تحصیلی در کشور، متخصصین رشته آمار تربیت و به تحول در نظام آماری کشور یاری می رسانند.

هدف رشته:

- تربیت افراد متخصص برای انجام وظیفه در نهادهای آموزشی و پرورشی کشور
- نوآوری و ارتقا سطح دانش آماری در کشور

ضرورت و اهمیت رشته:

با توجه به گسترش روزافزون کاربرد علم آمار در زمینه های مدیریت، برنامه ریزی، کشاورزی، پزشکی، مهندسی، اقتصاد، صنعت، جامعه شناسی، روانشناسی و... نیاز دانشگاه ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی به متخصص آمار، نیاز مراکزی نظیر بانک ها، سازمان مدیریت و برنامه ریزی، پژوهشکده آمار، مرکز آمار ایران و واحدهای تولید آمار در دستگاه های مختلف و همچنین برای تحقق استقلال و خود کفائی کشور، اجرای این دوره ضروری است.

نقش، توانایی و شایستگی دانش آموختگان:

دانش آموختگان این دوره توانایی آن را خواهند داشت که مسائل نظری و علمی آمار را تحلیل نمایند و برای آن ها راه حل های مناسب ارائه کنند. تحقیقات دانش آموختگان این دوره به گونه ای است که در سطح جهانی قابل مطرح کردن و انتشار است و در پیشبرد علم آمار می توانند مؤثر واقع شوند.

طول دوره و شکل نظام:

مدت مجاز تحصیل در این دوره ۸ نیمسال تحصیلی (۴ سال) و به شیوه آموزشی-پژوهشی می باشد. مرحله آموزشی پس از پذیرفته شدن داوطلب آغاز می گردد. دانشجوی در طول این مرحله باید توانایی لازم برای شروع کارهای پژوهشی را به دست آورد. این مرحله با قبولی دانشجو در یک ارزیابی جامع پایان می پذیرد. مرحله پژوهشی رسماً پس از اتمام مرحله آموزشی شروع می گردد. در این مرحله تحت نظر کمیته ای، دانشجو با سرپرستی یکی از استادان در یکی از زمینه های آمار به انجام پژوهش می پردازد. این پژوهش باید به کشف و نوآوری در



آن زمینه که قابل چاپ در نشریات معتبر باشد، منجر شود و به صورت رساله دکتری آمار نوشته شود. این مرحله با دفاع موفقیت آمیز از رساله پایان می یابد.

تعداد و نوع واحدها درسی:

تعداد واحدهای درسی ۳۶ واحد به شرح زیر است:

واحدهای تخصصی: ۱۰ واحد

دروس اختیاری: ۶ واحد

رساله: ۲۰ واحد

تبصره ۱- دانشجویان دوره دکتری می توانند حداکثر ۳ واحد اختیاری را با پیشنهاد استاد راهنما و تأیید کمیته تحصیلات تکمیلی گروه آموزشی از سایر رشته های تحصیلی مشابه انتخاب نمایند.

تبصره ۲: **دروس با ماهیت نظری-محاسباتی**. سرفصل این دروس به نحوی تدوین شده است که دانشجویان علاوه بر فراگیری مباحث نظری بایستی با نحوه محاسبات و تحلیل نتایج در سطح پیشرفته با استفاده از نرم افزارهای رایج آماری و ریاضی مسلط شوند و توانایی تحلیل داده های مربوط به مباحث این دروس را کسب نمایند.

شرایط و ضوابط ورود به دوره:

شرایط ورود به دوره دکتری آمار مطابق با آئین نامه مصوب شورای عالی برنامه ریزی خواهد بود. علاوه بر این برای پذیرفته شدگان با مدرک کارشناسی ارشد غیر کارشناسی ارشد آمار و یا در صورت وجود کمبودهایی در بخش آموزشی، حداکثر دو درس جبرانی مصوب کمیته تحصیلات تکمیلی گروه در نظر گرفته خواهد شد.





فصل دوم

جداول دروس



جدول ۱- دروس جبرانی دوره کارشناسی ارشد

پیش نیاز	تعداد ساعات				تعداد واحد				نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری- محاسباتی	نظری	جمع	عملی	نظری- محاسباتی	نظری		
-	۴۸	۰	۰	۳	۴۸	۰	۰	۳	احتمال ۲	۱
-	۴۸	۰	۰	۳	۴۸	۰	۰	۳	آمار ریاضی ۲	۲
-	۹۶	۰	۰	۶	۹۶	۰	۰	۶	جمع	

جدول ۲- دروس تخصصی دوره کارشناسی ارشد

پیش نیاز	تعداد ساعات				تعداد واحد				نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری- محاسباتی	نظری	جمع	عملی	نظری- محاسباتی	نظری		
آمار ریاضی ۲	۴۸	۰	۰	۴۸	۳	۰	۰	۳	استنباط آماری ۱	۱
استنباط آماری ۱	۴۸	۰	۰	۴۸	۳	۰	۰	۳	استنباط آماری ۲	۲
احتمال ۲ یا آمار و احتمال مهندسی	۶۴	۰	۰	۶۴	۴	۰	۰	۴	نظریه احتمال	۳
-	۴۸	۳۲	۰	۱۶	۲	۱	۰	۱	محاسبات آماری پیشرفته ۱	۴
-	۲۰۸	۳۲	۰	۱۷۶	۱۱	۱	۰	۱۱	جمع	



جدول ۳- دروس اختیاری دوره کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد				تعداد ساعات			
		نظری	نظری- محاسباتی	عملی	جمع	نظری	نظری- محاسباتی	عملی	جمع
۱	مدل‌های تصادفی کاربردی	۲	۱	۰	۳	۳۲	۰	۴۸	فرایندهای تصادفی ۱
۲	نظریه صف و کاربردها	۳	۰	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	فرایندهای تصادفی ۱
۳	استنباط بیزی	۲	۱	۰	۳	۳۲	۰	۴۸	آمار ریاضی ۱
۴	ریاضیات مالی ۱	۲	۱	۰	۳	۳۲	۰	۴۸	-
۵	مدل‌های زیان	۲	۱	۰	۳	۳۲	۰	۴۸	-
۶	نظریه ریسک	۲	۱	۰	۳	۳۲	۰	۴۸	-
۷	نظریه باورمندی	۲	۱	۰	۳	۳۲	۰	۴۸	-
۸	مدل‌های مرگ و میر	۲	۱	۰	۳	۳۲	۰	۴۸	-
۹	طرح آزمایش‌های پیشرفته	۲	۱	۰	۳	۳۲	۰	۴۸	طرح آزمایش‌های ۱
۱۰	تحلیل چند متغیره گسسته	۲	۱	۰	۳	۳۲	۰	۴۸	روش‌های چند متغیره گسسته
۱۱	داده‌های ترتیبی ۱	۳	۰	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	آمار ریاضی ۱
۱۲	آمار فضایی ۱	۲	۱	۰	۳	۳۲	۰	۴۸	آمار ریاضی ۲
۱۳	داده‌های سانسور شده	۲	۱	۰	۳	۳۲	۰	۴۸	آمار ریاضی ۱
۱۴	محاسبات آماری پیشرفته ۲	۲	۰	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴	محاسبات آماری پیشرفته ۱
۱۵	سمینار	۲	۰	۰	۲	۳۲	۰	۳۲	-
	جمع	۳۲	۱۱	۱	۴۴	۵۱۲	۳۲	۷۲۰	



جدول ۴- دروس جبرانی دوره دکتری

پیش نیاز	تعداد ساعات				تعداد واحد				نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری- محاسباتی	نظری	جمع	عملی	نظری- محاسباتی	نظری		
احتمال ۲ یا آمار و احتمال مهندسی	۶۴	۰	۰	۶۴	۴	۰	۰	۴	نظریه احتمال	۱
-	۴۸	۰	۰	۴۸	۳	۰	۰	۳	استنباط آماری ۲	۲
-	۱۱۲	۰	۰	۱۱۲	۷	۰	۰	۷	جمع	

جدول ۵- دروس تخصصی دوره دکتری

پیش نیاز	تعداد ساعات				تعداد واحد				نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری- محاسباتی	نظری	جمع	عملی	نظری- محاسباتی	نظری		
استنباط آماری ۱ یا آمار استنباطی	۶۴	۰	۰	۶۴	۴	۰	۰	۴	استنباط آماری پیشرفته	۱
نظریه احتمال	۴۸	۰	۰	۴۸	۳	۰	۰	۳	نظریه احتمال پیشرفته	۲
-	۶۴	۳۲	۰	۳۲	۳	۱	۰	۲	روش‌های محاسباتی و بهینه‌سازی در آمار	۳
-	۱۷۶	۳۲	۰	۱۴۴	۱۰	۱	۰	۹	جمع	



جدول ۶- دروس اختیاری دوره دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحد				تعداد ساعات			
		نظری	نظری- محاسباتی	عملی	جمع	نظری	نظری- محاسباتی	عملی	جمع
۱	فرایندهای تصادفی مارکوفی	۳	۰	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
۲	فرایند براونی و حسابان تصادفی	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۴۸	
۳	فرایندهای تصادفی لوی	۳	۰	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
۴	نظریه مفصل و مدل‌سازی وابستگی ۲	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۴۸	
۵	مباحث پیشرفته در نظریه مفصل و مدل‌سازی	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۴۸	
۶	مباحث کاربردی در مدل‌سازی وابستگی	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۴۸	
۷	تحلیل آماری الگوهای نقطه‌ای	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۴۸	
۸	فرایندهای تجربی و استنباط نیم پارامتری	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۴۸	
۹	هموارسازی ناپارامتری	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۴۸	
۱۰	آمار ناپارامتری و روش‌های یادگیری ماشین	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۴۸	
۱۱	مباحث پیشرفته در نظریه اطلاع	۳	۰	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
۱۲	داده‌های ترتیبی ۲	۳	۰	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
۱۳	یادگیری آماری در داده کاوی	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۴۸	
۱۴	فنون یادگیری آماری کاربردی	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۴۸	
۱۵	تحلیل داده‌های با بعد بالا	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۴۸	
۱۶	مباحث پیشرفته در فرایندهای تصادفی	۳	۰	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
۱۷	آمار فضایی ۲	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۴۸	
۱۸	همگرایی ضعیف و کاربردهای آن	۳	۰	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
۱۹	نظریه نمونه‌های بزرگ	۳	۰	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
	جمع	۴۵	۱۲	۰	۵۷	۷۲۰	۱۹۲	۹۱۲	



جدول ۲- بسته دروس تحصیلات تکمیلی (دروس اختیاری مشترک)

ردیف	نام درس	تعداد واحد				تعداد ساعات			
		نظری	نظری- محاسباتی	عملی	جمع	نظری	نظری- محاسباتی	عملی	جمع
۱	کنترل کیفیت آماری پیشرفته ۱	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۰	۴۸
۲	کنترل کیفیت آماری پیشرفته ۲	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۰	۴۸
۳	داده کاوی پیشرفته	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۰	۴۸
۴	فرایندهای تجدید و قدم‌های تصادفی	۳	۰	۰	۳	۴۸	۰	۰	۴۸
۵	سری‌های زمانی پیشرفته	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۰	۴۸
۶	نظریه مفصل و مدل‌سازی وابستگی ۱	۳	۰	۰	۳	۴۸	۰	۰	۴۸
۷	مباحثی پیشرفته در قابلیت اعتماد	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۰	۴۸
۸	مباحثی در نگهداری و تعمیرات	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۰	۴۸
۹	استنباط آماری براساس نظریه اطلاع	۳	۰	۰	۳	۴۸	۰	۰	۴۸
۱۰	استنباط ناپارامتری پیشرفته	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۰	۴۸
۱۱	تحلیل داده‌های طولی	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۰	۴۸
۱۲	مباحث پیشرفته در آمار نظری	۳	۰	۰	۳	۴۸	۰	۰	۴۸
۱۳	مباحث پیشرفته در آمار کاربردی	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۰	۴۸
۱۴	تحلیل چند متغیره	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۰	۴۸
۱۵	مدل‌های خطی	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۰	۴۸
۱۶	مدل‌بازی پیشرفته	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۰	۴۸
۱۷	تحلیل بقاء پیشرفته	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۰	۴۸
۱۸	پردازش آماری تصویر	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۰	۴۸
۱۹	ریاضیات مالی ۲	۲	۱	۰	۳	۳۲	۱۶	۰	۴۸
۲۰	نظریه نمونه‌گیری	۳	۰	۰	۳	۴۸	۰	۰	۴۸
	جمع	۴۵	۱۵	۰	۶۰	۷۲۰	۲۴۰	۰	۹۶۰





فصل سوم

سرفصل دروس



دوره کارشناسی ارشد

مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): استنباط آماری ۱	
عنوان درس (انگلیسی): Statistical Inference 1	
نوع درس: تخصصی	پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■
	ندارد □
پیش نیاز: آمار ریاضی ۲	
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری
تعداد ساعت: ۴۸	

اهداف درس

تقویت بنیه علمی دانشجویان در مسائل استنباط آماری به ویژه در مباحث مربوط به برآوردیابی نقطه‌ای بر مبنای استنباط بیزی و غیر بیزی
--

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تسلط بر نحوه تعیین برآوردگرهای نقطه‌ای بر اساس داده‌ها و اطلاعات موجود و بررسی کارایی و دقت اجرایی آن‌ها
--

سرفصل درس

<ul style="list-style-type: none">• مروری بر اصول کاهش داده‌ها (اصل بسندگی، اصل درستنمایی و اصل پایایی)، آشنایی با انواع تابع درستنمایی (درستنمایی جزئی، درستنمایی گوسی، درستنمایی شرطی، درستنمایی جریمه‌شده و درستنمایی نیمرخ)• روش‌های برآوردیابی (ماکسیمم درستنمایی، جانهی، نیوتن رافسون و الگوریتم EM)• نظریه تصمیم (تابع زیان، تابع مخاطره، برآوردگر مجاز، برآوردگر کمینه- بیشینه)• برآوردیابی بیزی (توزیع‌های پیشین و توزیع پسین، توزیع‌های پیشین مزدوج، سره و ناسره و فاقد اطلاع، برآوردگر بیز، بیز تعمیم‌یافته، بیز تجربی، بیز سلسه‌مراتبی، نمونه‌گیری گیبس و MCMC)• اطلاع فیشر و نابرابری‌های مرتبط، نابرابری چپمن رابینز• روش‌های ناپارامتری در برآوردیابی (U-آماره‌ها، برآورد تابع توزیع، برآورد چندک، برآورد تابع چگالی به روش هسته، بیز ناپارامتری)• انتظار می‌رود بعد از آموزش هر سرفصل، با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری مثل نرم‌افزار R داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده تحلیل شوند.
--



روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، انجام پروژه، سمینار

روش ارزیابی

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

تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه

کامپیوتر مجهز به نرم افزارهای آماری

فهرست منابع

منابع اصلی

Casella, G. and Berger, R. L. (2002). *Statistical Inference*, Duxbury Press, California.

Rohatgi, V. K. and Saleh, E. (2015). *An Introduction to Probability and Statistics*, 3rd Edition, John Wiley & Sons, New York.

منابع فرعی

Efron, B. and Hastie, T. (2016). *Computer Age Statistical Inference: Algorithms, Evidence, and Data Science*, Cambridge University Press.

Li, B. and Babu, G. J. (2019). *A Graduate Course on Statistical Inference*, Springer Science+Business Media, LLC.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): استنباط آماری ۲

عنوان درس (انگلیسی): Statistical Inference 2

نوع درس: تخصصی پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: استنباط آماری ۱

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

اهداف درس

تقویت بنیه علمی دانشجویان در مسائل استنباط آماری به ویژه در مباحث مربوط به ساختن آزمون فرضیه‌های آماری و برآوردگرهای فاصله‌ای بر مبنای استنباط بیزی و غیر بیزی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تسلط بر نحوه استفاده از روش‌های مختلف آزمون فرضیه‌های آماری و روش‌های ساختن فواصل اطمینان مختلف

سرفصل درس

- آزمون فرضیه‌های آماری (مروری به مفاهیم کلی شامل لم نیمن پیر سن، نمایش هندسی مسئله آزمون‌های پرتوان، پرتوان‌ترین آزمون به‌طور یکنواخت، آزمون نسبت درست‌نمایی تعمیم‌یافته و توزیع حدی آن، p -مقدار و معایب استفاده نادرست از آن، روش دلتا، آزمون نارایب، آزمون‌های آلفا مشابه، آزمون فرضیه بیزی)
- فواصل اطمینان (مروری به روش‌های ساخت فاصله اطمینان، فاصله اطمینان نارایب، دقیق‌ترین فاصله اطمینان به‌طور یکنواخت، روش باز نمونه‌گیری در ساختن فاصله اطمینان (جک نایف و بوت استرپ)، ناحیه اطمینان در حالت چند پارامتری، فاصله باور بیزی با دم‌های برابر و HPD، رابطه فاصله اطمینان با آزمون فرضیه‌های آماری)
- آزمون‌های نیکویی برازش
- تحلیل دنباله‌ای (آزمون نسبت احتمال دنباله‌ای، اندازه نمونه لازم، تابع مشخصه عملگر)
- انتظار می‌رود بعد از آموزش هر سرفصل، با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری مثل نرم‌افزار R داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده تحلیل شوند.



روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، انجام پروژه، سمینار

روش ارزیابی

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

تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه

کامپیوتر مجهز به نرم افزارهای آماری

فهرست منابع

منابع اصلی

Casella, G. and Berger, R. L. (2002). *Statistical Inference*, Duxbury Press, California.

Rohatgi, V. K. and Saleh, E. (2015). *An Introduction to Probability and Statistics*, 3rd Edition, John Wiley & Sons, New York.

Tartakovsky, A., Nikiforov, I. and Basseville, M. (2014). *Sequential Analysis: Hypothesis Testing and Changepoint Detection*, CRC Press, Taylor & Francis.

منابع فرعی

Efron, B. and Hastie, T. (2016). *Computer Age Statistical Inference: Algorithms, Evidence, and Data Science*, Cambridge University Press.

Li, B. and Babu, G. J. (2019). *A Graduate Course on Statistical Inference*, Springer Science+Business Media, LLC.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **نظریه احتمال**

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

نوع درس: تخصصی پیش نیاز / هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: احتمال ۲ یا آمار و احتمال مهندسی

تعداد واحد: ۴ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۶۴

اهداف درس

- فراگیری مفاهیم اساسی و بنیادی نظریه احتمال
- پرورش تفکر خلاق، آینده‌نگر و انتقادی در مباحث نظریه احتمال و کاربرد این مفاهیم در تحقیقات بنیادی و کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل نظری و کاربردی آمار

سرفصل درس

- سیگما میدان، فضای احتمال، ویژگی‌ها، لم بورل کانتلی، قانون ۱-۰
- متغیر تصادفی، اندازه احتمال القاشده، امید ریاضی و ویژگی‌های همگرایی، متغیرهای تصادفی مستقل و قضیه افراز، لم بورل - کانتلی، قضیه فوبینی، قانون ۱-۰ کولموگوروف، احتمالات دمی و امید ریاضی
- نامساوی‌ها: نامساوی‌های احتمالی، گشتاوری، ماکزیمال
- تابع مشخصه: ویژگی‌ها، قضیه‌های یکتایی و معکوس، تابع مشخصه بردارهای تصادفی
- مفاهیم همگرایی: همگرایی‌ها و روابط بین آن‌ها، انتگرال پذیری یکنواخت، همگرایی گشتاوری و سایر همگرایی‌ها، همگرایی تحت تبدیلات، لم شفه، قضایای پیوستگی
- قانون اعداد بزرگ: قانون ضعیف اعداد بزرگ، همگرایی سری‌های تصادفی، قانون قوی اعداد بزرگ، برخی کاربردها
- قضیه‌های حد مرکزی: دموآور-لاپلاس - لیاپانوف - لیندبرگ، روش دلتا، برخی کاربردها و نمایش قضیه حد مرکزی با استفاده از روش‌های شبیه‌سازی



روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۵۰	%۳۰	%۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

- Bhattachrya, R and Waymire E. C. (2016). *A Basic Course in Probability Theory*. Springer.
- Durrett, R. (2019). *Probability: Theory and Examples*. 5rd Edition, Cambridge University Press.
- Girardin, V. and Limnios, N. (2018). *Applied Probability: From random sequences to Stochastic Processes*. Springer.
- Gut, A. (2013). *Probability: A Graduate Course*. 2rd Edition, Springer.

امینی؛ م. و بزرگ نیا؛ ا. (۱۳۹۹) *نظریه احتمال*. دانشگاه فردوسی مشهد.

منابع فرعی

- Athreay, K.B. (2006). *Measure Theory and Probability Theory*. Springer.
- Resnick S.I. (1999). *A Probability Path*. Birkhauser.
- DassGupta A. (2008). *Asymptotic Theory of Statistics and Probability*. Springer
- K.L.Chung (2001). *A course in probability Theory*. 3rd Edition,. Academic Press.
- Karr, A. (1993). *Probability*. Springer.
- Shiryaev, A.N. (2016) *Probability-1*. 3rd Edition, Springer.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): محاسبات آماری پیشرفته ۱

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Statistical Computing 1**

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

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: ۱ واحد نظری - ۱ واحد عملی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مباحث پیشرفته محاسبات آماری برای حل مسائل بنیادی و کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش محاسباتی و تحلیل داده‌های واقعی

سرفصل درس

- روش‌های شبیه‌سازی به‌منظور حل برخی مسائل احتمال، برآورد پارامترهای توزیع‌های آماری، بررسی مفاهیمی مثل امید ریاضی و فاصله اطمینان و انجام آزمون‌های آماری، محاسبات ریاضی، رسم نمودارها
- توابع و بسته‌های مرتبط با روش‌های بهینه‌سازی و ریشه‌یابی از جمله `Rsolnp`، `rootSolve`، `nlm`، `optim`
- تحلیل‌های آماری متداول (روش‌های آماری، رگرسیون، طرح آزمایش‌ها، ناپارامتری، سری‌های زمانی، کنترل کیفیت)
- برنامه‌نویسی در R
- انجام پروژه با shiny
- اصول کلی ساخت بسته توابع (کتابخانه)
- ارتباط R و TeX

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، نمایشی (ارائه با پاورپوینت)، شبیه‌سازی و محاسبات نرم‌افزاری، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام یک پروژه و ارائه در کلاس و انجام تکلیف‌های محول شده



روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان نمر	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۵۰	%۳۰	%۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

Rizzo, M. L. (2007). *Computational statistics with R*. Chapman & Hall.

Edwin, K. P. C. and Zak, S. H. (2013). *An Introduction to Optimization*. 3th ed. Solution manual-Wiley-Interscience.

Hansen, N. R. (2019). *Computational statistics with R*. online book.

منابع فرعی

Everitt, B. (2006). *A handbook of statistical analyses using R*. Chapman & Hall.

Mainland, J. and Braun, W. J. (2010). *Data analysis and graphics using R: An example-based approach*, Cambridge.

Grolemund, G. (2013). *Hands-on programming with R: Write your own functions and simulations*, O'Reilly Media.

Nocedal, J. and Wright, S. (2006). *Numerical Optimization*. Springer.

Birta, L. G. and Arbez, G. (2007). *Modelling and Simulation: Exploring Dynamic System Behaviour*, Springer.

منابع مطالعاتی

<https://cran.um.ac.ir>

<https://www.python.org/>



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): مدل های تصادفی کاربردی

عنوان درس (انگلیسی): Applied Stochastic Models

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: فرایندهای تصادفی

۱

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری-محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و کاربردی مدل های تصادفی، برای تحلیل و ارزیابی پدیده های تصادفی که در علوم ریاضی، مهندسی و علوم اجتماعی رخ می دهند

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل کاربردی آمار

سرفصل درس

- امید ریاضی شرطی و مارتینگل ها
- فرایندهای شاخه ای (در زمان گسسته و پیوسته)، تابع مولد فرایند شاخه ای، احتمال انقراض
- فرایندهای مارکوف با زمان پیوسته، ویژگی ها، کاربرد در تحلیل فرایندهای زاد و مرگ، سیستم های صف، فرایندهای نیمه مارکوف
- فرایندهای نقطه ای پواسون، ویژگی ها و برخی کاربردها
- فرایند تجدید (در زمان پیوسته و گسسته) فرایندهای پاداش تجدید، فرایندهای تجدید مارکوفی
- فرایند براونی، ویژگی ها؛ اولین زمان های گذر، پل براونی، تبدیل هایی از فرایند براونی مانند حرکت براونی هندسی، فرایند اورنشتاین-اولن بک، امید ریاضی و کوواریانس انتگرال تصادفی
- کاربردهایی از این مدل ها در مهندسی و علوم اجتماعی و اقتصاد؛ الگوریتم های محاسباتی و تحلیل این مدل ها با استفاده از حداقل یک نرم افزار مرتبط مانند R، Matlab، Maple، Mathematica و ...



روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، پروژه

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۵۰	%۳۰	%۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

Durrett, R. (2016). *Essentials of Stochastic Processes*. 3rd Edition, Springer International publishing Switzerland. (B)

Ibe, O.C. (2009). *Markov Processes for Stochastic Modeling*. Elsevier Academic Press. USA. (Chapter 9)

Lanchier, N. (2017). *Stochastic Modeling*. Springer International Publishing(A)

Louis G. Birta and Gilbert Arbez (2019). *Modelling and Simulation: Exploring Dynamic System Behaviour*. 3rd Edition, Springer Nature Switzerland AG

منابع فرعی

Dunbar, Steven R. (2019). *Mathematical modeling in economics and finance probability, stochastic processes, differential equations*. American Mathematical Society.

Itô, K. (2015). *Poisson Point Processes and Their Application to Markov Processes*. Springer (EBook)

Jones, P.W. and Smith, P. (2018). *Stochastic Processes: An Introduction*. 2nd Edition, Taylor & Francis Group. London New York.

Feldman R. M. and Valdez-Flores C. (2010). *Applied Probability and Stochastic Processes*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Serfozo, R. (2012). *Basics of Applied Stochastic Processes*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Corrected 2nd printing.

منابع مطالعاتی

www.ams.org/bookpages/39



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): نظریه صف و کاربردها

عنوان درس (انگلیسی): Queueing Theory and Applications

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: فرایندهای تصادفی ۱

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

اهداف درس

آشنایی با انواع سیستم‌های صف و کاربردهای آنها در مسائلی از قبیل ارتباطات و مخابرات، صنعت حمل و نقل، کاربرد در صنایع و کنترل کیفیت، علوم رایانه، مدیریت منابع

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل کاربردی مربوط به مدل‌سازی صف‌بندی

سرفصل درس

- مشخصه‌های صف: الگوهای ورود و سرویس، فرمول لیتل، توزیع طول صف، توزیع زمان انتظار، سیستم‌های صف‌بندی مارکوفی ساده، صف ساده (M/M/1)، صف با چند سرویس‌دهنده (M/M/c)، سیستم صف‌بندی با محدودیت مکان (M/M/c/K)، سیستم صف‌بندی با بی‌نهایت سرویس‌دهنده (M/M/∞)، مدل زیان ارلانگ (M/M/c/c)، رفتارهای گذرای بعضی از سیستم‌های صف‌بندی مانند M/M/1، صف با مشتریان ناشکیبا، تحلیل دوره اشتغال و ...
- سیستم‌های صف‌بندی مارکوفی پیشرفته، صف‌های ورودی گروهی $M^{[X]}/M/1$ ، صف‌های سرویس گروهی $M/M^{[X]}/1$ ، مدل‌های ارلانگ، مدل‌های با اولویت الگوهای کلی مراجعه یا سرویس، سرویس کلی-تک سرویس‌دهنده $M/G/1$ ، سرویس کلی-چند سرویس‌دهنده $M/G/c$ ، سرب‌نهایتی نهایت سرویس‌دهنده $M/G/\infty$ ، ورودی کلی $G/M/1$ و $G/M/c$ ، متوسط اندم‌مؤثرهای مؤثر (فرمول پول‌چک - خین چین)
- شبکه‌های صف‌بندی: صف‌های سری، شبکه‌های باز و بسته جکسن، تعمیم شبکه‌های جکسنی، شبکه‌های غیر جکسنی، شبکه‌های صف‌بندی چند رده‌ای، صف چندمرحله‌ای $M/PH/1$
- تحلیل تقریب براونی در ترافیک سنگین سیستم $G/G/1$ ، رفتار سیستم صف با ترافیک سنگین،
- کاربردهایی از سیستم‌های صف‌بندی در مهندسی، صنایع، اقتصاد و ... و الگوریتم‌های محاسباتی و تحلیل این مدل‌ها با استفاده از حداقل یک نرم‌افزار مرتبط مانند R, Matlab, Maple و ...



روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان ارائه مطالب درسی جدید بر مبنای کتاب توسط دانشجو

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۳۰	%۳۰	نوشتاری: %۵۰	%۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

منابع اصلی

Gross, D.; Harris, Carl M.; Shortle, J. F. and Thompson, J.M (2018). *Fundamentals of Queueing Theory*, 5rd Edition, John Wiley and Sons, Inc.

Dudin, A. N.; Klimenok, V. I. and Vishnevsky, V. M. (2020). *The Theory of Queueing Systems with Correlated Flows*. Springer International Publishing

Bhat, U. N. (2015). *An Introduction to Queueing Theory: Modeling and Analysis in Applications*, 2nd Edition, Springer, New York.

منابع فرعی

Breuer. L. and Baum, D. (2005). *An introduction to queueing theory and matrix analytic methods*. Springer. New York.

Giambene, G. (2013). *Queueing Theory and Telecommunications: Networks and Applications*, 2nd Edition, Springer, New York.

Jyotiprasad Medhi, (2002). *Stochastic Models in Queueing Theory*, 2nd Edition, Academic Press

Thomopoulos, N. T. (2012). *Fundamentals of queueing systems: statistical methods for analyzing queueing models*, Springer, New York.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): استنباط بیزی

عنوان درس (انگلیسی): Bayesian Inference

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش‌نیاز: آمار ریاضی ۱

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مفاهیم و اصول تفکر و دیدگاه بیزی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

به کارگیری مفاهیم و اصول تفکر و دیدگاه بیزی در مسائل مربوط به استنباط آماری

سرفصل درس

- اصول تفکر بیزی: نظریه تصمیم، توزیع‌های پیشین و پسین، نحوه انتخاب توزیع پیشین، توزیع پیشین‌های مرجع و ناآگاهی بخش
 - مدل‌های آماری: توزیع نرمال، توزیع چندجمله‌ای، رگرسیون خطی، شبکه عصبی، نرمال آمیخته متناهی
 - بیز پارامتری: برآورد با یک توزیع پیشین ساده، بیز سلسله مراتبی، بیز تجربی، کارایی مجانبی برآوردگرهای بیز، بیز استوار
 - بیز ناپارامتری: فرایندهای دیریکله (ساختن و ویژگی‌ها)، به‌کارگیری روش‌های مونت کارلو در محاسبات، فرایندهای پیشین‌گوسی
 - روش‌های عددی در استنباط بیزی: زنجیره‌های مارکوف مونت کارلو (MCMC)، الگوریتم متروپلیس-هستینگ، نمونه‌گیری گیبس
- پروژه:** تحلیل داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری R, SPLUS

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، کار با نرم‌افزار



روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان نمر	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه

نرم افزارهای ریاضی و آماری مانند R و MAPLE و MATLAB

فهرست منابع

منابع اصلی

Ghosal, S., and Van der Vaart, A. (2017). *Fundamentals of Nonparametric Bayesian Inference*, Cambridge University Press, United Kingdom.

Watanabe S. (2018). *Mathematical Theory of Bayesian Statistics*, CRC Press.

منابع فرعی

Albert, J. (2009). *Bayesian Computation with R*, Springer-Verlag, New York.

Marin, O. (2018). *Bayesian Analysis with Python*, 2nd Edition, Packt Publishing.

Berger, J.O. (1985). *Statistical Decision Theory and Bayesian Analysis*, 2nd Edition.

Harney, H. L. (2016). *Bayesian Inference: Data Evaluation and Decisions*, 2nd Edition, Springer-Verlag, New York.

Lehmann E. L., and Casella, G. (1998). *Theory of Point Estimation*, 2nd Edition, Springer-Verlag, New York.

Ntzoufras, I. (2009). *Bayesian Modeling Using WinBUGS*, John Wiley & Sons, Inc.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): ریاضیات مالی ۱

عنوان درس (انگلیسی): Financial Mathematics 1

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

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مفاهیم نظری و کاربردی نرخ بهره، وام‌ها، اوراق قرضه

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در حل مسائل نظری و کاربردی

سرفصل درس

- انواع نرخ بهره (ساده، مؤثر، مرکب و اسمی)
- ارزش فعلی، ارزش آینده، ارزش افزوده شده
- تورم و نرخ بهره واقعی
- تجزیه و تحلیل سری جریان پول (Cash Flow)
- سالیانی‌ها (Annuities) شامل سالیانی‌های صعودی و نزولی
- بررسی توابعی از نرخ بهره ثابت و سالیانی‌ها
- بررسی و حل معادلات ارزش پول، پیدا کردن نرخ بهره، مقدار پرداختی، زمان پرداخت
- ریاضیات وام‌ها، محاسبه اقساط، استهلاک وام‌ها
- اوراق قرضه و تعریف آن، بررسی انواع اوراق قرضه، معادلات اوراق قرضه، ارزیابی اوراق قرضه در زمان‌های مختلف
- بررسی مفاهیم:
 - Cash flow valuation under term structure, Term structure of interest rates
 - Redington's immunization, Duration and convexity
- تعریف ریاضی انواع قراردادها و اختیارات



روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، حل مثال و مسائل مربوط به درس، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام تکلیف‌های محول شده و ارائه یک سمینار از مباحث جدید مربوط به درس.

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری: ۵۰٪ عملکردی: -	۳۰٪	۲۰٪

فهرست منابع

منابع اصلی

UK Institute of Actuaries (2017). *core leading for the subject: CT1-CT6*.

Wilders, R. J. (2020). *Financial Mathematics for Actuarial Science: The Theory of Interest*. CRC press.

Chan, R. H., Guo, Y. ZY., Lee, S. T. and Li, X. (2019). *Financial Mathematics, Derivatives and Structured Products*. Springer, Singapore.

منابع فرعی

Garrett, S. J. (2013). *An introduction to the mathematics of finance: a deterministic approach*. 2nd Edition, Butterworth-Heinemann.

Broveman, S. A. (2003). *Mathematics of investment and Credit*. 3rd Edition,. ACTEX Inc, New York.

Ruckman, C. and Francis, J. (2005). *Financial Mathematics: A practical Guide for Actuaries and Other Business Professionals*. 2nd ed. BPP Professional Education, New York.

Garrett, S. J. (2013). *An introduction to the mathematics of finance: a deterministic approach*. 2nd ed. Butterworth-Heinemann, New York.

Promislow, D. (2015). *Fundamentals of actuarial mathematics*. 3rd Edition,. John Wiley, New York.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): مدل های زیان

عنوان درس (انگلیسی): Loss Models

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

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری چگونگی برآزش مدل به داده های حاصل از یک فعالیت بیمه ای

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در تحلیل داده های بیم سنجی

سرفصل درس

- چگونگی مدل سازی، اصول الگوسازی بیمه ای
 - مروری بر متغیر تصادفی، گشتاورها و VaR
 - مدل های بیم سنجی و خصوصیات آن، مدل های پیوسته و گسسته، مدل سازی چندمتغیره، مدل های مربوط به خسارت های انفرادی و تجمعی
 - چگونگی ارزیابی و تصحیح مدل های بیمه ای
- پروژه:** تحلیل داده های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم افزارهای آماری مانند R، SPLUS

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، حل مثال و مسائل مربوط به درس، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام تکلیف های محول شده و ارائه یک سمینار از مباحث جدید مربوط به درس

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
-	عملکردی: -		



منابع اصلی

UK Institute of Actuaries (2017). core leading for the subject: CT1-CT6.

Rausand, M. and Haugen, S. (2020). *Risk Assessment: Theory, Methods, and Applications (Statistics in Practice)*. Wiley, New York.

Vaughan, E.J. and Vaughan, T.M. (2013). *Fundamentals of Risk and Insurance*, 11th ed. Wiley, New York.

منابع فرعی

Klugman, S. A., Panjer, H. H. and Willmot, G. E. (2008). *Loss Models: From Data to Decisions*. 3rd Edition., John Willey, New York.

Kaas, R., Goovaerts, M. and Dhaene, J. (2008). *Modern Acturail Risk Theory: Using R*. Springer, New York.

Korn, R., Korn, E. and Kroisandt, G. (2010). *Monte Carlo methods and models in finance and insurance*. CRC press, New York.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): نظریه ریسک

عنوان درس (انگلیسی): Risk Theory

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

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی نظریه ریسک و چگونگی به کارگیری آن‌ها در تحقیقات بنیادی و کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در تحلیل داده‌های ریسک.

سرفصل درس

- معرفی بیمه‌های اتکایی زیان-بیس و نسبتی و مقایسه آن‌ها با یکدیگر
- احتمال ورشکستگی برای مدل‌های زمان گسسته و زمان پیوسته، مقایسه بیمه‌های اتکایی با یکدیگر براساس احتمال ورشکستگی، روش‌های تقریب احتمال ورشکستگی
- روش‌های محاسبه حق بیمه، معرفی روش‌های حق بیمه خالص، میانگین، واریانس، مطلوبیت صفر، معرفی روش باورمندی دقیق و تقریبی و ارائه تفسیر بیزی برای آن‌ها
- معرفی سیستم‌های پاداش-جریمه، ارزیابی یک سیستم پاداش-جریمه با استفاده از زنجیره‌های مارکف
- روش‌های IBNR، معرفی روش نردبان زنجیری، معرفی روش بارن هاتر-فرگوسن، رویکرد GLM به نردبان زنجیری

پروژه: تحلیل داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری مانند R, SPLUS

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، حل مثال و مسائل مربوط به درس، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام تکلیف‌های محول شده و ارائه یک سمینار از مباحث جدید مربوط به درس.



روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان نمر	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

UK Institute of Actuaries (2017). *core leading for the subject: CT1-CT6*.

Rausand, M. and Haugen, S. (2020). *Risk Assessment: Theory, Methods, and Applications (Statistics in Practice)*. Wiley, New York.

Vaughan, E.J. and Vaughan, T.M. (2013). *Fundamentals of Risk and Insurance*, 11th Edition, Wiley, New York.

محمود احمدی. (۱۳۸۲). کلیات بیمه خلاصه و کاربردی، انتشارات محقق.

منابع فرعی

Klugman, S. A., Panjer, H. H. and Willmot, G. E. (2008). *Loss Models: From Data to Decisions*. 3rd Edition, John Wiley, New York.

Kaas, R., Goovaerts, M. and Dhaene, J. (2008). *Modern Actuarial Risk Theory: Using R*. Springer, New York.

Korn, R., Korn, E. and Kroisandt, G. (2010). *Monte Carlo methods and models in finance and insurance*. CRC press, New York.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): نظریه باورمندی

عنوان درس (انگلیسی): Credibility Theory

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

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مباحث مربوط به تعیین و تعدیل نرخ بیمه با در نظر گرفتن سابقه خسارت بیمه‌گذار در بیمه‌های فردی و گروهی و چگونگی به‌کارگیری آن‌ها در عمل

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در تحلیل داده‌های مربوط به نظریه باورمندی

سرفصل درس

- مفاهیم اولیه آمار بیز، پارامتر ریسک در بیز، توزیع‌های پیشین و پسین، تابع زیان بیزی
 - حق بیمه بیزی، محاسبه حق بیمه بیزی در حالت‌های خاص، محاسبه حق بیمه بیزی در خانواده نمایی، روش یافتن پیشین مزدوج طبیعی
 - حق بیمه براساس نظریه باورمندی، معادلات نرمال، حق بیمه باورمندی و تفسیر اجزای آن، مدل‌های بولمن-استراب
 - مقایسه حق بیمه بیزی و حق بیمه باورمندی، قضیه جول و تعمیم‌های آن
 - کاربرد نظریه باورمندی در شاخه‌های مختلف بیمه غیرزندگی
- پروژه:** تحلیل داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری مانند R, SPLUS

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، حل مثال و مسائل مربوط به درس، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام تکلیف‌های محول شده و ارائه یک سمینار از مباحث جدید مربوط به درس.



روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان نترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

Buhlmann, H. and Gisler, A. (2010). *A course in Credibility Theory and its Applications*. Springer, New York.

Herzog, T. N. (2010). *Introduction to Credibility Theory*. Actex Publications, Winstead CT.

منابع فرعی

UK Institute of Actuaries, (2017). *core leading for the subject: CT1-CT6*.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): مدل های مرگ و میر

عنوان درس (انگلیسی): Mortality Models

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

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مباحث مربوط به ارائه مدل های آماری مناسب جهت تحلیل و پیش بینی مرگ و میر

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

تقویت دانش نظری و عملی در مدل سازی و تحلیل داده های مرگ و میر

سرفصل درس

- تاریخچه مدل بندی فرایند مرگ و میر
 - ارائه عوامل مؤثر در مدل بندی فرایند مرگ و میر
 - مدل های ساده برای مرگ و میر، جداول عمر، مدل براساس تابع بقا، مدل براساس تابع احتمال
 - مدل های تصادفی برای مرگ و میر، مدل های لی-کارتر، مدل های کای-رینز-بالک-دواد
- پروژه:** تحلیل داده های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم افزارهای آماری مانند R, SPLUS

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، حل مثال و مسائل مربوط به درس، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام تکلیف های محول شده و ارائه یک سمینار از مباحث جدید مربوط به درس.

روش ارزیابی

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



منابع اصلی

UK Institute of Actuaries, (2017). *core leading for the subject: CT1-CT6*.

Angus, S. M., Stephen, J. R. and Iain. D. C. (2018). *Modelling Mortality with Actuarial Applications*. Cambridge University Press.

منابع فرعی

Pitacco, E., Denuit, M., Haberman, S. and Olivieri, A. (2009). *Modelling Longevity Dynamics for Pensions and Annuity Business*. Oxford university press, London.

Rogers, R. G. and Crimmins, E. (2011). *International Handbook of Adult Mortality*. Springer, New York.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): طرح آزمایش های پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): Design of Advanced Experiments

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

پیش نیاز: طرح آزمایش های ۱

تعداد ساعت: ۴۸

نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی

اهداف درس

فراگیری مباحث نظری و کاربردهای آن در زمینه طرح آزمایش ها و تحلیل داده ها

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

تقویت دانش نظری و عملی در به کارگیری مباحث پیشرفته مربوط به طرح آزمایش ها در تحقیقات کاربردی

سرفصل درس

- طرح بلوکی ناقص: تحلیل درون بلوکی، طرح های ناقص با اندازه بلوک متغیر، تحلیل تصادفی شده، اطلاع درون بلوکی، ترکیب درون بلوکی و میان بلوکی، برآورد پارامترها
 - طرح های بلوکی ناقص متوازن: تعریف و ضرورت طرح، روش های ساخت طرح های بلوکی ناقص، برآورد پارامترها، آزمون معنی داری، روش های تفاضلی
 - تحلیل کوواریانس و بلوک بندی: هدف و ضرورت تحلیل کوواریانس، تفاوت ها و شباهت های تحلیل کوواریانس و بلوک بندی، مدل های خطی برای تحلیل کوواریانس، تعمیم های مدل تحلیل کوواریانس، تعیین متغیرهای همراه در تحلیل کوواریانس، تعیین حجم نمونه و تحلیل توان
 - تحلیل مدل های چند سطحی: فلسفه و ضرورت مدل های چند سطحی، تحلیل واریانس، برآوردیابی ماکسیمم درستنمایی برای طرح لانه ای ساده، برآوردیابی ماکسیمم درستنمایی برای طرح لانه ای پیشرفته، نمایش سلسه مراتبی طرح لانه ای ساده
 - تحلیل روند: فاکتورهای کیفی، استنباط آماری تحلیل روند، آزمون غیرخطی بودن، آزمون روند درجات بالاتر، ضرایب مقابله از روند درجات بالاتر
- پروژه:** تحلیل داده های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم افزارهای آماری

مانند: SAS, SATISTICA, SPLUS, R



روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، انجام پروژه، سمینار

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۳۰	%۳۰	%۳۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

Hinkelmann, K. and Kempthorne, O. (2005). *Design and Analysis of Experiments: Volume 2, Advanced Experimental Design*, John Wiley, Canada

Maxwell, S.E. and Delaney, H.D. (2004). *Designing Experiments and Analyzing Data: A Model Comparison Perspective*, 2nd Ed., Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey.

Dean, A., Voss, D. and Draguljić, D. (2020). *Design and Analysis of Experiments*, Springer, New York.

منابع فرعی

Russell, K.G. (2018). *Design of Experiments for Generalized Linear Models*, Chapman & Hall/CRC Press.

Montgomery, D.C. (2019). *Design and Analysis of Experiments*, John Wiley, 10th Ed. USA.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): تحلیل چندمتغیره گسسته

عنوان درس (انگلیسی): Discrete Multivariate Analysis

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: روش های چند متغیره گسسته

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و کاربردی روش های تحلیل چندمتغیره آماری و به کارگیری آن در مسائل مربوط به داده های گسسته است

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

تقویت دانش نظری و عملی روش های پیشرفته مربوط به تحلیل های چندمتغیره گسسته در تحقیقات کاربردی

سرفصل درس

- جداول پیشایندی: جدول های پیشایندی دوطرفه، نسبت بخت ها، مدل لوژستیک، مدل لگ خطی
 - مدل های خطی تعمیم یافته: مروری بر رگرسیون تعمیم یافته، برآورد پارامترها، مدل توئیدی، حالت های خاص، برآورد پارامترها، رگرسیون تعمیم یافته بیزی
 - تحلیل متقابل: خواص آماری، تحلیل متقابل دوبعدی، ماتریس برت، تحلیل متقابل چندمتغیره، دونموداره برای جداول توافقی
 - تحلیل داده های رسته ای چندمتغیره: مدل چندجمله ای، مدل لجیت چندجمله ای، برآورد پارامترها، رگرسیون لجیت جریمه شده، انتخاب متغیر، مدل دیرخله چندجمله ای، برآورد پارامترها، آزمون فرضیه
 - مدل های گرافیکی: گراف و استقلال شرطی، مدل های گرافیکی، مدل های گرافیکی گوسی، گراف وابسته، برآورد ماکسیمم درستنمایی، آزمون فرضیه، انتخاب مدل، انتخاب متغیر
- پروژه:** تحلیل داده های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم افزارهای آماری مانند: SAS, STATISTICA, SPLUS, R

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، انجام پروژه، سمینار



روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۳۰	%۳۰	%۳۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

Abdi, H. and Beaton, D. (2021). *Principal Component and Correspondence Analyses Using R*, Springer, Switzerland.

Agresti, A. (2002). *Categorical Data Analysis. Wiley Series in Probability and Statistics*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York.

Dunn, P. and Smyth, G. (2018). *Generalized Linear Models With Examples in R*, Springer, New York.

Højsgaard, S., Edwards, D. and Lauritzen, S. (2012). *Graphical Models with R*, Springer, New York.

منابع فرعی

Friendly, M. and Meyer, D. (2015). *Discrete Data Analysis with R Visualization and Modeling Techniques for*, Chapman & Hall/CRC, USA.

Sucar, L.E. (2020). *Probabilistic Graphical Models*, Springer, Switzerland.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): داده‌های ترتیبی ۱

عنوان درس (انگلیسی): Order Statistics 1

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش‌نیاز: آمار ریاضی ۱

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

اهداف درس

فراگیری مفاهیم پایه‌ای و اساسی آماره‌های ترتیبی و به‌کارگیری روش‌های استنباط آماری در تحلیل داده‌های ترتیبی و رکوردها

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در حل مسائل نظری و کاربردی آمار

سرفصل درس

- مروری بر مفاهیم و نظریه توزیعی آماره‌های مرتب پیوسته و گسسته
 - خواص آماره‌های مرتب در توزیع‌های آماری خاص
 - داده‌های ترتیبی در نمونه‌های غیر هم توزیع، داده‌های پرت
 - مفاهیم و نظریه توزیعی آماره‌های رکوردی (رکوردهای بالا و پایین و زمان بین رکوردها، رکوردهای گسسته)، شیوه‌های نمونه‌گیری مستقیم و معکوس
 - کران‌ها و تقریب‌هایی برای گشتاورهای آماره‌های مرتب و رکوردها
 - معرفی سانسورهای نوع یک و دو
 - استنباط پارامتری و ناپارامتری بر اساس آماره‌های مرتب معمولی و رکوردها (شامل اطلاع‌فیشر، برآوردگر درست‌نمایی ماکسیمم و بهترین برآوردگرهای خطی ناریب، فواصل اطمینان)
 - معرفی پیش‌بینی، پیش‌بینی یک نمونه‌ای، پیش‌بینی دو نمونه‌ای (با بیان مثال‌های پارامتری و ناپارامتری) بر اساس آماره‌های مرتب و رکوردها
 - کاربردهایی از آماره‌های مرتب و رکوردها از جمله در مباحث قابلیت اعتماد و کنترل کیفیت
- انتظار می‌رود با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری چگونگی استفاده از مطالب یاد گرفته شده را در عمل مورد بررسی قرار دهد.



روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، حل مثال و مسائل مربوط به درس، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام تکلیف‌های محول شده و ارائه یک سمینار از مباحث جدید مربوط به درس

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

Arnold, B. C. Balakrishnan, N. and Nagaraja, H. N. (2008). *A First Course in Order Statistics*, SIAM.

Arnold, B. C.; Balakrishnan, N. and Nagaraja, H. N. (1998). *Records*, John Wiley & Sons.

Ahsanullah, M.; Nevzorov, V. B. and Shakil, M. (2013). *An Introduction to Order Statistics*. Atlantis Press.

منابع فرعی

David, H. A. and Nagaraja, H. N. (2003). *Order Statistics*, 3rd Edition, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.

Yang, Hong-Chuan and Mohamed-Slim Alouini (2011). *Order Statistics in Wireless Communications: Diversity, Adaptation, and Scheduling in MIMO and OFDM Systems*. Cambridge University Press.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): آمار فضایی ۱

عنوان درس (انگلیسی): Spatial Statistics 1

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: آمار ریاضی ۲

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و کاربردی در تحلیل داده‌های فضایی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در تحلیل داده‌های فضایی

سرفصل درس

- داده‌های فضایی، میدان تصادفی، تحلیل اکتشافی داده‌های فضایی، میدان‌های تصادفی مانا، تغییرنگار، هم تغییرنگار و همبستگی نگار
 - برآورد و برازش مدل تغییرنگار و هم تغییرنگار، نمایش طیفی تغییرنگار و هم تغییرنگار، میدان تصادفی گاوسی، پیشگویی فضایی
 - انواع کریگیدن، کوکریگیدن، کریگینگ بیزی، وار یانس کریگینگ، جارو کردن میانه و تحلیل مانده‌ها، شبیه‌سازی داده‌های فضایی
 - شبیه‌سازی شرطی، طرح نمونه‌گیری فضایی، طرح آزمایش‌های فضایی، تحلیل نزدیک‌ترین همسایه
- پروژه: تحلیل داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری مانند R، SPLUS

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌نرم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۳۰	نوشتاری: %۵۰	%۱۰
		عملکردی: -	



منابع اصلی

Bivand, R. S., Pebesma, E. J., Gómez-Rubio, V., & Pebesma, E. J. (2008). *Applied spatial data analysis with R* (Vol. 747248717, pp. 237-268). New York: Springer.

Chiles, J. P., & Delfiner, P. (2009). *Geostatistics: modeling spatial uncertainty* (Vol. 497). John Wiley & Sons.

Cressie, N. (1993). *Statistics for spatial data*. John Wiley & Sons.

Ripley, B. D. (2005). *Spatial statistics* (Vol. 575). John Wiley & Sons.

Webster, R., & Oliver, M. A. (2007). *Geostatistics for environmental scientists*. John Wiley & Sons.

منابع فرعی

Schmidt, Volker H. (2015). *Stochastic Geometry, Spatial Statistics and Random Fields: Models and Algorithms*. Springer Verlag

Hristopulos, D. (2020). *Random Fields for Spatial Data Modeling A Primer for Scientists and Engineers*. Springer Netherlands.

Haining, R. P. and Li G. (2020). *Modelling Spatial and Spatial-Temporal Data: A Bayesian Approach* (Chapman & Hall/CRC Statistics in the Social and Behavioral Sciences)

Oyana, T. J. (2021). *Spatial Analysis with R: Statistics, Visualization, and Computational Methods*. CRC Press



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): داده‌های سانسور شده

عنوان درس (انگلیسی): Censored Data

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/ هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش‌نیاز: آمار ریاضی ۱

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مفاهیم مربوط به داده‌های سانسور شده و کاربردهای آنها هدف کلی این درس است

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

- تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل کاربردی مربوط به داده‌های سانسور شده
- تسلط بر مباحث پژوهشی مربوط به داده‌های سانسور شده

سرفصل درس

- مفاهیم و نظریه توزیعی مربوط به برخی از انواع سانسورها شامل سانسور نوع یک و نوع دو، سانسور تصادفی، سانسور فزاینده، سانسور هیبرید، سانسور تطبیقی، سانسور فاصله‌ای، سانسورهای توأم و ...
 - نحوه شبیه‌سازی چند نوع از داده‌های سانسور شده
 - ترتیب‌های تصادفی در داده‌های سانسور شده و کاربردهای آنها
 - استنباط‌های پارامتری و ناپارامتری برای چند نوع از داده‌های سانسور شده
 - برآوردگرهای نقطه‌ای و فاصله‌ای بیزی
 - اطلاع در انواع داده‌های سانسور شده (اطلاع فیشر، آنتروپی، اطلاع کولبک لایبلر)
 - پیش‌بینی یک نمونه‌ای و دو نمونه‌ای بر اساس چند نوع از داده‌های سانسور شده
 - آزمون‌های نیکویی برازش (آزمون نمایی بودن، آزمون بر اساس تابع توزیع تجربی، آزمون بر اساس اندازه کولبک لایبلر)
 - کاربرد داده‌های سانسور شده در تحلیل بقا، قابلیت اعتماد و کنترل کیفیت
- پروژه:** تحلیل داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری مانند R, SPLUS



روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، حل مثال و مسائل مربوط به درس، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام تکلیف‌های محول شده و ارائه یک سمینار از مباحث جدید مربوط به درس

روش ارزیابی

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

فهرست منابع

منابع اصلی

Balakrishnan, N. and Aggarwalla, R. (2000). *Progressive Censoring: Theory, Methods and Applications*, Springer.

Balakrishnan, N. and Cramer, E. (2014). *The Art of Progressive Censoring*, Springer New York Heidelberg Dordrecht London.

Sun, J. (2007). *The statistical analysis of interval-censored failure time data*. Springer.

منابع فرعی

Bogaerts, K., Komarek, A. and Lesaffre, E. (2020). *Survival Analysis with Interval-Censored Data, A Practical Approach with Examples in R, SAS, and BUGS*, Chapman and Hal.

Rezaul Karim, Md. and Ataharul Islam, M. (2019). *Reliability and Survival Analysis*, Springer.

Moor, D. F. (2016). *Applied Survival Analysis Using R*, Springer.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): محاسبات آماری پیشرفته ۲

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Statistical Computing 2**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: محاسبات آماری پیشرفته

۱

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ عملی تعداد ساعت: ۶۴

اهداف درس

فراگیری روش های محاسباتی پیشرفته در نرم افزار R برای استفاده در تحلیل داده های انبوه

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

تقویت دانش نظری و عملی در انجام مسائل محاسباتی و تحلیل داده های انبوه در تحقیقات بنیادی و کاربردی آمار

سرفصل درس

- داده های انبوه و مشکلات تحلیل این نوع داده ها
- معرفی برخی از بسته توابع در R که برای تحلیل داده های انبوه تهیه شده اند، مانند `dplyr`، `ff`، `bigmemory`، `data.table`، `dbscan` و انجام پروژه های عملی
- معرفی بسته توابعی در R که برای تهیه گزارشات (مقاله، پایان نامه و رساله، سخنرانی) در `Word`، `TeX` و `Powerpoint` و ارسال ایمیل های دسته ای مناسب هستند
- معرفی رابط های `R` و `Hadoop`.
- ایجاد برنامه های کاربردی تحت وب با `Shiny`
- محاسبات موازی در `R`

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، نمایشی (ارائه با پاورپوینت)، شبیه سازی و محاسبات نرم افزاری، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام یک پروژه و ارائه در کلاس و انجام تکلیف های محول شده



روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان نمر	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۵۰	%۳۰	%۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی
Hadley Wickham and Garrett Golemund (۲۰۱۷). <i>R for Data Science</i> . O'Reilly.
Bill Yarberry (۲۰۱۸). <i>DPLYR</i> . Independently published.
Bradley C. Boehmke (۲۰۱۶). <i>Data Wrangling with R</i> . Springer (part of UseR!).
منابع فرعی
Rizzo, M. L. (۲۰۰۷). <i>Computational statistics with R</i> . Chapman & Hall.
Hansen, N. R. (۲۰۱۹). <i>Computational statistics with R</i> . online book.
Golemund, G. (۲۰۱۴). <i>Hands-on programming with R: Write your own functions and simulations</i> , O'Reilly Media.

منابع مطالعاتی

https://cran.um.ac.ir/
https://github.com/SOCR/CBDA/releases
https://cran.r-project.org/web/views/HighPerformanceComputing.html
https://towardsdatascience.com/getting-started-with-parallel-programming-in-r-d5f801d43745
https://bookdown.org/rdpeng/rprogdatascience/parallel-computation.html
https://dept.stat.lsa.umich.edu/~jerrick/courses/stat701/notes/parallel.html
https://www.udemy.com/course/learn-how-to-analyse-big-data-in-hadoop-with-r-analytic-tool/



دوره دکتری

مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): استنباط آماری پیشرفته	
عنوان درس (انگلیسی): Advanced Statistical Inference	
پیش نیاز: استنباط آماری ۱ یا آمار استنباطی	نوع درس: تخصصی
پیش نیاز/هم نیاز: دارد ■	ندارد □
تعداد واحد: ۴	نوع واحد: نظری
تعداد ساعت: ۶۴	

اهداف درس

فراگیری اصول و مفاهیم پایایی و هم پایایی و ارتباط آن‌ها با سایر مفاهیم پیشرفته در استنباط آماری

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

به کارگیری مفاهیم اساسی و اصول استنباط آماری در پژوهش‌های مربوط.

سرفصل درس

- برآوردگرها و رفتار حدی برآوردگرهای ماکسیمم درستنمایی و آزمون‌های کلاسیک
- برآوردگرهای هم پایا و هم پایای بهینه
- برآوردگرهای بیز هم پایا
- برآوردگرهای کم-بیشینه
- بررسی مجاز بودن برآوردگرها
- آزمون‌های پایا و پایای بهینه
- آزمون‌های ناریب و مقایسه با آزمون‌های پایا
- نواحی اطمینان پایا و هم پایای بهینه و ارتباط آن با آزمون‌های پایای بهینه

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی؛ پرسش و پاسخ، سمینار



روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان نمر	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۵۰	%۳۰	%۱۰
	عملکردی: -		

تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه

نرم افزارهای ریاضی و آماری مانند R و MAPLE و MATLAB

فهرست منابع

منابع اصلی

Efron, B. and Hastie, T. (2016). *Computer Age Statistical Inference: Algorithms, Evidence, and Data Science*, Cambridge University Press

Lehmann, E. L., and Casella, G. (1998). *Theory of Point Estimation*, Springer-Verlag.

Lehmann, E. L., and Romano, J. P. (2005). *Testing Statistical Hypotheses*, Springer-Verlag.

منابع فرعی

Li, B., and Babu, J. (2019). *A Graduate Course on Statistical Inference*, Springer-Verlag.

Keener, R. W. (2010). *Theoretical Statistics*, Springer, New York.

Shao, J. (2003). *Mathematical Statistics*, Springer-Verlag.

Geisser, S. (2006). *Modes of Parametric Statistical Inference*, John Wiley and Sons, Inc.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): نظریه احتمال پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): Advanced Probability Theory

نوع درس: تخصصی پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: نظریه احتمال

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

اهداف درس

- فراگیری مفاهیم اساسی و بنیادی امید ریاضی شرطی، نظریه مارتینگل
- پرورش تفکر خلاق، آینده‌نگر و انتقادی در مباحث نظریه احتمال پیشرفته و کاربرد این مفاهیم در تحقیقات بنیادی و کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل نظری و کاربردی آمار

سرفصل درس

- مباحثی در همگرایی سری‌های تصادفی و قانون اعداد بزرگ - قانون لگاریتم مکرر
- احتمالات شرطی و امید ریاضی شرطی به شرط سیگما میدان - قضیه راندنم نیکودیم
- مارتینگل‌ها با زمان گسسته: تعریف و ویژگی‌ها - حفظ ویژگی مارتینگلی تحت تبدیلات - زمان‌های توقف و انتگرال‌پذیری یکنواخت - نامساوی‌های اساسی - قضیه‌های همگرایی مارتینگل و زیر (زبر) مارتینگل - مارتینگل‌های منظم - اولین زمان‌های گذر برای گام برداری تصادفی - معادله اساسی والد
- مارتینگل‌ها و زیر مارتینگل‌های معکوس و برخی ویژگی‌ها.
- مارتینگل‌ها با زمان پیوسته: تعریف و ویژگی‌ها - فرایند وینر و برخی ویژگی‌ها
- برخی کاربردها: مانند قضیه حد مرکزی فرایندهای گام برداری تصادفی متوقف شده - محاسبه احتمال شکست در بیمه - قضیه‌های اساسی در ریاضیات مالی تصادفی

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ



روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان نترم	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۵۰	%۳۰	%۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

- Bhattachrya, R. and Waymire, E.C. (2016). *A Basic Course in Probability Theory*. Springer.
- Durrett, R. (2019). *Probability: Theory and Examples*. 5th Edition, Cambridge University Press.
- Girardin, V. and Limnios, N. (2018). *Applied Probability: From random sequences to Stochastic Processes*. Springer.
- Gut, A. (2013). *Probability: A Graduate Course*. 2th Edition, Springer.
- Jean-François Le Gall (2016) *Brownian Motion, Martingales, and Stochastic Calculus*. Springer International Publishing Switzerland.

امینی؛ م. و بزرگ نیا؛ ا. (۱۳۹۹) *نظریه احتمال*. دانشگاه فردوسی مشهد.

منابع فرعی

- Oliver C. Ibe (2013). *Elements of random walk and diffusion processes*. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Athreay, K.B. (2006). *Measure Theory and Probability Theory*. Springer.
- Karr, A. (1993). *Probability*. Springer.
- S.I. Resnick (1999). *A Probability Path*. Birkhauser.
- MÄorters, P. and Peres, Y. (2008). *Brownian Motion*.
- Shiryaev, A.N. (2019). *Probability-2*. 3rd Edition, Springer.
- Shiryaev, A.N. (2016). *Probability-1*. 3rd Edition, Springer.
- Thierry Lévy. (2018). *Advanced Probability Theory*. Tsinghua University, Springer.
- Paolo Baldi (2017). *Stochastic Calculus: An Introduction Through Theory and Exercises*. Springer International Publishing AG



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): روش‌های محاسباتی و بهینه‌سازی در آمار

عنوان درس (انگلیسی): Computational Methods and Optimaization in Statistics

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

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد عملی تعداد ساعت: ۶۴

اهداف درس

فراگیری روش‌های محاسباتی و بهینه‌سازی برای حل مسائل محاسباتی و بهینه‌سازی در مباحث بنیادی و کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش محاسباتی و بهینه‌سازی در انجام مسائل محاسباتی و بهینه‌سازی و تحلیل داده‌های آماری در سطح پیشرفته

سرفصل درس

الف: روش‌های محاسباتی

- مروری بر روش‌های شبیه‌سازی به منظور حل برخی مسائل احتمال و آمار (توزیع‌های آماری، امید ریاضی و فاصله اطمینان و انجام آزمون‌های آماری کلاسیک و بیزی)
- روش‌های EM، باز نمونه‌گیری، اعتبارسنجی متقابل (cross-validation) و MCMC
- برنامه‌نویسی نسبتاً حرفه‌ای (کاربرد برخی توابع خاص)
- کار با داده‌های انبوه
- ساخت برنامه‌های کاربردی تحت وب
- ساخت و عرضه بسته (کتابخانه) توابع در CRAN

ب: بهینه‌سازی

- بهینه‌سازی محدب غیر مقید، بهینه‌سازی محدب مقید و خواص آن
- روش‌های مختلف بهینه‌سازی خطی، مسئله دوگان و بهینه‌سازی به روش‌های نقاط درونی و مرتبه اول برای مسائل غیر هموار
- بهینه‌سازی غیرخطی، بهینه‌سازی پیوسته و الگوریتم‌های آن، رویکردهای جستجوی خطی و ناحیه‌ای، فاکتور سازی و تکرار عددی



- بهینه‌سازی مقید، شرایط کاروش-کوهن-تاگر (Karush-Kuhn-Tucker) برای بهینه‌سازی عمومی مقید، روش‌های لاگراژ، نقاط داخلی و برنامه‌ریزی درجه دوم متوالی
- توصیه می‌شود این درس توسط دو مدرس ارائه گردد.

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، شبیه‌سازی و محاسبات نرم‌افزاری، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام یک پروژه و ارائه در کلاس و انجام تکلیف‌های محول شده

روش ارزیابی

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

فهرست منابع

منابع اصلی

Rizzo, M. L. (2007). *Computational statistics with R*. Chapman & Hall.

Everitt, B. (2006). *A handbook of statistical analyses using R*. Chapman & Hall.

McKinney, W. (2011). *Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython*, O'Reilly.

Edwin, K. P. C. and Zak, S. H. (2013). *An Introduction to Optimization*. 3th ed. Solution manual-Wiley-Interscience.

Hansen, N. R. (2019). *Computational statistics with R*. online book.

منابع فرعی

Mainland, J. and Braun, W. J. (2010). *Data analysis and graphics using R: An example-based approach*, Cambridge.

Grolemund, G. (2013). *Hands-on programming with R: Write your own functions and simulations*, O'Reilly Media.

Ramalho, L. (2015). *Fluent Python*, O'Reilly.

Nocedal, J. and Wright, S. (2006). *Numerical Optimization*. Springer.

Birta, L. G. and Arbez, G. (2007). *Modelling and Simulation: Exploring Dynamic System Behaviour*, Springer.

منابع مطالعاتی

<https://cran.um.ac.ir>
<https://www.python.org/>



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): فرایندهای تصادفی مارکوفی

عنوان درس (انگلیسی): Markovian Stochastic Processes

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: فرایندهای تصادفی ۱

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

اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و کاربردی فرایندهای تصادفی مارکوفی با هدف پرورش تفکر خلاق، آینده‌نگر و انتقادی برای ارزیابی مدل‌های تصادفی در علوم ریاضی، ریاضیات مالی، ریاضیات بیمه‌ای و مهندسی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل کاربردی علوم ریاضی، ریاضیات مالی، اقتصاد و مهندسی

سرفصل درس

- مروری بر مباحث پایه و اساسی زنجیرهای مارکوف
- شدت انتقال؛ معادلات پسرو و پیشرو کولموگوروف
- توزیع‌های مجانبی و توزیع‌های مانا؛ همگرایی زنجیرهای مارکوف در فاصله تغییرات کل و L^2
- فرایندهای زاد و مرگ، فرایندهای شاخه‌ای در زمان گسسته و پیوسته
- احتمالات جذب، زمان جذب
- امید ریاضی شرطی و مارتینگل
- زمان‌های توقف و ویژگی قوی مارکوفی
- فرایندهای مارکوف برگشت‌پذیر
- تحلیل طیفی، زمان استراحت (relaxation time)
- مثال‌هایی از فرایند مارکوف مانند گام برداری تصادفی، فرایند پواسون، حرکت براونی
- الگوریتم مونت کارلوی زنجیر مارکوفی (الگوریتم متروپولیس-هستینگس، نمونه‌گیری گیبز، الگوریتم یودین-وانگ، الگوریتم پراپ-ویلسن، نوردیدن شبیه‌سازی شده (simulated annealing))
- بررسی همگرایی MCMC به صورت نظری
- توابع هارمونیک و مارتینگل‌ها برای فرایندهای مارکوف



• مدل‌های مارکوف پنهان

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۵۰	%۳۰	%۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

Douc,R.; Moulines, E.; Priouret, P. and Soulier, Ph. (2018). *Markov Chains*. Springer Nature Switzerland AG.

Brémaud, P. (2020). *Markov Chains Gibbs Fields, Monte Carlo Simulation and Queues*. Springer Nature Switzerland AG, 2th Edition.

Lefebvre M. (2007) *Applied Stochastic Processes*. Springer Science + Business Media LLC.

Feldman, R. M. and Valdez-Flores, C. (2010). *Applied Probability and Stochastic Processes*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

منابع فرعی

Durrett, R. (2016) *Essentials of Stochastic Processes*. 3rd Edition, Springer International publishing Switzerland.

Stroock, D. W. (2013). *An Introduction to Markov Processes*, 2th edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Oliver C. Ibe(2013) *Markov Processes for Stochastic Modeling*. Elsevier Inc, 2th Edition.

Capasso, V. and Bakstein, D. (2012) *An Introduction to Continuous-Time Stochastic Processes "Theory, Models, and Applications to Finance, Biology, and Medicine"*. Birkhauser Boston 2th edition,



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): فرایند براونی و حسابان تصادفی

عنوان درس (انگلیسی): **Brownian Process and Stochastic Calculus**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: فرایندهای تصادفی ۱

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و کاربردی فرایند تصادفی براونی و محاسبات تصادفی با هدف پرورش تفکر خلاق، آینده‌نگر و انتقادی برای ارزیابی مدل‌های تصادفی در ریاضیات تصادفی، ریاضیات مالی و بیمه، فیزیک و مهندسی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل کاربردی علوم ریاضی، ریاضیات مالی، اقتصاد و مهندسی

سرفصل درس

- مباحثی از امید ریاضی شرطی
- فرایند گاوسی
- مارتینگل‌ها و نیم مارتینگل‌های با زمان پیوسته
- زمان‌های توقف و فیلترها
- فرایند تصادفی پخش
- فرایند براونی، ویژگی‌های مسیر نمونه، رفتار مجانبی فرایند براونی، زمان‌های توقف، قضیه توقف، اصل انعکاس، شبیه‌سازی حرکت براونی.
- حسابان تصادفی، فرمول ایتو، مارتینگل‌های نمایی، برآوردهای L^p ؛ انتگرال تصادفی چندگانه
- فرایند براونی و معادلات دیفرانسیل تصادفی و روش‌های حل آن‌ها
- ارزیابی فرمول بلک شولز در ریاضیات مالی به‌عنوان یک کاربرد
- حل مسائل کاربردی در هر یک از موارد فوق با استفاده از حداقل یک نرم‌افزار مرتبط مانند (Matlab, R, Maple, Matematica,.....).



روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۵۰	%۳۰	%۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

Baldi, P. (2017). *Stochastic Calculus: An Introduction Through Theory and Exercises*. Springer International Publishing AG

Le Gall, Jean-F (2016). *Brownian Motion, Martingales, and Stochastic Calculus*. Springer International Publishing Switzerland

Loffler, A. and Kruschwit, L. (2019). *The Brownian Motion A Rigorous but Gentle Introduction for Economist*. Springer Texts in Business and Economic.

Birta, L. G. and Arbez, G. (2019). *Modelling and Simulation: Exploring Dynamic System Behaviour*. 3rd Edition, Springer Nature Switzerland AG

Borodin, Andri N. (2017). *Stochastic Processes*. Springer International Publishing AG 2017

منابع فرعی

Philipse, A. P. (2018). *Brownian Motion Elements of Colloid Dynamics*. Springer Nature Switzerland AG.

Dunbar, S. R. (2016). *Mathematical Modeling in Economics and Finance with Probability and Stochastic Processes*, American Mathematical Societ.

Schilling, R. and Partzsch, L. (2012) *Brownian Motion: An Introduction to Stochastic Processes*. Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin/Boston.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): فرایندهای تصادفی لوی

عنوان درس (انگلیسی): Levy Stochastic Processes

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/ هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش‌نیاز: فرایند براونی و محاسبات تصادفی

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

اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و کاربردی فرایندهای لوی که یک فرایند تصادفی با نمونه‌های مستقل و همگن است با هدف پرورش تفکر خلاق، آینده‌نگر و انتقادی، در علوم ریاضی، فیزیک، علوم مهندسی، ریاضیات مالی و ریاضیات

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل کاربردی علوم ریاضی، فیزیک، ریاضیات مالی، ریاضیات بیمه و علوم مهندسی

سرفصل درس

- مباحثی از توزیع‌های بی‌نهایت بار تقسیم‌پذیر و خواص آنها
- فرایندهای لوی، ویژگی‌ها و مثال‌هایی از فرایند لوی (حرکت براون، فرایند پواسون ترکیبی، فرایندهای گاما)
- تجزیه ایتو و ساختار مسیر فرایند لوی و ویژگی‌های مرتبط با مسیر
- مدل‌های ذخیره‌سازی عمومی و مسیرهای با تغییر کراندار
- زمان‌های تجدید و اولین زمان گذر
- فاکتورسازی فرایند نیمه-وینر و فرایندهای لوی در اولین زمان گذر
- مسائل خروج در فرایندهای با طیف منفی
- اطلاعات بیشتر در مورد توابع مقیاس.
- مسائل شکست و نظریه گربر-شو
- کاربردهایی در حل مسائل بهینه
- کاربردهایی در فرایند شاخه‌ای با زمان پیوسته و فرایند مارکوف خود مشابه خود



روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
٪۱۰	نوشتاری: ٪۵۰	٪۳۰	٪۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

- Kyprianou, A. E. (2013). *Fluctuations of Levy Processes with Applications*. Springer.
- Mohamed Abdel-Hameed(2013). *Lévy Processes and Their Applications in Reliability and Storage*. Springer Heidelberg New York Dordrecht London.
- Schoutens, W. and Cariboni, J. (2009). *Levy Processes in Credit Risk*. John Wiley & Sons Ltd

منابع فرعی

- Alfonso,Rocha-Arteaga and Ken-itiSato(2019). *Topics in Infinitely Divisible Distributions and Lévy Processes*. Springer Nature Switzerland AG 2019
- Wim Schoutens (2003). *L' evy Processes in Finance (Pricing Financial Derivatives)*.John Wiley & Sons Ltd.
- Sakhnovich, Lev A. (2012). *Levy Processes, Statistical Physics: Connections and Interactions Integral Equations*, Springer Basel 2012.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): نظریه مفصل و مدل سازی وابستگی ۲

عنوان درس (انگلیسی): Theory of Copula and Dependence Modelling 2

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: نظریه مفصل و مدل سازی

وابستگی ۱

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری-محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و بنیادی نظریه مفصل و وابستگی در حالت چند متغیره و کاربرد این مفاهیم در تحقیقات بنیادی و کاربردی

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

تقویت دانش نظری و عملی در مدل سازی داده های وابسته در تحقیقات بنیادی و کاربردی آمار

سرفصل درس

- توزیع تجربی و مفصل تجربی، ارتباط مفصل تجربی و رتبه ها
- ضرایب وابستگی نظری و تجربی
- قضایای حدی مربوط به فرایند تجربی
- توزیع مجانبی ضرایب وابستگی تجربی (کندال، اسپیرمن و...)
- استنباط آماری مفصل، روش های برآورد پارامتر وابستگی در مفصل
- قضایای مربوط به ویژگی های مجانبی برآوردگرها
- آزمون های نیکویی برازش و انتخاب مفصل
- آزمون های نیکویی برازش در خانواده مفصل های خاص مانند: ارشمیدسی، آرشیما کس، FGM، ...
- آزمون های استقلال و آزمون های تقارن
- مفصل و این و کاربرد در مدل سازی
- برآورد پارامترهای مفصل های آرشیما کس و مقدار فرین
- استنباط در مدل های ارشمیدسی



- مدل‌سازی داده‌های وابسته بر اساس تابع مفصل با استفاده از نرم‌افزارهای مناسب در این زمینه، (مانند بسته نرم‌افزاری R....)

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۳۰	نوشتاری: %۵۰	%۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

منابع اصلی

- Joe, H (2015). *Dependence Modeling with Copulas*. CRC Press (Taylor and Francis Group).
- Mai, Jan-F. and Scherer, M. (2012). *Simulating Copulas: Stochastic Models, Sampling Algorithms, and Applications*. Imperial College Press.
- Cherubini, U., Gobbi, F., Mulinacci, S. and Romagnoli, S. (2012). *Dynamic Copula Methods in Finance*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Hofert, M. Kojadinovic, I., Machler, M. and Yan, J (2018). *Elements of Copula modeling with R*. Springer International Publishing AG.

منابع فرعی

- Durante, F. and Sempi, C. (2016). *Principles of copula theory*. Taylor & Francis Group, LLC.
- Joe, H. (1997). *Multivariate models and dependence concepts*. Chapman and Hall.
- Salvadori, G., Michele, C.DE, Kottegoda, N.T. and Rosso, R. (2007). *Extremes in Nature: An Approach using Copulas*. Springer.
- Jan-Frederik Mai and Matthias Scherer (2014). *Financial Engineering with Copulas Explained*. Financial Engineering Explained Series.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): مباحث پیشرفته در نظریه مفصل و مدل سازی

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Topics in Copula Theory and Dependence Modelling**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: نظریه مفصل و

مدل سازی وابستگی ۱

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری-محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

پرورش تفکر خلاق، آینده‌نگری و تفکر انتقادی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل نظری و کاربردی آمار

سرفصل درس

سرفصل این درس براساس موضوعات جدید در زمینه نظریه مفصل و مدل سازی حداقل دو ماه پیش از ارائه درس توسط استاد درس پیشنهاد و پس از تصویب گروه قابل اجرا خواهد بود.

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۳۰	نوشتاری: %۵۰	%۱۰
		عملکردی: -	



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): مباحثی کاربردی در مدل سازی وابستگی

عنوان درس (انگلیسی): Application Topics in Dependence Modelling

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: نظریه مفصل و مدل سازی

وابستگی ۱

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری-محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مباحث کاربردی نظریه مفصل و وابستگی با تأکید کاربرد این مباحث در علوم دیگر در تحقیقات بنیادی و کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش کاربردی دانشجویان در استفاده از این مباحث در مدل سازی و تحلیل داده‌های وابسته در علوم دیگر

سرفصل درس

- مدل‌های رگرسیونی مفصل مبنا
- مدل‌های سری‌های زمانی مفصل مبنا
- مفصل در قابلیت اعتماد و نظریه اطلاع
- تحلیل عاملی و مدل‌های ساختاری مفصل مبنا
- مدل‌های گرافیکی مفصل مبنا
- مفصل در کنترل آماری فرایند
- مفصل در مدیریت ریسک
- مفصل و نظریه فرین مقدار
- مفصل و داده‌های فضایی
- مفصل در هیدرولوژی و مهندسی آب
- مدل سازی داده‌های وابسته در زمینه‌های مختلف مالی، بیمه، هواشناسی، مهندسی و ... با استفاده از نرم‌افزارهای مناسب در این زمینه (مانند بسته نرم‌افزاری R....)



روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
٪۱۰	نوشتاری: ٪۵۰	٪۳۰	٪۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

Cherubini, U., Gobbi, F., Mulinacci, S. and Romagnoli, S. (2012). *Dynamic Copula Methods in Finance*. John Wiley & Sons, Ltd.

Emura, T. and Chen, Yi-Hau (2018). *Analysis of Survival Data with Dependent Censoring: Copula-Based Approaches*. Springer.

Hofert, M. Kojadinovic, I., Machler, M. and Yan, J (2018). *Elements of Copula modeling with R*. Springer International Publishing AG.

Chen, L. and Guo, S. (2019). *Copulas and Its Application in Hydrology and Water Resources*. Springer Nature Singapore Pte Ltd.

منابع فرعی

Joe, H. (2015). *Dependence Modeling with Copulas*. CRC Press (Taylor and Francis Group)

Salvadori, G., Michele, C.DE, Kottegoda, N.T. and Rosso,R. (2007). *Extremes in Nature: An Approach using Copulas*. Springer.

Jan-Frederik Mai and Matthias Scherer(2012). *Simulating Copulas: Stochastic Models, Sampling Algorithms, and Applications*. Imperial College Press.

Jan-Frederik Mai and Matthias Scherer (2014). *Financial Engineering with Copulas Explained*. Financial Engineering Explained Series.

Zhang, L. and Singh, V.P. (2019). *Copulas And Their Applications In Water Resources Engineering*. Cambridge University Press.

Úbeda Flores, M., Amo Artero, E.de, Durante. F.and Fernández Sánchez, J. (2017). *Copulas and Dependence Models with Applications*. Springer International Publishing AG.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): تحلیل آماری الگوهای نقطه‌ای

عنوان درس (انگلیسی): Statistical Analysis of Point Patterns

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: نظریه احتمال

پیشرفته

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مفاهیم نظری فرآیندهای نقطه‌ای و اصول استنباط در فرآیندهای نقطه‌ای

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در تحلیل آماری الگوهای نقطه‌ای

سرفصل درس

- فرآیندهای نقطه‌ای در فضاها کلی و به‌طور خاص در فضاها اقلیدسی
- مروری بر فرآیندهای نقطه‌ای پواسون به‌ویژه قضیه اسلیونیاک-مه که، برهم‌نهی و تنک‌سازی، شبیه‌سازی فرآیندهای پواسون، چگالی فرآیندهای نقطه‌ای
- آماره‌های خلاصه مشتمل بر آماره‌های مربوط به ویژگی‌های مرتبه اول و دوم و نتایج مربوط
- آماره‌های خلاصه مرتبه دوم، تابع k سویی، تابع‌های K ، L ، G ، F ، G ، J ، برآوردهای ناپارامتری توابع
- فرآیندهای کاکس با مرور بر ویژگی‌های پایه‌ای، فرآیندهای نیمین-اسکات به‌عنوان فرآیندهای کاکس، فرآیندهای کاکس نوفه شلیک، فرآیندهای کاکس لگ گاوسی
- فرآیندهای نقطه‌ای مارکوفی با مرور بر فرآیندهای نقطه‌ای متناهی دارای چگالی، تابع شدت پانجلو و شرط‌های پایداری
- فرآیندهای نقطه‌ای با برهم‌کنش مرتبه دوم، فرآیندهای گیبس نامتناهی
- الگوریتم‌های متروپولیس-هیستینگس، استنباط مبتنی بر شبیه‌سازی

پروژه: تحلیل داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری مانند R، SPLUS



روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، حل مثال و مسائل مربوط به درس، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام تکلیف‌های محول شده و ارائه یک سمینار از مباحث جدید مربوط به درس

روش ارزیابی

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

فهرست منابع

منابع اصلی:

Moller, J. and Wagepetersen, R. (2003). *Statistical Inference and Simulation for Spatial Point Processes*, Chapman & Hall, USA.

Baddeley, A.; Rubak, E. and Turner, R. (2016). *Spatial point patterns: methodology and applications with R*, CHAPMAN & HALL CRC

Kiyosi Itô, Shinzo Watanabe, Ichiro Shigekawa, (2016). *Poisson Point Processes and Their Application to Markov Processes*, Springer,

منابع فرعی

Peccati, G. and Reitzner, M. (2016). *Stochastic Analysis for Poisson Point Processes: Malliavin Calculus, Wiener-Itô Chaos Expansions and Stochastic Geometry*. Springer International Publishing.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): فرایندهای تجربی و استنباط نیم پارامتری

عنوان درس (انگلیسی): Empirical Processes and Semiparametric Inference

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: نظریه احتمال

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری-محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و بنیادی فرایندهای تجربی و استنباط نیم پارامتری در مباحث نیم پارامتری پیشرفته و کاربرد این مفاهیم در تحقیقات بنیادی و کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل نظری و تحلیل داده‌های واقعی

سرفصل درس

- تابع توزیع تجربی: فرایند تجربی، تابعک‌های آماری، توابع نفوذ، مجموعه‌های اطمینان، برآورد ناپارامتری چندک‌ها
- استنباط نیم پارامتری و انواع مدل‌های نیم پارامتری مانند رگرسیون‌های نیم پارامتری از قبیل رگرسیون کاکس
- همگرایی تصادفی در فضاهای متری مانند فضای توابع پیوسته و فضای توابع کدلگ (از راست پیوسته دارای حد چپ)، همگرایی ضعیف، همگرایی تقریباً حتمی، همگرایی یکنواخت
- قضیه گلی ونکو-کانتلی، قضیه دانسکر
- مفهوم آنتروپی و انواع آن (آنتروپی یکنواخت، برکتینگ آنتروپی)، استفاده آن در اثبات انواع همگرایی‌های تصادفی در فضاهای متری، آنتروپی قضیه گلی ونکو-کانتلی، قضیه دانسکر
- فرایندهای تجربی بوت استری، روش دلتای تابعی، آشنایی با برآوردگرهای Z ، برآوردگرهای M ، مفهوم نرخ همگرایی
- مفاهیم کارایی نیم پارامتری، معادلات برآوردیابی نیم پارامتری، برآوردگر ماکسیمم درست‌نمایی در مدل‌های نیم پارامتری

پروژه: تحلیل داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری مانند R, SPLUS



روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار بحث و تبادل نظر با دانشجویان، ارائه مطالب درس جدید بر مبنای کتاب توسط دانشجو

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۳۰	نوشتاری: %۵۰	%۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

Bickel, P. J. Klaassen, Ch. A.J.; Ritov, Y. and Wellner, J. A. (1998). *Efficient and Adaptive Estimation for Semiparametric Models*. Springer.

Wand, R. and Carroll, R. J. (2003). *Semiparametric Regression*. Cambridge University Press.

Shorack, G. R. and Jon A. Wellner, J. A (2009) *Empirical Processes with Applications to Statistics*. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM).

Tsiatis, A. (2006). *Semiparametric Theory and Missing Data*. Springer.

van de Geer, S. A. (2009). *Empirical Processes in M-Estimation*. Cambridge University Press.

van der Vaart, A. W. (2000). *Asymptotic Statistics*, Cambridge University Press.

Kosorok, M. R. (2008). *Introduction to Empirical Processes and Semiparametric Inference*. Springer.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): هموارسازی ناپارامتری

عنوان درس (انگلیسی): Nonparametric Smoothing

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: استنباط آماری ۱

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری-محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی روش‌های هموارسازی ناپارامتری و کاربرد این مفاهیم در تحقیقات بنیادی و کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل نظری و تحلیل داده‌های واقعی

سرفصل درس

- مروری بر مفاهیم استنباط ناپارامتری: تابع توزیع تجربی، فرایند تجربی، آشنایی با مفاهیم هموارسازی،
 - برآورد تابع چگالی: برآورد گر هیستوگرام، برآورد گر هسته‌ای، پهنای پنجره، چند جمله‌ای‌های موضعی، برآورد گر درست‌نمایی موضعی، برآورد گر هسته‌ای سازوار، برآورد در حالت چند متغیره
 - رگرسیون ناپارامتری: مروری بر رگرسیون پارامتری، هموارسازهای خطی، رگرسوگرام، برآورد گر نادارایا - واتسون، برآورد گر چند جمله‌ای موضعی، اعتبارسنجی متقابل، انتخاب پارامتر هموارسازی، درست‌نمایی موضعی و خانواده نمایی
 - هموارسازهای منظم واسپلاین: رگرسیون جریمه‌شده، هموارساز اسپلاین، تاوان ناهمواری، اسپلاین رگرسیون، اسپلاین‌های درجه سوم، رگرسیون چند گانه، مدل‌های جمعی، B - اسپلاین‌ها
 - هموارسازی با استفاده از توابع متعامد: فضای توابع، آشنایی با فضای هیلبرت، توابع متعامد، برآورد رگرسیون و تابع چگالی با استفاده از توابع متعامد
 - رهیافت موجک‌ها، موجک‌های هار، ساختن موجک، رگرسیون موجکی، حد آستانه موجک، فضای بسوف، تبدیل موجک گسسته، واریانس موجک، موجک انقباضی
- پروژه:** تحلیل داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری مانند R, SPLUS.



روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان، ارائه مطالب درس جدید بر مبنای کتاب توسط دانشجو

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۳۰	نوشتاری: %۵۰	%۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

منابع اصلی

Silverman, B.W. (2002). *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*, Chapman and Hall.

Wahba, G. (1990). *Spline Models for Observational Data*. SIAM

Wasserman, L. (2006). *All of nonparametric statistics*, Springer.

Gramacki, A. (2018). *Nonparametric Kernel Density Estimation and Its Computational Aspects*. Springer International Publishing.

منابع فرعی

Efromovich, S. (1999). *Nonparametric Curve Estimation: Methods, Theory, and Applications*, Springer.

Green, P. and Silverman, B. (1993). *Nonparametric Regression and Generalized Linear Models: A Roughness Penalty Approach*. Chapman and Hall/CRC.

Gu, C. (2013), *Smoothing Spline ANOVA Models*. 2nd edition, Springer.

Gyorfi, L., Kohler, M., Krzyzak, A. and Walk, H. (2002). *A Distribution-Free Theory of Nonparametric Regression*, Springer.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): آمار ناپارامتری و روش های یادگیری ماشین

عنوان درس (انگلیسی): Nonparametric Statistics and Machine Learning Methods

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: نظریه احتمال

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری-محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و بنیادی یادگیری ماشین با تأکید بر تحلیل آماری و روش شناسی آماری در یادگیری ماشین و کاربرد این مفاهیم در تحقیقات بنیادی و کاربردی و تفسیر روش های یادگیری ناپارامتری

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل کاربردی مرتبط با یادگیری ماشین مبتنی بر دیدگاه های آماری

سرفصل درس

- مقدمه: مفهوم یادگیری، یادگیری های راهنماییده (رگرسیون و طبقه بندی) و ناراهنماییده (خوشه بندی)، مراحل یادگیری ماشین، بیش برازش، مجموعه های آموزش، آزمون و اعتبارسنجی، توابع زیان، ماتریس درهم ریختگی، موازنه اریبی-واریانس، مدل های پیچیده و بیش برآورد
- رگرسیون خطی، انتخاب مدل، رگرسیون ریح و لاسو
- رده بندی: رده بندی راهنماییده (تحلیل تشخیصی خطی، رگرسیون لجستیک)، رده بندی ناراهنماییده (k-نزدیک ترین همسایگی)
- روش های باز نمونه گیری: اعتبارسنجی متقابل، بوت استرپ
- فضای هیلبرت، فضای هیلبرت با هسته باز آفرین، ماشین های هسته باز آفرین، ماشین های بردار تکیه گاه
- فرایندهای دیرخله و فرایندهای مرتبط با آن، آشنایی با بیز تجربی، بیز تجربی در روش های یادگیری ماشین
- مدل های با بعد بالا، انتخاب مدل در بعدهای بالا، برآورد در مدل با بعدهای بالا
- یادگیری با درخت های تصمیم: الگوریتم های ID3 و C4.5 و درخت های رگرسیونی و طبقه بندی (CART)
- یادگیری تلفیقی یا شورایی: شامل بگینگ، بوستینگ و جنگل تصادفی
- روش های بهینه سازی، بهینه سازی و تحدب، الگوریتم EM، الگوریتم های ابتکاری مانند تبرید تدریجی، الگوریتم ژنتیک



- مروری بر مباحث نوینی از قبیل: شبکه‌های عصبی چندلایه (MLP)، یادگیری عمیق، شبکه‌های بیزی
- پروژه:** تحلیل داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری R, SPLUS, پیشنهاد می‌شود این درس توسط دو یا سه استاد تدریس شود.

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان، ارائه مطالب درس جدید بر مبنای کتاب توسط دانشجو

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۵۰	%۳۰	%۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

Hastie, T., Tibshirani, R., and Friedman, J. (2001). *The Elements of Statistical Learning*, Available at <http://www.stat.stanford.edu/tibs/ElemStatLearn/>.

James, G; Witten, D.; Hastie, T. and Tibshirani, R. (2013). *An Introduction to Statistical Learning*, with applications in R, Springer.

Efron, B. and Hastie, T., (2016). *Computer Age Statistical Inference: Algorithms, Evidence, and Data Science*. Cambridge university Press.

Hastie, T., Tibshirani, R. and Wainwright, M. (2015). *Statistical Learning with Sparsity: The Lasso and Generalizations*. Taylor & Francis Group

منابع فرعی

Bishop, C. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer

Devroye, L., Gyfor, L., and Lugosi. G. (1996). *A probabilistic theory of pattern recognition*. Springer-Verlag New York

Wasserman, L. (2004). *All of Statistics: A Concise Course in Statistical Inference*. Springer.

Wasserman, L. (2006). *All of nonparametric statistics*, Springer.

Vapnik, V. (2000). *The Nature of Statistical Learning Theory*. Springer-Verlag New York.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **مباحثی پیشرفته در نظریه اطلاع**

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Discussions in Information Theory**

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/ هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش‌نیاز: استنباط آماری ۱ یا آمار

استنباطی

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

اهداف درس

فراگیری مباحثی پیشرفته در نظریه اطلاعات و به‌کارگیری آن در مسائل استنباط آماری

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در استفاده از مباحث پیشرفته نظریه اطلاع در تحقیقات بنیادی و کاربردی

سرفصل درس

- تاریخچه آنتروپی شانون و رنی و مشخصه‌سازی‌هایی بر اساس آن
- ویژگی‌هایی از اندازه‌های اطلاع شرطی، توأم و متقابل در حالت‌های گسسته و پیوسته
- خواصی از آنتروپی نسبی (اطلاع کولبک لیبلر) و اندازه‌های اطلاع دیگر-ارتباط اندازه‌های اطلاع با همدیگر، بسندگی در نظریه اطلاع
- نامساوی‌های جنسن، مجموع لگاریتم
- پردازش داده‌ها و فائو و نقش آن‌ها در نظریه اطلاع
- خاصیت هم‌افزایی مجانبی و اهمیت آن به کمک قانون اعداد بزرگ
- مروری کوتاه بر فشرده‌سازی و تراکم داده‌ها با توجه به مباحث (نامساوی کرافت- کدهای بهینه- کران برای طول کدهای بهینه نامساوی کرافت برای کدهای قابل کدگشایی- کد هافمن و کد شانن فانو)
- خواص ظرفیت کانال‌های ارتباطی (پیوسته- گسسته) و مثال‌هایی از آن
- قضیه کدگذاری کانال کدهای همینگ
- آنتروپی در حالت پیوسته (آنتروپی تفاضلی) و معرفی تفصیلی خواص متناظر با حالت گسسته
- کانال گوسی و مفهوم نظریه دگرشکلی
- انواع آنتروپی و اندازه‌های اطلاع و نقش آن‌ها در آمار



- نظریه اطلاع و آمار (قانون اعداد بزرگ، قضیه سانو، قضایای حدی شرطی، آزمون فرضیه، لم چانف، نظریه انحرافات بزرگ و اطلاع فیشر و نامساوی رانو کرامر)
- آنتروپی ماکسیمم در حالت یک متغیره و چند متغیره (پیوسته - گسسته) - مشخصه سازی هایی از آنتروپی ماکسیمم بر اساس استنباط آماری و معرفی کاربردهایی از آنتروپی ماکسیمم - بهینه سازی بر اساس اندازه های اطلاع
- برآورد آنتروپی و ویژگی های آن
- آزمون هایی از نیکویی برازش بر اساس اندازه های اطلاع
- نامساوی هایی در نظریه اطلاع (آنتروپی - آنتروپی نسبی - اطلاع متقابل و اطلاع فیشر)
- کران برای آنتروپی و آنتروپی نسبی
- نامساوی براون مینکوفسکی و آنتروپی، آنتروپی و قانون اعداد کوچک
- همگرایی در آنتروپی نسبی
- اثبات هایی از قضیه حد مرکزی به کمک اندازه های اطلاع

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، حل مثال و مسائل مربوط به درس، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام تکلیف های محول شده و ارائه یک سمینار از مباحث جدید مربوط به درس

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری: ۵۰٪ عملکردی: -	-

فهرست منابع

منابع اصلی
 Cover, T.M. and Thomas, J.A. (2006). *Element of Information Theory*. John Wiley and Sons, Second Edition.
 Johnson, O. (2003). *Information Theory and Central Limit Theorem*. Imperial College Press.
 Young, R. W. (2002). *A First Course in Information Theory*. Springer.
 Csiszár, I., and Shields, P. C. (2003). *Information theory and statistics: A tutorial*. Now Publishers Inc.

منابع فرعی
 Verdü, S., and McLaughlin, S. W. (2000). *Information theory: 50 years of discovery*.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): داده‌های ترتیبی ۲

عنوان درس (انگلیسی): Order Statistics 2

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/ هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش‌نیاز: داده‌های ترتیبی ۱

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

اهداف درس

فراگیری مدل‌های کلی تری از داده‌های ترتیبی برای تحلیل داده‌های ترتیبی و رکوردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در حل مسائل نظری و کاربردی

سرفصل درس

- توزیع مجانبی آماره‌های مرتب معمولی و رکوردها
 - مشخصه سازی با استفاده از آماره‌های مرتب و رکوردها
 - چند مدل رکوردی از جمله k -رکوردها و رکوردهای جاری مدل‌های با رشد هندسی، مدل F^α و مدل فیفر
 - آماره‌های مرتب تعمیم یافته و دنباله‌ای
 - ترتیب‌های تصادفی و کاربرد آنها در داده‌های ترتیبی
 - آماره‌های مرتب و رکوردها با بعد بالا
 - متغیرهای همراه و کاربردهای آنها
 - استنباط‌های پارامتری و ناپارامتری بر اساس متغیرهای همراه
 - انواع طرح‌های نمونه‌گیری مجموعه رتبه‌دار، استنباط پارامتری و ناپارامتری
 - بیان مثال‌های کاربردی از آماره‌های مرتب و رکوردها
- از استاد محترم انتظار می‌رود با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری زیر چگونگی استفاده از مطالب یاد گرفته شده را در عمل مورد بررسی قرار دهد.



روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، حل مثال و مسائل مربوط به درس، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام تکلیف‌های محول شده و ارائه یک سمینار از مباحث جدید مربوط به درس

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

Arnold, B. C.; Balakrishnan, N. and Nagaraja, H. N. (2008). *A First Course in Order Statistics*, SIAM.

Arnold, B. C.; Balakrishnan, N. and Nagaraja, H. N. (1998). *Records*, John Wiley & Sons.,

Shaked, M. and Shuntikumar, J. G., (2007). *Stochastic Orders*, Springer.

منابع فرعی

David, H. A. and Nagaraja, H. N. (2003). *Order Statistics*, 3rd Edition,, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.

Chen, Z.; Bai Z. and Sinha, B. K. (2003). *Ranked Set Sampling: Theory and Applications*, Springer, New York.

Yang, H.-Ch. And Alouini, M.-S. (2011). *Order Statistics in Wireless Communications: Diversity, Adaptation, and Scheduling in MIMO and OFDM Systems*. Cambridge University Press.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): یادگیری آماری در داده کاوی

عنوان درس (انگلیسی): **Statistical Learning in Data Mining**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: روش های چند

متغیره پیوسته ۲

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مباحث نظری و کاربردها در زمینه تجزیه و تحلیل داده های با بعد بالا و یادگیری آماری

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل کاربردی پیشرفته مربوط به تحلیل داده های با بعد بالا و یادگیری آماری

سرفصل درس

- یادآوری: مشتقات بعد بالا در کمترین توان های دوم، روش های تحلیل داده های با بعد بالا، انتخاب مدل
 - روش های انقباضی: کلیات دیدگاه انقباضی، آزمون مقدماتی، پارادوکس استاین، استنباط انقباضی پیشرفته
 - رگرسیون جریمه شده: تعریف برآوردگر جریمه شده، خواص خوب توابع جریمه، انواع توابع جریمه، ساختارهای متعامد یکه، انتخاب متغیر، غربالگری
 - درخت تصمیم و جنگل تصادفی: مدل های جمعی، درخت های رگرسیونی، جنگل تصادفی
 - شبکه های عصبی: تعریف شبکه عصبی، شبکه عصبی جریمه شده، شبکه عصبی استوار
- پروژه: تحلیل داده های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم افزارهای آماری مانند SAS, STATISTICA, SPLUS, R

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، انجام پروژه، سمینار



روش ارزیابی

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

تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه

کامپیوتر مجهز به نرم افزارهای آماری

فهرست منابع

منابع اصلی

Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J. (2017). *The Elements of Statistical Learning Data Mining, Inference, and Prediction*, 2nd Edition. Springer.

Saleh, A. K. Md. Ehsanes, Arashi, M., and Kibria, B. M. Golam (2019). *Theory of Ridge Regression Estimation with Applications*, John Wiley, USA.

منابع فرعی

Bühlmann P, van de Geer S (2011). *Statistics for high-dimensional data: methods, theory and applications*. Springer, Heidelberg

Wainwright, M.J. (2019). *High-Dimensional Statistics: A Non-Asymptotic Viewpoint*, Cambridge University Press, UK.

Giraud, C. (2015). *Introduction to High-Dimensional Statistics*, Chapman & Hall, CRC Press.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): فنون یادگیری آماری کاربردی

عنوان درس (انگلیسی): Applied Statistical Learning Techniques

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: روش های چند

متغیره پیوسته ۲

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مباحث کاربردی یادگیری آماری

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل کاربردی مربوط به یادگیری آماری

سرفصل درس:

- یادآوری: مدل های خطی تعمیم یافته، رگرسیون لجستیک، رگرسیون لجستیک چند سطحی
 - مدل های لجستیک پیشرفته: رگرسیون لجستیک جریمه شده، رگرسیون لجستیک فضایی، مدل رشد لجستیک
 - تجزیه ماتریس ها و کاربردها: تجزیه SVD و کاربردها، تجزیه QR و کاربردها، نمایش رتبه پایین و کاربردها، تجزیه نامنفی و کاربردها
 - رگرسیون بیزی: یادآوری رگرسیون بیزی، پیشین های آمیخته، پیشین برای انتخاب ویژگی، پیشین های انقباضی، شبیه سازی کلونی، روش ABC
 - برآورد کوواریانس: برآورد انقباضی کوواریانس، شبکه عصبی بیزی، لاسوی گرافیکی، برآورد جریمه شده
- پروژه:** تحلیل داده های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم افزارهای آماری مانند SAS, STATISTICA, SPLUS, R

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، انجام پروژه، سمینار



روش ارزیابی

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

تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه

کامپیوتر مجهز به نرم افزارهای آماری

فهرست منابع

منابع اصلی

James, G., Witten, D., Hastie, T. and Tibshirani, R. (2017). *An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R*, 7th Edition., Springer, Switzerland.

Lantz, B. (2019). *Machine Learning with R: Expert techniques for predictive modeling*, Packt Publishing, UK.

منابع فرعی

Pourahmadi, M. (2013). *High-dimensional Covariance Estimation*, John Wiley, New Jersey.

Wang, X. Yue, Y. R. and Faraway, J. J. (2018). *Bayesian Regression Modeling with INLA*, Chapman & Hall/CRC, UK.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): تحلیل داده‌های با بعد بالا

عنوان درس (انگلیسی): High-dimensional Data Analysis

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/ هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش‌نیاز: روش‌های چند

متغیره پیوسته ۲

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

آشنایی با مباحث نظری و کاربردی در زمینه تحلیل داده‌های با بعد بالا

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل کاربردی پیشرفته مربوط به تحلیل داده‌های با بعد بالا

سرفصل درس

- سناریوهای داده‌های با بعد بالا: تفاوت داده‌ها در حالت کلاسیک، مشکلات بعد بالا، راه‌حل‌های پیشرو، مدل‌های $p > n$ ، مدل‌های $p \gg n$
- لاسو در بعد بالا: شرایط KKT، نرم دوگان، نامساوی‌های پیشگو (اوراکل)، اریبی و کران‌ها، لاسوی نااریب شده
- رگرسیون استوار: مدل رگرسیون استوار، انتخاب مدل، برآوردگر ریج پس انتخاب، برآوردگر نوع استاین، ریج تنک، خواص برآوردگرها
- مدل خطی تعمیم‌یافته: مدل خطی تعمیم‌یافته با بعد بالا، مدل نیمه پارامتری با بعد بالا، مدل‌های جمعی با بعد بالا
- غربالگری: داده‌های با بعد خیلی بالا، غربالگری مطمئن مستقل، غربالگری استوار، غربالگری سازوار
- نظریه مجانبی: لاسوی سازوار و گروهی، خواص مجانبی، سازگاری مدل‌های گرافیکی با بعد بالا
- پروژه: تحلیل داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری مانند

SAS, STATISTICA, SPLUS, R

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، انجام پروژه، سمینار



روش ارزیابی

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

تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه

کامپیوتر مجهز به نرم‌افزارهای آماری

فهرست منابع

منابع اصلی

Saleh, A. K. Md. Ehsanes, Arashi, M., Saleh, R. A. and Norouzirad, M. (2021). *Rank-based Methods for Shrinkage and Selection with Application to Machine Learning*, John Wiley, USA.

van de Geer, S. (2015). *Estimation and Testing Under Sparsity*, Springer, Switzerland.

منابع فرعی

Bühlmann P, van de Geer S (2011). *Statistics for high-dimensional data: methods, theory and applications*. Springer, Heidelberg.

Wainwright, M.J. (2019). *High-Dimensional Statistics: A Non-Asymptotic Viewpoint*, Cambridge University Press, UK.

Ahmed, S.E. (2017). *Big and Complex Data Analysis: Methodologies and Applications*, Springer, Switzerland.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **مباحثی پیشرفته در فرایندهای تصادفی**

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Topics in Stochastic Processes**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: نظریه احتمال پیشرفته

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

اهداف درس

ارائه مباحث جدید فرایندهای تصادفی که در برنامه وجود ندارد

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل کاربردی علوم ریاضی، ریاضیات مالی، اقتصاد و مهندسی

سرفصل درس

سرفصل این درس براساس موضوعات جدید در زمینه فرایندهای تصادفی حداقل دو ماه پیش از ارائه درس توسط استاد درس پیشنهاد و پس از تصویب گروه قابل اجرا خواهد بود.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): آمار فضایی ۲

عنوان درس (انگلیسی): Spatial Statistics 2

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: آمار فضایی ۱

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و کاربردی آمار فضایی در تحلیل داده‌های فضایی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در انجام تحقیقات بنیادی و کاربردی در حوزه داده‌های فضایی

سرفصل درس

- داده‌های زمین‌آماري و روش‌های تحلیل بسامدی و بیزی برای مدل‌های رگرسیون فضایی، تحلیل مدل‌های خطی تعمیم یافته فضایی
 - میدان‌های فضایی نامانا، میدان‌های تصادفی ناگوسی، میدان‌های تصادفی چند متغیره، میدان‌های تصادفی فضایی-زمانی، هم تغییرنگار
 - تفکیک پذیر و تفکیک ناپذیر، روش‌های ساخت توابع کوواریانس فضایی و فضایی-زمانی، داده‌های فضایی ناحی‌های
 - میدان‌های تصادفی مارکوفی گاوسی و ارتباط با نظریه گراف
 - الگوهای نقطه‌ای فضایی، الگوهای نقطه‌ای فضایی علامت‌دار
 - فرآیندهای پواسون همگن و ناهمگن، فرآیند کاکس
 - فرآیند نقطه‌ای نیمین -اسکات، آزمون تصادفی بودن فضایی کامل
- پروژه:** تحلیل داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری مانند R, SPLUS

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی - بحث گروهی - پرسش و پاسخ



روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان نمر	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۵۰	%۳۰	%۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

Banerjee, S., Carlin, B. P., and Gelfand, A. E. (2014). *Hierarchical modeling and analysis for spatial data*. CRC press.

Cressie, N. (1993). *Statistics for spatial data*. John Wiley & Sons.

Gaetan, C., and Guyon, X. (2010). *Spatial statistics and modeling* (Vol. 90). New York: Springer.

Oyana, T. J. (2021) *Spatial Analysis with R: Statistics, Visualization, and Computational Methods*. CRC Press

Moller, J., and Waagepetersen, R. P. (2003). *Statistical inference and simulation for spatial point processes*. CRC Press.

منابع فرعی

Rue, H., & Held, L. (2005). *Gaussian Markov random fields: theory and applications*. CRC press.

Sherman, M. (2011). *Spatial statistics and spatio-temporal data: covariance functions and directional properties*. John Wiley & Sons.

Schmidt, Volker H. (2015). *Stochastic Geometry, Spatial Statistics and Random Fields: Models and Algorithms*. Springer Verlag

Hristopulos, D. (2020). *Random Fields for Spatial Data Modeling A Primer for Scientists and Engineers*. Springer Netherlands.

Haining, R.P. and Li, G. (2020) *Modelling Spatial and Spatial-Temporal Data: A Bayesian Approach* (Chapman & Hall/CRC Statistics in the Social and Behavioral Sciences)



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): همگرایی ضعیف و کاربردهای آن

عنوان درس (انگلیسی): Weak Convergence and Its Applications

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: نظریه احتمال

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

اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و بنیادی همگرایی ضعیف و کاربرد این نوع همگرایی در سایر دروس

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در استفاده از همگرایی ضعیف در تحقیقات بنیادی و کاربردی

سرفصل درس

- فضای متریک: توپولوژی و مجموعه‌های برل در فضاهاى متریک، اندازه احتمال روی فضای متریک، عناصر تصادفی، بردارهای تصادفی
- فضاهاى متریک $C[0,1]$, $D[0,1]$, $M_+(S)$
- تعریف همگرایی ضعیف، متر پروهوروف، قضیه پروهوروف، قضیه کلی نگر، اثبات همگرایی ضعیف، مفاهیم فشرده نسبی و محکم بودن، قضیه نگاشت پیوستگی
- مثال‌هایی از کاربرد همگرایی ضعیف: آزمون ریشه واحد، آزمون نیکویی برازش برای تلاطم
- همگرایی به فرایندهای با نمو مستقل، همگرایی به فرایندهای با نمو گوسی، اصل پایایی دانسکر
- همگرایی به فرایندهای نقطه‌ای پواسون، قضیه حدی تابعی برای دنباله مستقل دم- سنگین، قضیه حدی تابعی برای دنباله وابسته دم- سنگین
- کاربرد روش فرایند نقطه‌ای: ماکسیمم دوره نگار برای دنباله دم-سنگین، همگرایی ضعیف برای انتگرال پایدار
- همگرایی ضعیف نیم-مارتینگل‌ها، شرایط محکم بودن برای دنباله نیم-مارتینگل‌ها، همگرایی ضعیف انتگرال تصادفی، قضیه حد مرکزی پایدار برای نیم-مارتینگل‌ها
- روش اویلر و مایل استین برای معادلات دیفرانسیل تصادفی
- فرایند تجربی، همگرایی ضعیف فرایند تجربی، همگرایی ضعیف نشان‌دار، همگرایی ضعیف فرایند تجربی تابع شاخص، قضیه گلی ونکو-کانتلی، قضیه دانسکر



• همگرایی فرایند تجربی با داده‌های وابسته، کاربرد در آمار، آزمون‌های رتبه در نمونه‌گیری‌های پیچیده پیمایشی، برآوردگرهای M

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان، ارائه مطالب درس جدید بر مبنای کتاب توسط دانشجو

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۳۰	نوشتاری: %۵۰	%۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

منابع اصلی

Billingsley, P. (2014). *Convergence of Probability Measures*. 2th Edition, Wiley.

Parthasarathy, K. R. (2005). *Probability Measures on Metric Spaces*. American Mathematical Society.

Bogachev, V. I. (2018). *Weak convergence of Measures*. American Mathematical Society.

Mandrekar, V. S. (2016). *Weak Convergence of Stochastic Processes: / With Applications to Statistical Limit Theorems*. Walter de Gruyter GmbH, Berlin/Munich/Boston.

Lin, Zh. and Wang, H. (2014). *weak convergence and its applications*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

منابع فرعی

Durrett, R. (2019). *Probability: Theory and Examples*. 5th Edition, Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics.

Kosorok, M. R. (2008). *Introduction to Empirical Processes and Semiparametric Inference*. Springer

Pollard, D. (1984). *Convergence of Stochastic Processes*. Springer Series in Statistics. 1st ed.

van der Vaart, A., and Wellner, J. A (1996). *Weak Convergence and Empirical Processes: With Applications to Statistics*. Springer.

van der Vaart, A. (2000). *Asymptotic Statistics*, Cambridge University Press.

Toland, John. (2020) *The Dual of $L_\infty(\mathcal{X}, \mathcal{L}, \lambda)$ Finitely Additive Measures and Weak Convergence*. A Primer. Springer Nature Switzerland AG.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): نظریه نمونه‌های بزرگ

عنوان درس (انگلیسی): Large Sample Theory

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/ هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش‌نیاز: نظریه احتمال

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

اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و بنیادی قضیه‌های حدی و کاربرد این مفاهیم در بررسی رفتار حدی و به‌ویژه توزیع حدی آماره‌های موردنیاز در تحقیقات بنیادی و کاربردی.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل نظری و کاربردی آمار

سرفصل درس

- مروری بر مفاهیم همگرایی - معیار کرامر - قضایای پیوستگی
- قضیه حد مرکزی در حالت چند متغیره - قضیه دلتا و تعمیم آن در حالت چند متغیره
- فرایند تجربی و رفتار مجانبی آن
- رفتار مجانبی چندک‌های نمونه - نمایش بهادر - رفتار مجانبی گشتاورهای نمونه
- رفتار مجانبی آماره‌های ترتیبی
- سازگاری و توزیع مجانبی آماره‌ها، نظریه نمونه بزرگ تخمین در مدل‌های پارامتری
- رفتار مجانبی آماره‌های آزمون GLR
- U - آماره‌ها: ویژگی‌ها و بررسی رفتار مجانبی آن‌ها
- نمایش رفتار مجانبی آماره‌ها با استفاده از روش‌های شبیه‌سازی

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ



روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان نترم	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۵۰	%۳۰	%۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

Bhattacharya, R.; Lin, L. and Patrangenaru, V. (2016). *A Course in Mathematical Statistics and Large Sample Theory*. Springer-Verlag New York.

Ferguson, T. S. (1996). *A Course in Large Sample Theory*. Springer Science+Business Media Dordrecht

Serfling, R.J. (2002). *Approximation Theorems of Mathematical Statistics*. JOHN WILEY & SONS, INC.

Hunter, D. R. (2013). *Notes for a graduate-level course in asymptotic for statisticians*. Penn State University.

منابع فرعی

Jiang, J. (2010). *Large Sample Techniques for Statistics*. Springer Science+Business Media, LLC.

Lehmann, E.L. (1999). *Elements of Large-Sample Theory*. Springer-Verlag New York, Inc.

DasGuptam, A. (2008). *Asymptotic Theory of Statistics and Probability*. Springer Science+Business Media, LLC.



بسته دروس تحصیلات تکمیلی

مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): کنترل کیفیت آماری پیشرفته ۱	
عنوان درس (انگلیسی): Advanced Statistical Quality Control 1	
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □
روش های نمونه گیری ۱	پیش نیاز: کنترل کیفیت یا
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی
	تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری استفاده درست از ابزارهای آماری جدید و قدرتمند برای کاهش تغییرات محصولات خروجی و بهبود بخشیدن قابلیت یک فرآیند تولیدی (خدماتی) و تثبیت آن

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در کاربرد روش های آماری در کنترل کیفیت روی خط تولید و خارج خط تولید

سرفصل درس

- مفهوم کیفیت و روش های تضمین کیفیت با رویکرد صنعتی (کیفیت طرح و تطابق، هزینه های کیفیت، روش های تضمین کیفیت، نمودارهای کنترل)
- یادآوری کاربرد مدل ها (توزیع ها) ی آماری در کنترل کیفیت.
- یادآوری نمودارهای کنترل مشخصه های و صفی (نمودارهای کنترل برای نسبت معیوب ها، تعداد معیوب ها، تعداد نقص ها و تعداد نقص ها در واحد، بررسی تابع مشخصه عملکرد آن ها)
- یادآوری نمودارهای کنترل برای متغیرها (نمودارهای کنترل برای میانگین و دامنه و تعبیر آن ها، نمودارهای کنترل میانگین و انحراف معیار)
- روش های کنترل کیفیت چند متغیره (نمودارهای کنترل چند متغیره، نمودار کنترل میانگین متحرک وزنی نمایی، نمودارهای کنترل چند متغیره T2 هتلینگ و 2U)
- معیارهای کارایی (تلرانس، تلرانس طبیعی، شاخص های Cp, Cpm, Cpk, Cpm، حالت یک و چند متغیره)



- کنترل کیفیت تاگوچی (فلسفه کنترل کیفیت تاگوچی، روش تاگوچی و مزایای آن، طراحی آزمایش‌های تاگوچی)
- نمونه‌گیری توده به توده برای رد یا قبول محموله‌ها بر اساس مشخصه‌های کیفی نمونه‌گیری برای رد یا قبول و محاسن و معایب آن، طرح‌های نمونه‌گیری تک، دوگانه، چندگانه و دنباله‌ای، استاندارد نظامی، MIL STD استاندارد، ANSI/ASQC, ISO 2859, طرح‌های نمونه‌گیری داج - رومینگ
- نمونه‌گیری توده به توده برای رد یا قبول محموله‌ها بر اساس مشخصه‌های کمی (استاندارد نظامی MIL STD یا، ANSI/ASQC نمونه‌گیری دنباله‌ای، نمونه‌گیری زنجیره‌ای و طرح‌های CSP-1)

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، حل مثال و مسائل مربوط به درس، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام تکلیف‌های محول شده و ارائه یک سمینار از مباحث جدید مربوط به درس.

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۵۰	%۳۰	%۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

- Montgomery, D. C., (2012). *Introduction to Statistical Quality Control*, 7th Edition, John Wiley & Sons.
- Jeya Chandra, M., (2001). *Statistical Quality Control*, CRC Press
- Noorossana, R., Saghaei, A., Amiri, A., (2011). *Statistical Analysis of Profile Monitoring*, Wiley Series in Probability and Statistics -Wiley.
- Coleman, S., Greenfield, T., Stewardson, D., Montgomery, D. C., (2008). *Statistical Practice in Business and Industry*, John Wiley & Sons.
- Qiu, P., (2014). *Introduction to Statistical Process Control*, CRC Press.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): کنترل کیفیت آماری پیشرفته ۲

عنوان درس (انگلیسی): Advanced Statistical Quality Control 2

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: کنترل کیفیت آماری

پیشرفته ۱

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری نحوه استفاده از ابزارهای آماری جدید و قدرتمند برای کاهش تغییرات محصولات خروجی و بهبود بخشیدن قابلیت یک فرآیند تولیدی (خدماتی) و تثبیت آن

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در کاربرد روش‌های آماری در کنترل کیفیت روی خط تولید و خارج خط تولید

سرفصل درس

- نمودارهای کنترل برای داده‌های خود همبسته (استفاده از مدل‌های ARIMA، اصلاح حدود کنترل نمودار X-MR(2)، محاسبه اندیس‌های Cp، Cpk، Cpm، Cpmk - یادآوری کاربرد مدل‌ها (توزیع‌ها) آماری در کنترل کیفیت)
- معیارهای کارایی برای داده‌های خود همبسته (محاسبه شاخص‌های Cp، Cpk، Cpm، Cpmk)
- نمونه‌گیری توده به توده برای رد یا قبول محموله‌ها بر اساس مشخصه‌های کیفی شرطی، وابسته و تعویقی
- نمونه‌گیری توده به توده برای رد یا قبول محموله‌ها بر اساس مشخصه‌های کمی شرطی، وابسته و تعویقی
- طرح‌های نمونه‌گیری زنجیره‌ای و طرح‌های CSP
- کنترل کیفیت آماری در محیط فازی
- کنترل کیفیت آماری بر مبنای پروفایل‌ها

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، حل مثال و مسائل مربوط به درس، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام تکلیف‌های محول شده و ارائه یک سمینار از مباحث جدید مربوط به درس



روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان نمر	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۵۰	%۳۰	%۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

Montgomery, D. C., (2012). *Introduction to Statistical Quality Control*, 7th Edition, John Wiley & Sons.

Jeya Chandra, M., (2001). *Statistical Quality Control*, CRC Press.

Noorossana, R., Saghaei, A., Amiri, A., (2011). *Statistical Analysis of Profile Monitoring*, Wiley Series in Probability and Statistics -Wiley.

منابع فرعی

Coleman, S., Greenfield, T., Stewardson, D., Montgomery, D. C., (2008). *Statistical Practice in Business and Industry*, John Wiley & Sons.

Qiu, P., (2014). *Introduction to Statistical Process Control*, CRC Press.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): داده کاوی پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): Advanced Data Mining

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: آمار ریاضی ۲

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

- کشف دانش در پایگاه داده‌ها
- آشنایی با فنون آماری لازم برای یافتن الگو

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

- تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در مدل‌سازی
- به‌کارگیری روش‌های پارامتری و ناپارامتری در فرایند داده کاوی

سرفصل درس

- یادآوری: اهمیت داده کاوی، فرایند داده کاوی، فنون داده کاوی، چالش‌های داده کاوی، رابطه داده کاوی با آمار، یادگیری ماشین، تفاوت آمار و تحلیل داده‌ها با داده کاوی و یادگیری ماشین.
- روش‌های فروگاهی بعد: روش‌های جدید نظیر نگاشت تصادفی و زیر فضا در مقابل روش‌های تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تحلیل عاملی.
- روش‌های طبقه‌بندی: احتمالاتی و غیر احتمالاتی، داده‌های کیفی و کمی، درخت تصمیم، تحلیل ممیزی، رگرسیون لوزستیک (دوجمله‌ای و چندجمله‌ای)، مدل‌های جریمه شده (لاسو، لارس، ...)، روش‌های بیزی، طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان و ماشین بردار پشتیبان با توابع هسته، طبقه‌بندی نزدیک‌ترین همسایگی.
- ارزیابی روش‌های طبقه‌بندی: بوت استراپ، متقابل، بگینگ و بوستینگ.
- کاربرد شبکه‌های عصبی و الگوریتم ژنتیک در تحلیل داده‌ها.
- روش‌های خوشه‌بندی: روش K میانگین و میانه، سلسله مراتبی و غیر سلسله مراتبی، انحصاری و غیر انحصاری، مدل پایه و ناپارامتری، ارزیابی روش‌های خوشه‌بندی توسط معیارهای بیرونی و درونی و روش‌های تعیین تعداد خوشه‌ها.
- داده کاوی داده‌های زمانی، مکانی، مکانی-زمانی، تحلیل سبد خرید، داده‌های متن، وب و شبکه‌های اجتماعی.



- مباحث اختیاری: داده‌های حجیم در بحث بقا و داده‌های طولی، کشف داده‌های ناهنجار، کشف تقلب و پردازش موازی.
 - استفاده از نرم‌افزارهای R یا Python با تأکید بر داده‌کاوی داده‌هایی با تعداد متغیر زیاد و مه داده‌ها.
 - انجام پروژه داده‌کاوی بر داده‌های حجیم آماری نظیر داده‌های سرشماری نفوس و مسکن، داده‌های تجاری و غیره.
- پروژه:** تحلیل داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری مانند R, SPLUS, Python SAS, STATISTICA

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، انجام پروژه، سمینار

روش ارزیابی

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

تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه

کامپیوتر مجهز به نرم‌افزارهای آماری

فهرست منابع

منابع اصلی

Tan, P.N., Steinbach, M. and Kumar, V. (2016). *Introduction to Data Mining*, 2nd Edition, Addison Wesley, Boston.

Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J. (2013). *The Elements of Statistical Learning, Data Mining, Inference, and Prediction*, 2nd Edition. Springer.

Jake VanderPlas, J. (2016). *Python Data Science Handbook: Essential Tools for Working with Data*, O'Reilly Media.

Torgo, L. (2010). *Data Mining with R: Learning with Case Studies*, Chapman and Hall, Boca Raton, Florida.

منابع فرعی

Han, J., Kamber, M. and Pei, J. (2011). *Data Mining: Concepts and Techniques*, 3rd Edition, Morgan Kaufmann, SA.

Hastie, T. and Tibshirani, R. (2009). *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*, 2nd Edition, Springer, USA.



Tan, P,-N, ; Steinbach, M.; Karpatne, A. and Kumar, V. (2018). *Introduction to Data Mining*, Pearson.

Salcedo, J. (2019). *Machine Learning for Data Mining*, Packt Publishing.

Bhatnagar, V. (2014). *Data Mining and Analysis in the Engineering Field* 1st Edition, IGI Global.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): فرایندهای تجدید و قدم‌های تصادفی

عنوان درس (انگلیسی): **Renewal Processes and Random Walks**

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش‌نیاز: نظریه احتمال پیشرفته

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

اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و کاربردی فرایندهای تصادفی، تجدید و گام‌های تصادفی با هدف پرورش تفکر خلاق، آینده‌نگر و انتقادی برای کاربرد در ارزیابی مدل‌های تصادفی در علوم ریاضی، ریاضیات مالی، ریاضیات بیمه‌ای و مهندسی.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل کاربردی علوم ریاضی، ریاضیات مالی، اقتصاد و مهندسی

سرفصل درس

- قدم زدن تصادفی، خاصیت قوی و ضعیف مارکوف، قضیه حد مرکزی موضعی، تقریب قدم زدن تصادفی با حرکت براونی
- تابع گرین، مطالعه قدم زدن تصادفی، یک‌بعدی و چندبعدی، زمان برخورد، قانون آرکسین
- نظریه پتانسیل، مسائل دریکله و نیومن، جفت کردن، قدم زدن تصادفی روی گراف
- فرآیند تجدید و خواص مقدماتی آن، معادلات تجدید، فرآیند سن و باقیمانده‌ی عمر
- انتگرال‌پذیری مستقیم ریمان، قضیه کلیدی تجدید و قضیه بلکول، فرآیندهای تجدید مانا و خواص آن
- فرآیندهای نوپیدایشی و خواص آن، معادلات تجدید و قضیه اسمیت

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ



روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان نترم	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۵۰	%۳۰	%۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

Lawler, G. F. and Limic, V. (2010). *Random Walk: A Modern Introduction*, Cambridge University Press, Cambridge.

Cha, Ji H. and Finkelstein, M. (2018). *Point Processes for Reliability Analysis: Shocks and Repairable Systems*. Springer International Publishing AG.

Mitov, K. V. and Omey, E. (2013). *Renewal Processes*. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London.

منابع فرعی

Oliver C. Ibe (2013). *Elements of Random Walk and diffusion processes*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Durrett, R. (2016). *Essentials of Stochastic Processes*. 3rd Edition,, Springer International publishing Switzerland.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): سری‌های زمانی پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Time Series**

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش‌نیاز: سری‌های زمانی

۱

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و کاربردی سری‌های زمانی با هدف پرورش تفکر خلاق، آینده‌نگر و انتقادی برای ارزیابی و تحلیل داده‌های وابسته به زمان در موضوعات اجتماعی، مالی، اقتصادی، هواشناسی، مهندسی و ...

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در تحلیل پیشرفته داده‌های مرتبط با سری‌های زمانی

سرفصل درس

- مروری بر مفاهیم اولیه سری زمانی، روش‌های برآورد پارامترهای یک مدل سری زمانی و برازش مدل به داده‌های واقعی
- تحلیل سری‌های زمانی ایستا (مانا) و نایستا
- شامل مدل‌های $ARIMA, ARMA, SARIMA, FARIMA, \dots$ در دامنه زمان و فرکانس (طیف)
- سری‌های زمانی برداری (چند متغیره) و کاربرد آن‌ها: ماتریس‌های همبستگی متقاطع، مدل‌های خود بازگشتی - میانگین متحرک برداری (VARMA) شامل (مدل خود بازگشتی برداری (VAR) و مدل میانگین متحرک برداری (VMA))، هم‌انباشتگی (Cointegration)، نامانایی ریشه واحد و هم‌انباشتگی، مدل‌های تلاطم تصادفی چند متغیره
- تحلیل سری‌های زمانی همبسته متناوب
- (Cyclostationary, Periodically Correlated) و ارتباط آن‌ها با سری‌های زمانی برداری (چند متغیره)
- مدل‌های ARCH و GARCH و مدل‌های تلاطم تصادفی
- مدل‌های سری زمانی تابعی (Functional)



- مدل‌های فضای وضعیت، پالایش کالمن، هموارسازی وضعیت، پیش‌بینی و برآورد مدل‌های فضای وضعیت در رهیافت کلاسیک و بیزی
- موضوعات انتخابی: مدل‌های نامانای برداری (VARIMA)،
- داده‌های فضایی-زمانی (spatio-temporal data) مدل‌های اقتصادسنجی خاص، برآورد چندک جور شده برای مدیریت ریسک، چندک‌های فرین برای متغیرهای تصادفی وابسته، مدل‌های بیزی سری زمانی، مونت کارلو زنجیر مارکوف، مدل‌های مارکوف پنهان
- **تذکره:** به‌کارگیری نرم‌افزارهای آماری مناسب در تحلیل داده‌های مربوط به این درس و همچنین تعریف و انجام پروژه عملی محاسباتی در برنامه لحاظ شود

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
۱۰٪	نوشتاری: ۵۰٪	۳۰٪	۱۰٪
	عملکردی: -		

تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه

آزمایشگاه رایانه

فهرست منابع

منابع اصلی

Brockwell, P. J., and Davis, R. A. (1991). *Time Series: Theory and Methods*, 2nd Edition, New York: Springer-Verlag.

Douc, R.; Moulin's, E. and Stuffer, D. (2013). *Nonlinear Time Series Theory, Methods, and Applications with R Examples*. Taylor & Francis Group, LLC.

Gusti Ngurah Agung, I. (2019). *Advanced Time Series Data Analysis: Forecasting Using EViews*. 1st Edition. John Wiley & Sons Ltd.

Mills, Terence C. (2019). *Applied Time Series Analysis: A Practical Guide to Modeling and Forecasting*. Academic Press is an imprint of Elsevier.

Shumway, R. H. and Stoffer, D. S. (2011) *Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples*, 2nd Edition, Springer, New York.



Woodward, W. A., Gray, H. L. and Elliot, A. C. (2017). *Applied time series analysis with R*. 2nd Edition, Taylor & Francis Group, LLC

Franco, Ch. and Zakoian, J.-M. (2010). *GARCH Models: Structure, Statistical Inference and Financial Applications*. John Wiley & Sons Ltd.

منابع فرعی

Cryer, J. D. and Chan, K. S. (2008). *Time Series Analysis: With Applications in R*, 2nd Edition, Springer.

Brockwell, P. J. and Davis, R. A. (2016). *Introduction to Time Series and Forecasting*, 3rd Edition, Springer,

Fan, J. and Yao, Q. (2003). *Nonlinear Time Series: nonparametric and parametric methods*. Springer-Verlag, New York.

Fan, J. and Yao, Q. (2015). *The Elements of Financial Econometrics*, Cambridge University Press.

Pole A., West M. and Harrison P.J. (1993), *Applied Bayesian Forecasting and Time Series Analysis*. Chapman-Hall.

Priestley, M.B. (1981). Spectral Analysis and Time Series, Vols. 1 and 2, *Academic Press*, New York.

Tong, H. (1990). *Non-linear Time Series: A Dynamical Systems Approach*, Oxford University Press, Oxford.

Tsay, R.S. (2010). *Analysis of Financial Time Series*. Wiley, New York.

منابع مطالعاتی

Editors (Ignacio Rojas, Héctor Pomares and Olga Valenzuela) (2016) *Advances in Time Series Analysis and Forecasting*. Selected Contributions from ITISE 2016.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): نظریه مفصل و مدل سازی وابستگی ۱

عنوان درس (انگلیسی): Theory of Copula and Dependence Modelling 1

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: احتمال ۲ یا آمار و احتمال

مهندسی

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

اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و بنیادی نظریه مفصل و وابستگی و کاربرد این مفاهیم در مدل سازی داده های وابسته.

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

تقویت دانش نظری و عملی در مدل سازی داده های وابسته در تحقیقات بنیادی و کاربردی

سرفصل درس

- تعاریف و ویژگی های اساسی، قضیه اسکالار، مفصل و متغیرهای تصادفی، کران های فرشه و ترتیب هماهنگی، مفصل های بقا، تولید اعداد تصادفی، مفصل چند متغیره.
- روش های ساختن تابع مفصل: روش معکوس، تابع مولد، تابع تغییر شکل، مدل های شکنندگی، آماره های ترتیبی و روش های جدید دیگر.
- مفصل های با مؤلفه منفرد: مفصل مارشال الکین و برخی از تعمیم های آن
- مفصل نرمال: مفصل تی (T)، مفصل FGM و تعمیم ها، آرشیماکس، مقدار فرین
- مفصل های ارشمیدسی: ویژگی ها، ساختار وابستگی
- معرفی خانواده های مختلف مفصل های ارشمیدسی، تعمیم های ارشمیدسی
- وابستگی و تابع مفصل: اندازه های وابستگی و مفاهیم وابستگی، انواع تقارن و معیارهای نامتقارنی
- وابستگی در خانواده مفصل های نرمال، تی، FGM، آرشیماکس، مقدار فرین
- پروژه: شبیه سازی داده های وابسته، برآورد اندازه های وابستگی، پارامتر وابستگی، برازش مفصل به داده های وابسته با استفاده از نرم افزارهای مناسب در این زمینه (مانند بسته نرم افزاری R....)



روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
٪۱۰	نوشتاری: ٪۵۰	٪۳۰	٪۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

- Durante, F. and Sempi, C. (2016). *Principles of copula theory*. Taylor & Francis Group, LLC.
- Marri, D.D. and Kotz, S. (2004). *Correlation and dependence*. Imperial College Press.
- Nelsen, R.B. (2006). *An introduction to copulas*. 2th edition, Springer.
- Joe, H. (2015). *Dependence Modeling with Copulas*. CRC Press (Taylor and Francis Group).
- Mai, Jan-F. and Scherer, M. (2012) *Simulating Copulas: Stochastic Models, Sampling Algorithms, and Applications*. Imperial College Press.
- Hofert, M. Kojadinovic, I., Machler, M. and Yan, J (2018) *Elements of Copula modeling with R*. Springer International Publishing AG.

منابع فرعی

- Cherubini, U., Luciano, E. and Vecchiato, W. (2004). *Copula methods in finance*, John Wiley & Sons. LTD.
- Joe, H. (1997). *Multivariate models and dependence concepts*. Chapman and Hall.
- Salvadori, G., Michele, C. DE, Kottegoda, N.T. and Rosso, R. (2007) *Extremes in Nature: An Approach using Copulas*. Springer.
- Jan-Frederik Mai and Matthias Scherer (2014) *Financial Engineering with Copulas Explained*. Financial Engineering Explained Series.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **مباحثی پیشرفته در قابلیت اعتماد**

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Topics in Reliability**

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

یا آمار و احتمال مهندسی

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مفاهیم پیشرفته در قابلیت اعتماد و ارتباط آن با آمار و کاربرد آن در مهندسی و سایر علوم مرتبط است

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در حل مسائل نظری و تحلیل داده‌های مربوط به قابلیت اعتماد

سرفصل درس

- سیستم‌های منسجم و ویژگی آن‌ها: سیستم‌های سری، موازی، سری-موازی-سری، سیستم‌های k از n ، سیستم‌های پیچیده
- ارزیابی قابلیت اعتماد سیستم‌ها: دیاگرام‌های بلوکی قابلیت اعتماد، قابلیت اعتماد سیستم‌های k از n ، سیستم‌های پیچیده، شبکه‌های خاص، مدل‌های چندحالتی، افزونگی، شاخص‌های اهمیت مؤلفه‌ها
- توابع قابلیت اعتماد و خطر وابسته به زمان: تعریف تابع قابلیت اعتماد، توابع خطر، میانگین زمان تا خرابی، میانگین باقیمانده عمر و کران‌هایی برای تابع قابلیت اعتماد
- روش‌های برآورد پارامترهای طول عمر: انواع داده‌های سانسور شده، برآورد به روش گشتاوری، ماکسیمم درست‌نمایی، حداقل مربعات، بیزی و بوت استرپ
- آزمون‌های تسریع یافته و مدل‌های فرسودگی: انواع آزمون‌های قابلیت اعتماد، روش‌های تسریع آزمون، مدل‌های آماری و فیزیکی، مدل آماری فرسودگی، طرح‌های برای تسریع آزمون‌ها
- فیزیک خرابی‌ها: درخت‌های خرابی، مدل فشار-مقاومت، مدل‌های فرسودگی
- پایداری سیستم‌ها: تعاریف، مدل بندی پایداری، کمیت‌های پایداری، اندازه‌های اهمیت، خرابی‌های متوالی یا آبشاری، شبکه‌های سایبر



• به کارگیری نرم افزارهای مرتبط مانند MINITAB و WEIBULL++ و BlockSim و RCM++ در قالب حل مثال های عددی واقعی

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، حل مثال و مسائل مربوط به درس، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام تکلیف های محول شده و ارائه یک سمینار از مباحث جدید مربوط به درس

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۳۰	نوشتاری: %۵۰	%۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

منابع اصلی

Elsayed, A. E. (2020). *Reliability Engineering*, 3rd Edition,, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey

Jin, T. (2019). *Reliability Engineering and Services*, John Wiley & Soncs, Inc., New York.

منابع فرعی

Barlow, R. and Proschan, F. (1975). *Statistical Theory of Reliability and Life Testing*, Holt, Rinehart and Winston, New York

Meeker, W. Q., and Escobar, L. A. (2013). *Statistical Methods for Reliability Data*, John Wiley & Sons, Inc., New York.

Ebeling, Ch. E. (2019). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Printed in the United States of America.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **مباحثی در نگهداری و تعمیرات**

عنوان درس (انگلیسی): **Topics in Maintenance and Repairs**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: احتمال ۲ یا آمار و

احتمال مهندسی

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مباحث نظریه قابلیت اعتماد و کاربرد آن در مهندسی به خصوص مباحث نگهداری و تعمیرات

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در حل مسائل نظری و تحلیل داده‌های مربوط به مباحث نگهداری و تعمیرات.

سرفصل درس

- شاخص‌های قابلیت اعتماد و ارزیابی آن‌ها در سیستم‌ها: توابع معروف در قابلیت اعتماد، قابلیت اعتماد سیستم‌های k از n، سیستم‌های پیچیده، افزونگی، شاخص‌های اهمیت مؤلفه‌ها، دسترسی پذیری
- فرایندهای تصادفی در قابلیت اعتماد: فرایندهای تجدید، مارکوف، پواسن (همگن و ناهمگن) و فرایند وینر، کاربرد آن‌ها در انواع خرابی‌ها، تعمیرات و مدل‌های فرسایش
- نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه و اصلاحی
- سیاست‌های بازرسی
- استراتژی‌های تعمیرات: مدل‌هایی در تعمیرات، تعمیرات مینیمال، ناقص و کامل، جایگذاری‌های سنی، دوره‌ای، بلوکی
- روش‌های بهینه سازی در تعمیرات و سیاست‌های بهینه سازی در بازرسی بر مبنای معیارهای مختلف شامل هزینه و دسترسی پذیری
- مدل‌های ضمانت (وارانتی و گارانتی)
- به کارگیری نرم‌افزارهایی مانند MINITAB و WEIBULL++ و BlockSim و RCM++ و نرم‌افزار مدیریت و نگهداری CMMS



روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، حل مثال و مسائل مربوط به درس، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام تکلیف‌های محول شده و ارائه یک سمینار از مباحث جدید مربوط به درس

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

Nakagawa, T. (2005). *Maintenance Theory of Reliability*, Springer-Verlag, London.

Elsayed, A. E. (2020). *Reliability Engineering*, 3rd Edition,, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

منابع فرعی

Gertsbakh, I. (2005). *Reliability Theory with Applications to Preventive Maintenance*, Springer-Verlage, Berlin Heidelberg.

Ebeling, Ch. E. (2019). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Printed in the United States of America.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): استنباط آماری براساس نظریه اطلاع

عنوان درس (انگلیسی): **Statistical Inference Based on Information Theory**

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش‌نیاز: استنباط آماری ۱ یا آمار استنباطی

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

اهداف درس

فراگیری مباحث نظری و کاربردی نظریه اطلاع در استنباط آماری

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در استفاده از ابزارهای نظریه اطلاع در استنباط آماری

سرفصل درس

- مروری بر آنتروپی، اندازه‌های اطلاع، اندازه‌های فی واگرایی و مفاهیم مرتبط با آن
- آزمون‌های نیکویی برازش (فرضیه صفر ساده-فرضیه صفر مرکب) براساس اندازه فی واگرایی
- بهینه بودن آماره‌های آزمون فی- واگرایی در نیکویی برازش
- آزمون مدل‌های خطی با استفاده از آماره آزمون فی- واگرایی
- اندازه‌های فی- واگرایی در جداول توافقی

روش یاددهی- یادگیری

سخنرانی، حل مثال و مسائل مربوط به درس، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام تکلیف‌های محول شده و ارائه یک سمینار از مباحث جدید مربوط به درس

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۳۰	نوشتاری: %۵۰	%۱۰
		عملکردی: -	



منابع اصلی

Pardo, L. (2018). *Statistical inference based on divergence measures*. CRC press.

Basu, A., Shioya, H., and Park, C. (2011). *Statistical inference: the minimum distance approach*. CRC press.

Pardo, L. (2019). *New Developments in Statistical Information Theory Based on Entropy and Divergence Measures*, MDPI.

منابع فرعی

Stratonovich, R. L. (2020). *Theory of Information and its Value*. Springer Nature

Csiszár, I., and Shields, P. C. (2003). *Information theory and statistics: A tutorial*. Now Publishers Inc.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): استنباط ناپارامتری پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Nonparametric Inference**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: استنباط آماری ۱

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری-محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و بنیادی استنباط پیشرفته ناپارامتری و کاربرد این مفاهیم در تحقیقات بنیادی و کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل نظری و تحلیل داده‌های واقعی

سرفصل درس

- مروری بر مفاهیم استنباط ناپارامتری
- تابع توزیع تجربی: فرایند تجربی، تابعک‌های آماری، توابع نفوذ، مجموعه‌های اطمینان، برآورد ناپارامتری چندک‌ها
- آزمون‌های نیکویی برازش: آزمون کلموگروف-اسمیرنوف، شاپیرو-ویلک، کرامر-ون-میزس، اندرسن-دارلینگ، بیان مزایا و معایب آنها
- روش‌های باز نمونه‌گیری: مونت کارلو، بوت استرپ، بازه‌های اطمینان بوت استرپی، جک نایف
- برآورد تابع چگالی: برآورد گر هیستوگرام، برآورد گر هسته‌ای، چندجمله‌ای محلی، برآورد گر درست‌نمایی محلی
- رگرسیون ناپارامتری: رگر سوگرام، برآورد گر نادارایا - واتسون، برآورد گر چندجمله‌ای موضعی، هموارسازهای اسپلاین، اسپلاین رگرسیون، مدل‌های جمعی
- روش‌های MCMC: الگوریتم‌های متروپولیس - هستینگ، نمونه‌گیر گیبس، مونت کارلوی EM، بررسی همگرایی زنجیر سایر موضوعات
- مروری بر نظریه مینیماکس
- آشنایی با فرایندهای دیرخه و فرایندهای مرتبط با آن - آشنایی با بیز ناپارامتری
- تحلیل تابعی داده‌ها

پروژه: تحلیل داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری مانند R، SPLUS



سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ - سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
٪۱۰	نوشتاری: ٪۵۰	٪۳۰	٪۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

Wasserman, L. (2006). *All of nonparametric statistics*, Springer.

Rizzo, M. L. (2008). *Statistical computing with R*, Chapman & Hall/CRC.

Silverman, B.W. (2002). *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*, Chapman and Hall.

Ghosal, S. and van der Vaart, A. W. (2017). *Fundamentals of Nonparametric Bayesian Inference*, Cambridge University Press.

Jeffrey S. Racine. (2019). *An Introduction to the Advanced Theory and Practice of Nonparametric Econometrics: A Replicable Approach Using R* Cambridge University Press.

منابع فرعی

Efromovich, S. (1999). *Nonparametric Curve Estimation: Methods, Theory, and Applications*, Springer.

Faming Liang, Chuanhai Liu and Raymond J. Carroll (2010). *Advanced Markov Chain Monte Carlo Methods: Learning from Past Samples*. John Wiley

Gyorfi, L., Kohler, M., Krzyzak, A. and Walk, H. (2002). *A Distribution-Free Theory of Nonparametric Regression*, Springer

James, G.; Witten, D.; Hastie, T. and Tibshirani, R. (2013). *An Introduction to Statistical Learning, with applications in R*, Springer.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): تحلیل داده‌های طولی

عنوان درس (انگلیسی): Analysis of Longitudinal Data

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/ هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش‌نیاز: رگرسیون ۲

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و بنیادی داده‌های طولی و روش‌های تحلیل این داده‌ها، پرورش تفکر خلاق، آینده‌نگر و انتقادی در مباحث داده‌های طولی و کاربرد این مفاهیم در تحقیقات بنیادی و کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی روش‌های تحلیل داده‌های طولی و استفاده در تحقیقات بنیادی و کاربردی

سرفصل درس

- شناخت داده‌های طولی: اندازه‌های تکرار شده، داده‌های مقطعی، داده‌های سری زمانی، داده‌های پانلی، داده‌های طولی، خواص داده‌های طولی، مطالعات crossover، طرح‌های متوازن و نامتوازن
 - م‌صور سازی و تحلیل اکتشافی: نمایش کشیده و پهن، نمودار زمانی، نمودار مسیر، منحنی‌های هموار ساز، ساختار کوواریانس مدل، تغییرات نگار، ساختارهای همبستگی، داده‌های طولی چندمتغیره
 - مدل بندی داده‌های طولی: مدل حاشیه‌ای، مدل انتقالی، مدل آمیخته خطی، مدل عرض از مبدأ تصادفی، مدل آمیخته خطی تعمیم یافته
 - استنباط در داده‌های طولی: برآورد پارامترهای اثر ثابت، برآورد اثرات تصادفی، BLUE، برآورد ماکسیمم درستنمایی محدود شده، GEE
 - مدل‌های طولی بیزی: مدل طولی با اثرات آمیخته بیزی، برآورد پارامترها، مدل‌های خطی تعمیم یافته بیزی
 - بیان پذیره‌های زیربنایی و روش بررسی آنها در هر کدام از مدل‌ها
- پروژه:** تحلیل داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری مانند SAS, STATISTICA, SPSS, R.



روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان، ارائه مطالب درس جدید بر مبنای کتاب توسط دانشجو

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۳۰	نوشتاری: %۵۰	%۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

منابع اصلی

Fitzmaurice, G.; Davidian, M. Verbeke, G. and Molenberghs, G. (2008). *Longitudinal Data Analysis*, Chapman and Hall/CRC.

Hedeker, D. and Gibbons, R. D. (2006). *Analysis of Longitudinal Data*, Oxford University Press.

منابع فرعی

Sutradhar, B. C. (2013). *Longitudinal Categorical Data Analysis*, Springer.

Diggle, P.J., Heagerty, P., Liang, K.Y. and Zeger, S.L. (2002) *Analysis of Longitudinal Data*, 2nd Ed., Oxford University Press

McArdle, J. J. and Nesselroade, J. R. (2013). *Longitudinal Data Analysis using Structural Equation Models*, American Psychological Association.

Twisk, Jos W. R. (2013). *Applied Longitudinal Data Analysis for Epidemiology: A Practical Guide*. Cambridge University Press.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): مباحث پیشرفته در آمار نظری

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Topics in Theoretical Statistics**

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

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

اهداف درس

آشنایی با مباحث جدید آمار نظری که در برنامه وجود ندارد.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

درسی است در سطح دکتری در زمینه‌های نوین آمار نظری که برحسب امکانات گروه و نیاز ارائه می‌گردد.

سرفصل درس

سرفصل این درس براساس موضوعات جدید در زمینه آمار نظری حداقل دو ماه پیش از ارائه درس توسط استاد درس پیشنهاد و پس از تصویب گروه قابل اجرا خواهد بود.

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): مباحث پیشرفته در آمار کاربردی

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Topics in Applied Statistics**

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

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

ارائه مباحث جدید آمار کاربردی که در برنامه وجود ندارد

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

درسی است در سطح تحصیلات تکمیلی در زمینه‌های نوین آمار کاربردی که برحسب امکانات گروه و نیاز ارائه می‌گردد.

سرفصل درس

سرفصل این درس براساس موضوعات جدید در زمینه آمار کاربردی حداقل دو ماه پیش از ارائه درس توسط استاد درس پیشنهاد و پس از تصویب گروه قابل اجرا خواهد بود.

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): تحلیل چندمتغیره

عنوان درس (انگلیسی): Multivariate Analysis

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش‌نیاز: روش‌های چندمتغیره پیوسته ۲
تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و کاربردی روش‌های تحلیل چندمتغیره آماری

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در به‌کارگیری روش‌های تحلیل‌های چندمتغیره پیوسته در تحقیقات کاربردی

سرفصل درس

- مروری بر توزیع‌های چندمتغیره: نمایش داده‌های چندمتغیره، کوواریانس، همبستگی و فاصله‌ها، توزیع نرمال چندمتغیره، آزمون نرمال بودن، توزیع، ویشارت غیر مرکزی، توزیع هتلینگ، توزیع بیضی‌گون، حالت‌های خاص، برآورد پارامترها، کاربرد توزیع‌های بیضی‌گون، رگرسیون بیضی‌گون
- تصویرسازی داده‌های چندمتغیره: نمودار جعبه‌ای، هیستوگرام، چگالی هسته، نمودار جعبه‌ای دومتغیره، صورت‌های چرنوف-فلوری، منحنی‌های اندرو، نمودار مختصات موازی، نمودار شش ضلعی
- تحلیل مؤلفه‌های اصلی: مؤلفه‌های اصلی جامعه، دستیابی مؤلفه‌های اصلی نمونه، مقادیر مؤلفه‌های اصلی، رگرسیون مؤلفه‌های اصلی، دونموداره، تحلیل همبستگی کانونی، آزمون استقلال
- مقیاس‌گذاری چندبعدی: مدل‌های مجاورت، مقیاس‌گذاری کلاسیک، مقیاس‌گذاری نامتری، تحلیل متقابل
- تحلیل خوشه‌ای: خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی، خوشه‌بندی k -میانگین، خوشه‌بندی میانه، توزیع‌های آمیخته متناهی، خوشه‌بندی بر پایه مدل، برآورد پارامترها، خوشه‌بندی بیزی، برآورد پارامترها
- تحلیل عاملی کاوشگرانه، تأییدی و ساختاری: یادآوری برآورد پارامترها در مدل k -عاملی، برآورد امتیازهای عاملی، تحلیل عاملی تأییدی، مدل‌بندی معادلات ساختاری، بررسی ساختار کوواریانس، برآورد پارامترها، مدل معادلات ساختاری بیزی، برآورد پارامترها

پروژه: تحلیل داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری

مانند: SAS, STATISTICA, SPLUS, R



روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، انجام پروژه، سمینار

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۳۰	نوشتاری: %۱۰	%۳۰	%۳۰
	عملکردی: -		

تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه

کامپیوتر مجهز به نرم افزارهای آماری

فهرست منابع

منابع اصلی

Afifi, A. May, S. Donatello, R. and Clark, V.A. (2019). *Practical Multivariate Analysis*, 6th Ed., Chapman & Hall/CRC Press.

Everitt, B. and Hothorn, T., (2011). *An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R*, Springer.

Härdle, W., Liang, H. and Gao, J. (2000). *Partially Linear Models*, Springer, New York.

Zeiterman, D. (2015). *Applied Multivariate Statistical With R*, Springer.

Brown, T.A. (2015). *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research*, Guilford Press.

Kline, R.B. (2015). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*, 3rd Ed., Guilford Press.

منابع فرعی

Denis, D. J. (2020). *Univariate, Bivariate, and Multivariate Statistics Using R: Quantitative Tools for Data Analysis and Data Science*, John Wiley, New York.

Seber, G. A. F., (2003). *Multivariate Observations*, John Wiley.

Muirhead, R. I., (2005). *Aspect of Multivariate Statistical Theory*, John Wiley.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): مدل های خطی

عنوان درس (انگلیسی): Linear Models

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: رگرسیون ۲

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

- آشنایی با مبانی نظری و کاربردهای مدل های خطی و مدل های خطی تعمیم یافته با اثرات ثابت و آمیخته
- آشنایی با نحوه برخورد با داده های طولی
- توانایی انجام استنباط بیزی در مدل های خطی

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل کاربردی مربوط به مدل های خطی

سرفصل درس

- مروری بر مدل رگرسیون خطی با اثرات ثابت: مدل رگرسیون خطی چندگانه، مشکلات هم خطی و روش های تشخیص آن، مشتقات بعد بالا، رگرسیون ریبج
- مدل رگرسیون خطی با اثرات آمیخته: داده های وابسته، مدل با عرض از مبدأ تصادفی، مدل رگرسیون خطی چندگانه با اثرات آمیخته، برآورد پارامترها، بهترین برآورد گر خطی ناریب، استنباط در مدل های خطی با اثرات آمیخته
- مدل های خطی تعمیم یافته: یادآوری از مدل های خطی تعمیم یافته، مدل بندی داده های وابسته با پاسخ غیر نرمال، معرفی مدل خطی تعمیم یافته با اثرات آمیخته، مدل های حاشیه ای، برآورد پارامترها با استفاده از روش سلسله مراتبی، مدل های انتقالی مارکوفی، استنباط در مدل های خطی تعمیم یافته با اثرات ثابت و آمیخته
- مدل های خطی برای داده های طولی: نمایش داده های طولی، برازش منحنی هموار به داده های طولی، مطالعه ساختارهای همبستگی، مدل خطی کلی برای داده های طولی، برآورد کمترین توان های دوم وزنی، برآورد ماکسیمم درستمایی
- استنباط بیزی در مدل های خطی: استنباط بیزی در مدل رگرسیون خطی چندگانه، استنباط بیزی در مدل رگرسیون خطی آمیخته، استنباط بیزی در داده های طولی



سمینارهای مربوط به این درس می‌تواند در زمینه آشنایی با مدل‌های غیرخطی شامل مدل رگرسیون غیرخطی و معرفی شبکه‌های عصبی باشد.

پروژه: تحلیل داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری SPLUS, AS, STATISTICA, SPLUS, R

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، انجام پروژه، سمینار

روش ارزیابی

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

تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه

کامپیوتر مجهز به نرم‌افزارهای آماری

فهرست منابع

منابع اصلی

Diggle, P.J., Heagert, P., Liang, K.Y. and Zeger, S.L. (2002). *Analysis of Longitudinal Data*, 2nd Ed., Oxford Statistical Science Series.

Montgomery, D.C., Peck, E.A. and Vining, G.G. (2012). *Introduction to Linear Regression Analysis*, 5th Ed., John Wiley and Sons, New York.

Muller, K.E. and Stewart, P.W. (2006). *Linear Model Theory: Univariate, Multivariate, and Mixed Models*, John Wiley, USA

منابع فرعی

Dunn, P.K. and Smyth, G.K. (2018). *Generalized Linear Models with Examples in R*, Springer, New York.

Sengupta, D. and Jammalamadaka, S.R. (2019). *Linear Models and Regression with R: An Integrated Approach (Multivariate Analysis)*, World Scientific, Singapore.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **مدل یابی پیشرفته**

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Modeling**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: رگرسیون ۲

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

- فراگیری مباحث پیشرفته در مدل‌های خطی
- آشنایی با نحوه برخورد با داده‌های تابعی
- آشنایی با مدل‌های غیرخطی و کاربرد در تحقیقات بنیادی و کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل کاربردی مربوط به مدل‌های خطی و غیرخطی

سرفصل درس

- رگرسیون جریمه شده: مروری بر رگرسیون چندگانه و ریدج، روش کمترین توان‌های دوم (و ماکسیمم در ستنمایی) جریمه شده، انواع توابع جریمه، خواص خوب تابع جریمه، رگرسیون تعمیم یافته جریمه شده
- مدل‌های خطی - جزئی: آشنایی با رگرسیون ناپارامتری و روش‌های حل، مدل خطی - جزئی، روش‌های برآورد پارامترها و تابع ناپارامتری، استنباط در مدل‌های خطی - جزئی، مدل‌های خطی - جزئی جریمه شده
- رگرسیون تابعی: معرفی داده‌های تابعی، آمار توصیفی داده‌های تابعی، روش‌های هموارسازی داده‌های تابعی، روش کمترین توان‌های دوم، روش‌های جریمه شده
- رگرسیون با بعد بالا: معرفی انواع داده‌های رگرسیونی با بعد بالا، روش غربالگری مطمئن مستقل، روش‌های برآورد پارامترها، استنباط در مدل‌های رگرسیونی با بعد بالا
- آشنایی با مدل‌های غیرخطی: مدل رگرسیون غیرخطی، برآورد پارامترها، ارزیابی مدل، معرفی شبکه‌های عصبی، برآورد در شبکه‌های عصبی پیشرو، شبکه‌های عصبی جریمه شده

پروژه: تحلیل داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری **SAS, SPLUS,**

STATISTICA, SPLUS, R



روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، انجام پروژه، سمینار

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۳۰	%۳۰	%۳۰
	عملکردی: -		

تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه

کامپیوتر مجهز به نرم افزارهای آماری

فهرست منابع

منابع اصلی

- Ciaburro, G. and Venkateswaran, B. (2017). *Neural Networks with R*, Packt Publishing, UK.
- Giraud, C. (2014). *Introduction to High-Dimensional Statistics*, Chapman & Hall/CRC, Monographs on Statistics & Applied Probability.
- Härdle, W., Liang, H. and Gao, J. (2000). *Partially Linear Models*, Springer, New York.
- Ramsay, J.O. and Silverman, B.W. (2005). *Functional Data Analysis*, 2nd Edition., Springer, US.

منابع فرعی

- Buhlmann, P. and van de Geer, S. (2011). *Statistics for High-Dimensional Data, Methods, Theory and Applications*, Springer, London.
- Huet, S., Bouvier, A., Poursat, M.A. and Jolivet, E. (2004). *Statistical Tools for Nonlinear Regression: A Practical Guide With S-PLUS and R Examples*, 2nd Edition, Springer, New York.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): تحلیل بقا پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): Advanced Survival Analysis

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/ هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش‌نیاز: استنباط آماری ۱

یا آمار استنباطی

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری روش‌های نظری و کاربردی در تحلیل داده‌های بقا

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در به‌کارگیری روش‌های آماری در تحقیقات بنیادی و کاربردی مربوط به تحلیل داده‌های بقا

سرفصل درس

- تحلیل بقا و کمیت‌های اساسی آن
- داده‌های بریده‌شده و سانسور شده و توابع درست‌نمایی آن‌ها (ارتباط با فرایندهای شمارشی)
- برآوردگرهای کمیت‌های اساسی تحلیل بقا، روش‌های برآورد ناپارامتری (از جمله برآوردگر کاپلان-مه-یر تابع بقا، برآوردگر نلسون آلن تابع مخاطره تجمعی، جدول طول عمر)، معرفی چند مدل پارامتری مهم در تحلیل بقا (نمایی، وایبل، گاما، لگ نرمال، ...)، استفاده از روش‌های استنباط آماری، معرفی آزمون لوگ-رتبه‌ای و رسم نمودارهای مربوطه برای مقایسه توابع بقا
- مدل بندی در داده‌های بقا: مدل مخاطره‌ای متناسب کاکس و آزمون‌های مرتبط با آن. مدل طبقه‌بندی کاکس، مدل زمان شکست شتابیده، مدل‌های جمعی و بررسی مفروضات مدل، مدل بندی در حضور متغیرهای وابسته به زمان، آشنایی با مدل‌های شکنندگی
- مدل‌های طولی و کاربرد آن در تحلیل بقا
- تحلیل بیزی و کاربرد آن در تحلیل بقا
- ریسک‌های رقابتی و روش‌های تحلیلی آن



پروژه: تحلیل داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری مانند R, SPLUS

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، حل مثال و مسائل مربوط به درس، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام تکلیف‌های محول شده و ارائه یک سمینار از مباحث جدید مربوط به درس

روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

Kleinbaum, D. G. and Klein, M., (2012). *Survival Analysis, A Self-Learning Text*, 3rd Edition, Springer.

Collett, D., (2015). *Modelling Survival Data in Medical Research*, 3rd Edition., CRC.

Klein, J. P. and Moeschberger, M. L., (2003). *Survival Analysis: Techniques for Censored and Truncated Data*, 2nd Edition., Springer.

Moor, D. F., (2016). *Applied Survival Analysis Using R*, Springer.

Karim, Md. R. and Islam, M. A. (2019). *Reliability and Survival Analysis*, Springer.

منابع فرعی

Cox, D. R. and Oakes, D., (1983). *Analysis of Survival Data*, Chapman & Hall,

Lawless, F. J., (2003). *Statistical Models and Methods for Lifetime Data*, 2nd Edition., Willy.

Fleming, T. R. and Harrington, D. P. (2013). *Counting Processes and Survival Analysis*, 2nd Edition, Wily.

Bogaerts, K., Komarek, A. and Lesaffre, E., (2020). *Survival Analysis with Interval-Censored Data, A Practical Approach with Examples in R, SAS, and BUGS*, Chapman and Hal.

Themeau, T. M. and Grambsch, P. M., (2000). *Modeling Survival Data: Extending the Cox Model*, Springer.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): پردازش آماری تصویر

عنوان درس (انگلیسی): Statistical Image Processing

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش‌نیاز: روش‌های چند متغیره

پیوسته ۲

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری روش‌های آماری برای پردازش تصاویر در تحقیقات بنیادی و کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در استفاده از روش‌های آماری در پردازش تصاویر

سرفصل درس

- روش‌های اخذ تصاویر
- نظریه آمار بیز و روش‌های رده‌بندی و خوشه‌بندی
- روش‌های آستانه‌سازی و پالایش‌سازی،
- روش‌های آماری آشکارسازی خط، لبه و شیء در تصاویر
- روش‌های آماری بازسازی تصاویر
- روش‌های آماری رده‌بندی نظارتی و غیر نظارتی تصاویر رنگی و چند طیفی و استنباط‌های آماری مربوطه
- کاهش بعد در پردازش تصاویر چند طیفی
- مقایسه روش‌های آماری پردازش تصاویر با چند روش غیر آماری

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، حل مثال و مسائل مربوط به درس، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام تکلیف‌های محول شده و ارائه یک سمینار از مباحث جدید مربوط به درس



روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان نمر	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۵۰	%۳۰	%۲۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

- Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, USA.
- Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J. (2009). *The Elements of Statistical Learning*, 2nd Edition. Springer, Berlin.
- Gonzalez, R, C. and Woods, R. E. (2007). *Digital Image Processing*, 3rd Edition. Prentice & Hall, USA.
- Bhuyan, M. K. (2019). *Computer Vision and Image Processing: Fundamentals and Applications*. CRC Press.

منابع فرعی

- Dougherty, E. R. and Giardina, C. R. (1987). *Image Processing: Continuous to Discrete*. Prentice & Hall, USA.
- Fieguth, P. (2006). *Statistical Image Processing and Multidimensional Modeling*. Springer, New Yor



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): ریاضیات مالی ۲

عنوان درس (انگلیسی): Financial Mathematics 2

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: ریاضیات مالی ۱

تعداد واحد: ۳ نوع واحد: ۲ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس

فراگیری مفاهیم نظری مدیریت ریسک، قیمت گذاری اختیارها با استفاده از مدل دوجمله‌ای، حرکت براونی، حسابان تصادفی و کاربردهای آن در قیمت گذاری اختیارها

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در حل مسائل نظری و کاربردی

سرفصل درس

- اندازه‌گیری ریسک، معیارهای اندازه‌گیری ریسک، ریسک منسجم، VaR، TVaR
- بازارهای ریسکی و غیر ریسکی
- مروری بر نظریه اختیارها
- اختیارات آمریکایی و اروپایی
- قیمت گذاری اختیارها با استفاده از روش دوجمله‌ای
- حرکت براونی
- فرمول بلک-شولز
- گریک‌ها (Greeks)
- مدل بندی نرخ بهره

پروژه: تحلیل داده‌های مربوط به مطالب تدریس شده با استفاده از یکی از نرم‌افزارهای آماری مانند R، SPLUS

روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، حل مثال و مسائل مربوط به درس، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام تکلیف‌های محول شده و ارائه یک سمینار از مباحث جدید مربوط به درس



روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان نترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

فهرست منابع

منابع اصلی

UK Institute of Actuaries, (2017). core leading for the subject: CT1-CT6.

Wilders, R. J. (2020). *Financial Mathematics for Actuarial Science: The Theory of Interest*. CRC press.

Chan, R. H., Guo, Y. ZY., Lee, S. T. and Li, X. (2019). *Financial Mathematics, Derivatives and Structured Products*. Springer, Singapore.

منابع فرعی

Garrett, S. J. (2013). *An introduction to the mathematics of finance: a deterministic approach*. 2nd Edition, Butterworth-Heinemann.

Broveman, S. A. (2003). *Mathematics of investment and Credit*. 3rd Edition,. ACTEX Inc, New York.

Hull, J. H. (2011). *Options, Futures and other derivatives*. 3th ed. Pearson/Prentice Hall, New York.

Garrett, S. J. (2013). *An introduction to the mathematics of finance: a deterministic approach*. 2nd ed. Butterworth-Heinemann, New York.

Promislow, D. (2015). *Fundamentals of actuarial mathematics*. 3rd Edition,. John Wiley, New York.



مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): نظریه نمونه گیری

عنوان درس (انگلیسی): Sampling Theory

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: روش های نمونه گیری ۱

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

اهداف درس

فراگیری نظریه و روش های نمونه گیری برای تعیین فنون نمونه گیری و چارچوب های نمونه گیری ناقص

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در مباحث مربوط به روش های نمونه گیری پیشرفته در تحقیقات کاربردی و بنیادی

سرفصل درس

- مفاهیم نمونه گیری
- روش های معمول نمونه گیری، الگوریتم های نمونه گیری
- طبقه بندی در نمونه گیری، نمونه گیری طبقات پربار، نمونه گیری چندمرحله ای
- برخورد با حوزه های خیلی کوچک و خیلی بزرگ
- نمونه گیری چند فازی
- روش های تعمیم نمونه به جامعه
- کالیبره نمودن برآورد، برآورد برای نواحی کوچک
- خطاهای نمونه گیری، خطاهای غیر نمونه گیری
- نمونه گیری چرخشی، نمونه گیری هماهنگ شده، کنترل انتخاب نمونه، برخورد با چارچوب های نمونه گیری ناقص
- نمونه گیری از جوامع نادر، نمونه گیری صید، نمونه گیری چندبارگی، نمونه گیری جوامع در حرکت
- نمونه گیری مکانی، نمونه گیری مکانی زمانی، نمونه گیری چند چارچوبی از جوامع گریزان
- نمونه گیری غیرمستقیم، نمونه گیری سازوار، نمونه گیری گلوله برفی، نمونه گیری شبکه ای
- نمونه گیری صید و باز



روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، حل مثال و مسائل مربوط به درس، مشارکت دانشجویان در مباحث درسی شامل: انجام تکلیف‌های محول شده و ارائه یک سمینار از مباحث جدید مربوط به درس

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	نوشتاری: ٪۵۰	٪۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

منابع اصلی

Cochran, W. G. (1977). *Sampling Techniques*, 3rd Edition, John Wiley & Sons, USA.

Hankin, D.; Mohr, M. S. and Newman, K. B. (2019). *Sampling Theory: For the Ecological and Natural Resource Sciences*. Oxford University Press, USA

Pitard, F.R (2019). *Theory of Sampling and Sampling Practice*, CRC Press. Third Edition

Hedayat, A. S. and Sinha, B. K. (1991). *Design and Inference in Finite Population Sampling*, John Wiley & Sons, New York.

Lavallée, P. (2009). *Indirect sampling*, Vol. 7397, Springer, USA.

منابع فرعی

Arnab, R. (2017). *Survey Sampling Theory and Applications*. Academic Press.

Jungwirth, P. (2016). *Sampling Theory and Analog-to-Digital Conversion* (Abridged). Independently published.

Sampath, S. (2005). *Sampling theory and methods*, Alpha Science International Ltd., Harrow, UK.

Thompson, S. K. (1992). *Sampling*, John Wiley & Sons, New York.

Tillé, Y. (2011). *Sampling algorithms*, Springer, Berlin, Heidelberg.

Zayed, A. I. (1993). *Advances in Shannon's Sampling Theory*, CRC Press, USA.





فصل چهارم

ترم بندی دروس



کارشناسی ارشد

ترم اول

تعداد واحد				نام درس	ردیف
جمع	عملی	نظری - محاسباتی	نظری		
۳	۰	۰	۳	استنباط آماری ۱	۱
۴	۰	۰	۴	نظریه احتمال	۲
۲	۱	۰	۱	محاسبات آماری پیشرفته ۱	۳
۹	۱	۰	۸	جمع کل	

ترم دوم

تعداد واحد				نام درس	ردیف
جمع	عملی	نظری - محاسباتی	نظری		
۳	۰	۰	۳	استنباط آماری ۲	۱
۳				درس اختیاری جدول ۳	۲
۳				درس اختیاری جدول ۳	۳
۹				جمع کل	



ترم سوم

تعداد واحد				نام درس	ردیف
جمع	عملی	نظری - محاسباتی	نظری		
۲	-	۰	۲	سمینار	۱
۳				درس اختیاری	۲
۳				درس اختیاری	۳
۶			۶	پایان نامه	۴
۱۴				جمع کل	

ترم چهارم

تعداد واحد				نام درس	ردیف
جمع	عملی	نظری - محاسباتی	نظری		
۶	۰	۰	۶	پایان نامه	۱
۶	۰	۰	۶	جمع کل	



دکتری

ترم اول

تعداد واحد				نام درس	ردیف
جمع	عملی	نظری - محاسباتی	نظری		
۴	۰	۰	۴	استنباط آماری پیشرفته	۱
۳	۰	۰	۳	نظریه احتمال پیشرفته	۲
۷	۰	۰	۷	جمع کل	

ترم دوم

تعداد واحد				نام درس	ردیف
جمع	عملی	نظری - محاسباتی	نظری		
۳	۱	۰	۲	روش های محاسباتی و بهینه سازی در آمار	۱
۳				درس اختیاری	۲
۳				درس اختیاری	۳
۹				جمع کل	



ترم سوم

نام درس	ردیف
	۱

ترم چهارم

نام درس	ردیف
	۱

