جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی رشته

ریاضی کاربردی

Applied Mathematics

مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته

گرایش

Optimization	بهینه سازی

گروه علوم پایه

پیشنهادی کارگروه تخصصی علوم ریاضی

باسمه تعالی

نام رشته: ریاضی کاربردی

عنوان گرایش: بهینه سازی

گروه تحصیلی: علوم پایه

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته

زیرگروه تحصیلی: علوم ریاضی

نوع مصوبه: بازنگری

پیشنهادی: کارگروه تخصصی علوم ریاضی

تاریخ تصویب: ۱۴۰۲/۰۴/۱۲

برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته ریاضی کاربردی گرایش بهینه سازی، در جلسه شماره ۱۷۱ تاریخ ۱۴۰۲/۰۴/۱۲ کمیسیون برنامه‌ریزی درسی، محتوا و سرفصل رشته‌های تحصیلی به شرح زیر تصویب شد:

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

ماده دو –این برنامه درسی، جایگزین برنامه درسی رشته ریاضی کاربردی گرایش بهینه سازی مصوب جلسه ۷۰ تاریخ ۱۳۹۵/۰۳/۲۳ کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی می‌شود.

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

ماده چهار- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

دکتر رضا نقی‌زاده
مدیر کل دفتر برنامه ریزی آموزش عالی
و دبیر کمیسیون

دکتر قاسم عموعابدینی
معاون آموزشی و رئیس کمیسیون

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

جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه‌ریزی

گروه علوم پایه

کمیته تخصصی علوم ریاضی

برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی

گرایش بهینه سازی

فصل اول

مشخصات دوره کارشناسی ارشد

ریاضی کاربردی گرایش بهینه سازی

مقدمه

ریاضی کاربردی یکی از رشته ها در مجموعه‌ی علوم ریاضی است که به پیشبرد روش‌های ریاضی برای استفاده در زمینه های گوناگون علوم و مهندسی می پردازد. بهینه سازی یکی از مهم ترین گرایش های ریاضی کاربردی است که به کمینه سازی یا بیشینه سازی یک یا چند تابع هدف یا تابعک (مانند سود، هزینه، ریسک و غیره) روی مجموعه ای شدنی از فعالیت ها می‌پردازد. این گرایش از ریاضیات کاربردی شامل جنبه های مختلف نظری، الگوریتم و محاسبات، استفاده از ابزار های تحلیلی و جبرخطی عددی در پیشبرد بنیادی موضوع و کاربرد در زمینه های علمی، اقتصادی و صنعتی است.

تعریف

دوره کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی-گرایش بهینه سازی یکی از دوره های آموزشی و پژوهشی در سطح تحصیلات تکمیلی از نظام آموزش عالی است که پس از دوره کارشناسی آغاز و به اعطای مدرک رسمی دانشگاهی در دوره کارشناسی ارشد با عنوان"ریاضی کاربردی-بهینه سازی" می انجامد و از نظر اجرایی، تابع ضوابط، مقررات و آیین‌نامه های مصوب شورای برنامه ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است.

اهداف

- تربیت پژوهشگر متخصص در بهینه سازی (نظری، محاسباتی و کاربردی)
- تامین نیاز های تخصصی شرکت های اقتصادی، صنعتی، بیمه ای و مالی (نظیر بانک ها و بورس)
- توسعه بهینه سازی به عنوان یکی از گسترده ترین و به روز ترین شاخه های ریاضیات
- توسعه علوم بین رشته ای مرتبط با علوم داده و ریاضیات زیستی و غیره

نقش وتوانایی

فارغ التحصیلان دوره کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی-بهینه سازی می توانند: به عنوان متخصص حرفه ای در موسسات علمی و شرکت های مالی، صنعتی و اقتصادی فعالیت کنند و یا به عنوان پژوهشگر در شرکت های اقتصادی، بانک ها و بورس فعالیت داشته باشند و در مقطع دکتری این رشته و زمینه های مرتبط ادامه تحصیل دهند.

ضرورت و اهمیت

با توجه به نیاز جامعه در حال توسعه ایران به استفاده از دانش و فناوری نوین در پاسخ گویی به نیازهای بخش های علمی و صنعتی، تاسیس دوره کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی-گرایش بهینه سازی یک ضرورت است. این دوره، این امکان را فراهم می کند تا نیاز های علمی و صنعتی، اقتصاد، بانکداری، بورس ایران و... برطرف شوند. همچنین، با تربیت پژوهشگرانی (که قادر به انجام پژوهش های بنیادی در سطح مرز های دانش هستند)، سطح کیفی و کمی ریاضی کاربردی-گرایش بهینه سازی در کشور ارتقا می‌یابد.

کلیات برنامه

عنوان دوره: کارشناسی ارشد **ریاضی کاربردی گرایش بهینه سازی**

پیشنیاز ورود : دارا بودن مدرک کارشناسی در یکی از رشته‌های مجموعه علوم ریاضی، فیزیک و یا مهندسی

آزمون ورودی: آزمون ورودی مطابق برنامه کنکور سراسری کارشناسی ارشد که توسط سازمان سنجش برگزار می گردد می باشد و مواد آزمون عمومی، مشترک و تخصصی این گرایش مطابق جدول مواد درسی و ضرایب مربوطه که همه ساله توسط کارگروه برنامه ریزی علوم ریاضی وزارت تعیین و به سازمان سنجش اعلام می گردد خواهد بود.

مقررات عمومی: کلیه دانشگاه‌هایی که قبلا مجوز اجرای رشته ریاضی کاربردی گرایش گرایش بهینه سازی را اخذ کرده اند و پذیرش دانشجو داشته اند کماکان می توانند به همان شیوه پیشین به اجرای این برنامه مبادرت نمایند. سایر دانشگاه‌ها باید نسبت به مجوز این رشته از دفتر گسترش وزارت علوم اقدام نمایند

طول دوره و شکل نظام

دوره کارشناسی ارشد مطابق با آیین نامه جاری دوره کارشناسی ارشد وزارت عتف است.

تعداد و نوع واحدهای درسی

توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس تخصصی	**۸**
دروس اختیاری	**۱۶ – ۱۳**
سمینار	**۲**
پایان‌نامه	**۶**
جمع	**۳۲ – ۲۹**

نحوه انتخاب درس ها

تعداد واحدهای درسی دوره کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی گرایش بهینه سازی حداقل ۲۹ واحد و حداکثر ۳۲ واحد به قرار زیر است:

درس های تخصصی: ۸ واحد، شامل ۲ درس به صورت زیر است:

- اانتخاب درس اول از جدول دروس اصلی تخصصی (سرشاخه) گرایش بهینه سازی (جدول شماره ۱).
  انتخاب درس تحقیق درعملیات پیشرفته ۱ برای زیر گرایش تحقیق در عملیات یا درس کنترل و حساب تغییرات برای زیر گرایش کنترل و بهینه سازی الزامی است.

- انتخاب درس دوم از جدول دروس تخصصی (جدول شماره ۲)

درس های اختیاری: شامل ۴ درس به صورت زیر است:

- انتخاب حداقل ۲ درس از جدول درس های اختیاری گرایش بهینه سازی (جدول شماره ۳)

سایر درس های باقیمانده اختیاری با نظر استاد راهنما می تواند به روش های زیر انتخاب شود:

- از دروس اخذ نشده جداول شماره های ۱ و ۲ و ۳
- از دروس تخصصی یا اختیاری سایر گرایش های کارشناسی ارشد رشته های ریاضیات و کاربردها ، ریاضی کاربردی و یا رشته های مرتبط با نظر استاد راهنما و گروه
- از دروس دوره دکتری ریاضی زیربرنامه بهینه سازی

سمینار: ۲ واحد

پایان نامه: ۶ واحد

تبصره ۱: اخذ درس سمینار و پایان نامه در نیمسال اول تحصیلی مجاز نیست. برای اخذ درس سمینار نیاز به گذراندن دست کم ۸ واحد درسی و برای اخذ پایان نامه دست کم ۱۲ واحد (که شامل درس های الزامی باشد) و موافقت گروه الزامی است.

تبصره ۲: دانشجویان دوره کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی گرایش بهینه سازی با اخذ دست کم ۶ واحد تمام وقت محسوب می شوند.

تبصره ۳: دانشجو در طول تحصیل خود نمی تواند بیش از یک درس با عنوان مباحث ویژه اختیار کند.

تبصره ۴: گذراندن دروس پیش نیاز برای دانشجویانی که این دروس را در دوره کارشناسی نگذرانده اند با موافقت گروه و دانشکده بر اساس مقررات دانشگاه بلامانع است.

تبصره ۵: دروس الزامی می توانند همزمان با ارایه درس دارای کلاس حل تمرین باشند. برای سایر دروس بر اساس نیاز و صلاحدید و موافقت گروه ، ارایه کلاس حل تمرین بلامانع است.

تبصره ۶: گروههای مجری می توانند حداکثر یک درس جدید را به عنوان درس تخصصی - اختیاری مطابق با روال جاری دانشگاه مصوب و به جدول شماره ۳ اضافه نمایند. البته لازم است معاون آموزشی دانشگاه درس مربوطه به همراه سرفصل را حداکثر یک ماه پس از تصویب به کارگروه برنامه ریزی وزارت اعلام نماید.

فصل دوم

جدول‌های دروس

جدول شماره ۱ : دروس اصلی تخصصی (سرشاخه) گرایش بهینه سازی

شماره درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیشنیاز	هم نیاز
			جمع	نظری	عملی		
۱	تحقیق درعملیات پیشرفته ۱	۴	۶۴	۶۴		تحقیق درعملیات (کارشناسی)	
۲	کنترل و حساب تغییرات	۴	۶۴	۶۴		معادلات دیفرانسیل (کارشناسی)	

جدول شماره ۲ : درس‌های تخصصی گرایش بهینه سازی

شماره درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیشنیاز	هم نیاز
			جمع	نظری	عملی		
۱	بهینه سازی غیرخطی پیشرفته	۴	۶۴	۶۴		بهینه سازی غیرخطی(کارشناسی)	
۲	کنترل بهینه	۴	۶۴	۶۴		هم نیاز با درس کنترل و حساب تغییرات	

جدول شماره ۳ : درس های اختیاری گرایش بهینه سازی

شماره درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیشنیاز	هم نیاز
			جمع	نظری	عملی		
۱	برنامه ریزی خطی چندهدفه	۴	۶۴	۶۴		تحقیق درعملیات پیشرفته ۱	
۲	برنامه ریزی صحیح	۴	۶۴	۶۴		تحقیق درعملیات پیشرفته ۱	
۳	بهینه سازی شبکه ای	۴	۶۴	۶۴		تحقیق درعملیات پیشرفته ۱	
۴	کنترل غیر خطی	۴	۶۴	۶۴		کنترل و حساب تغییرات	
۵	روش‌های عددی در کنترل بهینه	۴	۶۴	۶۴		کنترل و حساب تغییرات و بهینه سازی غیرخطی	
۲	برنامه ریزی پویا	۴	۶۴	۶۴		تحقیق در عملیات پیشرفته ۱	
۳	بهینه سازی ترکیبیاتی	۴	۶۴	۶۴		تحقیق درعملیات پیشرفته ۱	
۴	بهینه سازی تصادفی	۴	۶۴	۶۴		تحقیق درعملیات پیشرفته ۱	
۵	تحقیق در عملیات پیشرفته ۲	۴	۶۴	۶۴		تحقیق در عملیات پیشرفته ۱	
۶	بهینه سازی ناهموار	۴	۶۴	۶۴		بهینه سازی غیرخطی پیشرفته، آنالیز ریاضی ۱ (کارشناسی)	
۷	بهینه سازی و شبکه های عصبی	۴	۶۴	۶۴		بهینه سازی غیرخطی(کارشناسی)	
۸	بهینه سازی محدب	۴	۶۴	۶۴		بهینه سازی غیرخطی(کارشناسی)	
۹	روش های نقطه درونی	۴	۶۴	۶۴		تحقیق در عملیات پیشرفته ۱	
۱۰	شبیه سازی پیشرفته	۴	۶۴	۶۴		آمار و احتمال، مبانی کامپیوتر و برنامه سازی	
۱۱	مدل سازی ریاضی در تحقیق در عملیات	۴	۶۴	۶۴		تحقیق در عملیات پیشرفته ۱	
۱۲	برنامه ریزی و کنترل پروژه	۴	۶۴	۶۴		تحقیق درعملیات (کارشناسی)	

۱۳	نظریه بازی	۴	۶۴	۶۴		تحقیق درعملیات (کارشناسی)	
۱۴	الگوریتم های فرا ابتکاری	۴	۶۴	۶۴		تحقیق درعملیات، بهینه سازی غیرخطی(کارشناسی)	
۱۵	تحلیل پوششی داده ها	۴	۶۴	۶۴		تحقیق درعملیات (کارشناسی)	
۱۶	بهینه سازی غیر قطعی	۴	۶۴	۶۴		تحقیق درعملیات (کارشناسی)	
۱۷	کنترل بهینه تصادفی	۴	۶۴	۶۴		کنترل و حساب تغییرات	
۱۸	مباحث ویژه در کنترل	۴	۶۴	۶۴		اجازه گروه	
۱۹	نظریه مکان یابی	۴	۶۴	۶۴		تحقیق درعملیات (کارشناسی)	
۲۰	مباحث ویژه درتحقیق درعملیات	۴	۶۴	۶۴		اجازه گروه	
۲۱	نرم افزار های بهینه سازی	۴	۶۴	۶۴		ندارد	
۲۲	کنترل و نظریه اندازه	۴	۶۴	۶۴		کنترل و حساب تغییرات	
۲۳	کنترل فازی	۴	۶۴	۶۴		ندارد	
۲۴	کنترل بهینه سیستم‌های معادلات مشتقات جزئی	۴	۶۴	۶۴		کنترل و حساب تغییرات	
۲۵	مدل سازی و شبیه سازی	۴	۶۴	۶۴		ندارد	
۲۶	مدل سازی سیستم های کنترل	۴	۶۴	۶۴		کنترل و حساب تغییرات	
۲۷	نظریه تقریب	۴	۶۴	۶۴		ندارد	
۲۸	آنالیز تابعی کاربردی	۴	۶۴	۶۴		ندارد	

فصل سوم

سرفصل درس های دوره کارشناسی ارشد ریاضی

کاربردی

گرایش بهینه سازی

عنوان درس	فارسی	تحقیق در عملیات پیشرفته ۱									
	انگلیسی	Advanced Operations Research ۱									
نوع واحد								تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز	
پایه	اصلی		تخصصی		اختیاری			۴	۶۴	تحقیق درعملیات (کارشناسی)	
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی				
آموزش تکمیلی عملی:	دارد □	ندارد ■									
سفر علمی:	دارد □	ندارد ■									
کارگاه:	دارد □	ندارد ■									
آزمایشگاه:	دارد □	ندارد ■									
سمینار:	دارد □	ندارد ■									
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد										

سرفصل درس:

۱. معرفی برخی از کاربردهای برنامه ریزی خطی و مدل سازی چند نمونه مساله کاربردی.

۲. مجموعه ها و مخروطهای چند وجهی، نقاط راسی و جهت های راسی، قضیه نمایش و شرایط بیکرانی

۳. جبر روش سیمپلکس و شرایط بهینگی، روشهای جلوگیری از دور افتادگی مانند قاعده لکزیکوگرافی و بلاند، روش سیمپلکس اصلاح شده و روش سیمپلکس برای متغیرهای کراندار

۴. لم فارکاس از طریق روش سیمپلکس و شرایط کروش- کان- تاکر (KKT) برای مسائل برنامه ریزی خطی

۵. دوگانی و قضایای آن، روش سیمپلکس دوگان ، تحلیل حساسیت و برنامه ریزی پارامتری در برنامه ریزی خطی

۶. پیش پردازش (پیش حل) مسایل برنامه ریزی خطی و بررسی برخی جنبه های محاسباتی روش سیمپلکس

۷. معرفی یک نرم افزار برنامه ریزی خطی و مقایسه عملکرد نسخه های مختلف روش سیمپلکس روی آن

مراجع:

۱- M. S. Bazaraa, J. J. Jarvis, H. D. Sherali, *Linear Programming and Network Flows*, ٤th Ed. Jour Wiley and Sons, ۲۰۱۰.

۲. D. Bertsimas, J. N. Tsitsiklis, *Introduction to Linear Optimization*, Belmont, Massachusetts, March, ۲۰۰۸.

۳. I. Maros, Computational Techniques of the Simplex Method, Springer, ۲۰۰۳.

٤. D. G. Luenberger, , Y. Ye, *Linear and Nonlinear Programming*, ۳rd Edition, Springer, ۲۰۰۸.

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="6">کنترل و حساب تغییرات</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="6">Control and Calculus of Variations</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td colspan="3">دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td rowspan="2">پایه</td><td>اصلی</td><td>تخصصی</td><td>اختیاری</td><td rowspan="2">۴</td><td rowspan="2">۶۴</td><td rowspan="8">معادلات دیفرانسیل (کارشناسی)</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td></tr>
<tr><td colspan="2">آموزش تکمیلی عملی:</td><td colspan="4">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">سفر علمی:</td><td colspan="4">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">کارگاه:</td><td colspan="4">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">آزمایشگاه:</td><td colspan="4">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">سمینار:</td><td colspan="4">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">حل تمرین: ندارد</td><td colspan="4">نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

هدف درس: هدف از ارائه این درس آشنایی دانشجویان با حسابان تغییرات و مسائل کنترلی به ویژه کنترل خطی می باشد. مباحث حسابان تغییرات به طور کامل مطرح و در ادامه پس از بحث در مورد سیستم های دینامیکی، مسائل کنترلی مورد بررسی قرار می گیرد. روش های حل این نوع مسائل و مطالب مرتبط با آنها مورد بررسی و مطالعه قرار می گیرد.

سرفصل درس:

الف) حسابان تغییرات و کمینه سازی تابعی ها:

بیان مختصری از فضاهای تابعی، ارائه یک شمای کلی از مسائل حسابان تغییرات، تعریف تابع و تابعی، بیان تغییرات تابعی، اکسترمم های تابعی، شرط لازم برای جواب اکسترمم در مسائل حسابان تغییرات، بیان مثال‌هایی از حسابان تغییرات و مصداقهای آن در فیزیک، معادله اویلر لاگرانژ، تغییر دوم و شرایط کافی برای بهینه بودن، مسایل تغییراتی با نقطه انتهایی آزاد، مسائل تغییراتی کلیتر، مسایل تغییراتی از مرتبه بالاتر، مسائل ثابت محیطی و همپیرامونی ، شرایط بهینگی در سایر فضاهای تابعی، روش های عددی برای حل مسائل حسابان تغییرات ، مثال های مختلف در زمینه مساله حداقل زمان ،ماکزیمم و مینیمم مساحت رویه، بهینه سازی بدون قید و مقید و کاربرد ها.

ب) کنترل :

روش های حل دستگاه معادلات دیفرانسیل خطی(بطور خلاصه)، معادلات دیفرانسیلی کنترلی و نقش عامل کنترل در آن، سیستم های باز و سیستم های بازخوردی، سیستم های خطی، مدل ماتریسی سیستم های دیفرانسیلی کنترلی، تحلیل و طراحی سیستم های کنترلی در فضای حالت، شکل همراه ماتریس و شکل قطری و شکل ژوردان، مقادیر ویژه یک ماتریس و کاربرد مقادیر ویژه در

سیستم های کنترلی، جواب سیستم های کنترل خطی بر مبنای تابع انتقال، تحلیل پاسخ گذرا و ماندگار، پایداری سیستم های خطی، پایداری روت، پایداری از نوع لیاپانوف، کنترل پذیری و مشاهده پذیری سیستم های خطی.

مراجع:

۱. D. N. Burghes and A. Graham, Introduction to Control Theory Including Optimal Control, Ellis Horwood Ltd., (distributed by J. Wiley & Sons, New York).

۲. Enid R. Pinch, Optimal control and the calculus of variations

۳.K. Ogata, Modern Control Engineering, Prentice-Hall, ۲۰۰۹.

۴. Donald E. Kirk, Optimal Control Theory, ۲۰۰۴.

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="5">بهینه سازی غیر خطی پیشرفته</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="5">Advanced Nonlinear Optimization</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td colspan="2">دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td colspan="2">پایه | اصلی | تخصصی | اختیاری
نظری | عملی | نظری | عملی | نظری | عملی</td><td>۴</td><td>۶۴</td><td colspan="2" rowspan="7">بهینه سازی غیر خطی
(کارشناسی)</td></tr>
<tr><td colspan="4">آموزش تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="4">سفر علمی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="4">کارگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="4">آزمایشگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="4">سمینار: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="4">حل تمرین: ندارد نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

هدف: آشنایی با آنالیز محدب و اهمیت آن در بهینه سازی، توانمند شدن دانشجو در توسیع و استفاده از بهینه سازی غیر خطی م قید و غیر مقید، شامل مدل سازی، تعریف جواب، تشخیص جواب، حل مدل، تفسیر نتایج حاصل از حل، شرایط کامل کننده و دوگا نی.

سرفصل درس:

مروری بر مجموعه های محدب و خواص آنها، توابع (quasiconvex)و محدب نما (Pseudoconvex) و خواص و کاربرد های آنها-شرایط لازم و کافی مرتبه اول و دوم، شرایط فریتزجان (FJ)و شرایط KKT.

شرایط کامل کننده جستجوی خطی (Constraint qualifications،)، دوگانی مسایل برنامه ریزی غیر خطی، الگوریتم های (شامل جستجوی خطی دقیق و نا دقیق)، حل مسایل بهینه سازی مقید و نا مقید، مقایسه عملی و نظری روش ها، روش تندترین کاهش، روش های نیوتن و شبه نیوتن، روش های سکانت و مسیر های مزدوج، برنامه ریزی درجه دوم، همگرایی و نرخ همگرایی، روش های بهینه سازی با قیود خطی و غیر خطی شامل جریمه ای، مانعی و لاگرانژ نیوتن، ناحیه اعتماد، روش های پیشرفته در بهینه سازی غیر خطی مقید شامل تصویر سازی روی فضای شدنی، نقطه درونی، جریمه ای و لاگرانژی، بهینه سازی به کمک زیر گرادیان ها.

مراجع:

۱) M.S. Bazaraa, H. D. Sherali, C. M. Shetty, Nonlinear Programming.

Theory and Algorithms,۳'d Ed, John Wiley & Sons, ۲۰۰٦

۲. D. G. Luenberger, Linear and Nonlinear Programming, Addison-Wesley Publishing Company, ۱۹۸٤.

۳. J. Nocedal, S. Wright, Numerical Optimization, Springer, ۲nd edition, ۲۰۰۶.

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="8">برنامه ریزی صحیح</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="8">Integer Programming</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td colspan="6"></td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td>دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td rowspan="2">پایه</td><td rowspan="2">اصلی</td><td rowspan="2">تخصصی</td><td colspan="2">اختیاری</td><td rowspan="2">۴</td><td rowspan="2">۶۴</td><td rowspan="4">تحقیق درعملیات پیشرفته ۱</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td></tr>
<tr><td colspan="9">آموزش تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">سفر علمی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">کارگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">آزمایشگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">سمینار: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">حل تمرین: ندارد نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

هدف : هدف این درس آشنایی دانشجویان با مدل سازی به کمک متغیرهای صحیح و دودویی و همچنین روش های حل این نوع مسایل است.

سرفصل درس:

مدل سازی با متغیرهای صحیح، آمیخته و دودویی، فرمول بندی های دیگر، ارتباط جواب مساله برنامه ریزی صحیح با مساله آزاد سازی شده آن، چندوجهی ها، نامعادلات معتبر، بعد، وجه، فست و قضایای مربوطه، مخروط مشخصه، توصیف جهات راسی، قضیه مینکوفسکی، تصویر چندوجهی، قضیه ویل، چند وجهی های صحیح، ماتریس های کاملا تک مدولی و قضایای مربوطه، سیستم TDI.

مقدمه ای بر پیچیدگی محاسباتی، کلاس های Pو NP، پیچیدگی مسایل برنامه ریزی صحیح، مسایل بهینه سازی و جداسازی و ارتباط بین آنها.

روش های شاخه و کران، روش ها ی صفحه برشی و شاخه و برش، تجزیه دانتزیک-ولف، دوگان لاگرانژ و الگوریتم زیر-گرادیان، مقدمه ای کوتاه بر بهینه سازی نیمه معین و معرفی آزادسازی نیمه معین در حل برخی مسایل برنامه ریزی صحیح همچون مساله ماکسیمم برش، مقایسه آزاد سازی خطی و نیمه معین. معرفی برخی نرم افزار های مربوطه ازقبیل cplex, mosek, cvx.

مراجع:

١. D.S. Chen, R.G. Batson, Y. Dang, Applied Integer Programming, Modeling and Solution, Wiley; ١st Edition, ٢٠١١.

٢. M. Conforti, G. Cornuéjols, G. Zambelli, Integer Programming, Springer, ١st Edition, ٢٠١٤.

٣. S.A. MirHassani, F. Hooshmand, Methods and Models in Mathematical Programming, Springer, ١st Edition, ٢٠١٩.

٤. A. Schrijver, Theory of Linear and Integer Programming, Wiley, ١٩٩٨

٥. H. Taha, Integer Porgramming, Theory, Applications and Computations, Academic Press, ٢٠١٤.

٦. L.A. Wolsey, G. Nemhauser, Integer Programming, Wiley-Interscience, ١st Edition ١٩
L.A. Wolsey, G. Nemhauser, Integer and Combinatorial Optimization, Wiley-Interscience, ١st Edition ١٩٩٩.

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="5">بهینه سازی شبکه ای</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="5">Network Optimization</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td colspan="2">دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td colspan="2">پایه</td><td rowspan="2">۴</td><td rowspan="2">۶۴</td><td colspan="2" rowspan="2">تحقیق در عملیات پیشرفته ۱</td></tr>
<tr><td colspan="2">اصلی</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td colspan="2">تخصصی</td><td colspan="2">اختیاری</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td colspan="2">آموزش تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">سفر علمی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">کارگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">آزمایشگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">سمینار: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">حل تمرین: ندارد نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

سرفصل درس:

-الگوریتم های مقدماتی روی گراف ها: شیوه های مختلف نمایش گراف ها، روش های جستجوی عمقی(DFS) روی گراف ها، روش های جستجوی عرضی (BFS) روی گراف ها، مرتب سازی توپولوژیکی روی گراف ها.

-مساله درخت فراگیر حداقل روی شبکه ها: فرمول بندی مساله و روشهای حل آن مانند الگوریتم پریم، الگوریتم کروسکال

-مساله کوتاهترین مسیر روی شبکه ها: فرمول بندی مساله و روش های حل ماننداالگوریتم بلمن-فورد، الگوریتم دایکسترا، الگوریتم فلوید-مارشال

-مساله جریان حداکثر روی شبکه ها: فرمول بندی مساله و روش های حل مانند الگوریتم فورد-فولکرسون، الگوریتم ادموندز- کارپ، الگوریتم برچسب گذاری، معرفی مساله برش حداقل و ارتباط آن با مساله جریان حداکثر شبکه

- مساله جریان حداقل هزینه روی شبکه ها: فرمول بندی مساله و روش های حل مانند روش حذف دور، روش کوتاهترین مسیر پی درپی، روش Out-of-Kilter

- مساله حمل و نقل : فرمول بندی مساله و روش های حل مانند روش مضارب، روش سیمپلکس شبکه

مراجع:

۱. M. S. Bazaraa, J. J. Jarvis, H. D. Sherali, Linear Programming and Network Flows, John Wiley & Sons, ۲۰۱۰.

۲. K. Ahuja, T. L. Magnanti, J. B. Orlin, Network Flows: Theory, Algorithms and Applications, Prentics Hall, ۱۹۹۳.
۳. V. K. Balakrishnan, Network Optimization, Chapman & Hill, ۱۹۹۵
۴. T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein, Introduction to Algorithms, ۲nd Ed., MIT Press, ۲۰۰۳
۵. W. J. Cook, W. H. Cunningham, W. R. Pulleyblank, A. Schrijver, Combinatorial Optimization, Wiley- Interscience, ۱۹۹۷
۶. C. H. Papadimitriou, K. Steiglitz, Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity, Dover Publications Inc., ۱۹۹۸

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="5">کنترل بهینه</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="5">Optimal Control</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td colspan="2">دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td rowspan="2">پایه</td><td>اصلی</td><td>تخصصی</td><td>اختیاری</td><td rowspan="2">۴</td><td rowspan="2">۶۴</td><td rowspan="8">هم نیاز با درس کنترل و حساب تغییرات</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td></tr>
<tr><td colspan="2">آموزش تکمیلی عملی:</td><td colspan="4">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">سفر علمی:</td><td colspan="4">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">کارگاه:</td><td colspan="4">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">آزمایشگاه:</td><td colspan="4">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">سمینار:</td><td colspan="4">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">حل تمرین: ندارد</td><td colspan="4">نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

هدف درس: در این درس تابعک های هزینه مطرح در نظریه کنترل بهینه معرفی می‌شود و سپس تحلیل، طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های کنترل بهینه ارائه می‌گردد.

سرفصل درس:

۱- آشنایی با سیستم‌های کنترل بهینه: معرفی تابعک های هدف در کنترل بهینه، معرفی مساله کمینه انرژی، مساله کمینه مصرف سوخت، مساله کمینه زمان

۲- حسابان تغییرات: مفهوم تابعک و اکسترمال، معرفی انواع شرایط مرزی در حل مسائل حسابان تغییرات

۳- مسایل کنترل بهینه مقید و نامقید: اصل بیشینه پونتریاگین، اعمال قید بر ورودی کنترلی، وجود قید روی کران حالت‌های سیستم، معرفی تابع همیلتونین، حل مسائل کنترل بهینه مقید و نامقید.

٤- کنترل بهینه LQR: تنظیم کننده‌های خطی-درجه دوم در افق متناهی و نامتناهی، انتخاب ماتریس‌های وزنی، حل مساله LQR با استفاده از تابع همیلتونین، حل مساله LQR با استفاده از معادله دیفرانسیل ریکاتی با کمک معادلات همیلتونی-ژاکوبی-بلمن و روش تغییر متغیر، معرفی معادله جبری ریکاتی و استفاده از آن برای حل مساله LQR برای سیستم های LTI در افق نامتناهی .

٥- برنامه‌ریزی پویا: آشنایی با روش برنامه‌ریزی پویا، گسسته‌سازی معادلات سیستم، استراتژی پیشرو و پسرو

٦- حل معادله دیفرانسیل ریکاتی و جبری به روشهای تحلیلی

مراجع:

۱. D.S. Naidu, Optimal Control System, Pocatello, Idaho, ۲۰۰۲.

۲.B.D. O. Anderson and John B. Moore, Linear Optimal Control, Prentice- Hall, ۱۹۸۹

۳.D. E. Kirk , “Optimal Control Theory”, Dover Pub., ۲۰۰۴.

۴.K. Zhou, “Robust and Optimal Control”, Prentice-Hall, ۱۹۹۶.

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="8">کنترل غیرخطی</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="8">Nonlinear control</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td>دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td colspan="2">پایه</td><td colspan="2">اصلی</td><td colspan="2">تخصصی</td><td colspan="2">اختیاری</td><td rowspan="2">۴</td><td rowspan="2">۶۴</td><td rowspan="9">کنترل و حساب تغییرات</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td></tr>
<tr><td colspan="10">آموزش تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="10">سفر علمی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="10">کارگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="10">آزمایشگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="10">سمینار: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="10">حل تمرین: ندارد نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

هدف درس: در این درس، توصیف و تحلیل پایداری سیستم‌های غیرخطی و طراحی برخی کنترل کننده‌ها برای اینگونه سیستم‌ها مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرد.

سرفصل درس:

۱- آشنایی با مدلهای کنترلی غیر خطی

۲- بررسی رفتار سیستم های غیرخطی در صفحه فاز

۳-دسترسی پذیری، کنترل پذیری و مشاهده پذیری سیستم های کنترلی غیرخطی آفین

۴- نظریه لیاپانوف: مفهوم پایداری برای یک نقطه تعادل، خطی‌سازی و پایداری موضعی، روش لیاپانوف مستقیم، قضیه لیاپانوف برای پایداری موضعی و کلّی، پایداری سیستم های time- invariant به روش کرازووفسکی، قضیه لاسل، آنالیز لیاپانوف برای سیستم‌های LTI (Linear time-invariant)

۵- طراحی کنترل پسخورد (حلقه بسته) برای کنترلهای خطی-درجه دوم و سیستم های کنترلی غیر خطی آفین.

۶- کنترل مد لغزشی: معرفی صفحه لغزش، طراحی کنترل کننده

۷- مقدمه‌ای بر کنترل تطبیقی.

مراجع:

۱- Jean-Jacques E. Slotin, Weiping Li, Applied Nonlinear Control, Prentice-Hall, ۱۹۹۱.

۲- K.M. Hangos, J. Bokor and G. Szederkényi , Analysis and Control of Nonlinear Process Systems, Springer, ۲۰۰٤.

۳- Giuseppe Conte, Claude H. Moog and Anna Maria Perdon , Algebraic Methods for Nonlinear Control Systems, Springer, ۲۰۰۷.

۴- Jean Michel Coron, Control and nonlinearity, American mathematical Society, ۲۰۰۷.

۵-A. Isidori, "Nonlinear Control Systems", ۳rdEdition. Springer Verlag, ۱۹۹۵.

۲۰۰۳. ۶-Z. Vukic, L. Kuljaca, D. Donlagic, S. Tesnjak, " Nonlinear Control Systems", CRC Press,

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="6">روش‌های عددی در کنترل بهینه</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="6">Numerical methods in optimal control</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td colspan="5"></td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td>دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td colspan="2">پایه</td><td colspan="2">اصلی</td><td colspan="2">تخصصی</td><td colspan="2">اختیاری</td><td rowspan="2">۴</td><td rowspan="2">۶۴</td><td rowspan="8">کنترل و حساب تغییرات و بهینه سازی غیر خطی</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td></tr>
<tr><td colspan="10">آموزش تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="10">سفر علمی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="10">کارگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="10">آزمایشگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="10">سمینار: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="10">حل تمرین: ندارد نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

هدف درس: هدف از این درس آشنایی دانشجو با روشهای عددی ارایه شده برای حل مسایل کنترل بهینه است. توقع می رود دانشجو ضمن مرور روشهای بهینه سازی به ویژه در مدل های غیر خطی و همچنین مساله کنترل بهینه با طبقه بندی از روشهای متنوع ارایه شده برای حل مسایل کنترل بهینه آشنا شده و همچنین مقدماتی از روشهای ارایه شده در هر طبقه را فرا گیرد.

سرفصل درس:

۱. مقدمه: مروری بر روش های حل مسایل بهینه سازی غیر خطی و همچنین مروری بر مساله کنترل بهینه و بحث وجود جواب در این مسایل

۲ .مدل گسسته مسایل کنترل بهینه

۲.۱ رهیافت دنباله ای برای حل مسایل کنترل بهینه گسسته

۲.۲ روش برنامه ریزی پویا برای حل مسایل کنترل بهینه گسسته

۳- مدل پیوسته مسایل کنترل بهینه

۳.۱ روشهای غیر مستقیم حل مسایل کنترل بهینه پیوسته

۳.۲ روشهای مستقیم حل مسایل کنترل بهینه پیوسته

۴. روشهای ابتکاری و تکاملی

۵ . آشنایی با نرم افزارهای مرتبط

مراجع:

۱. J.T. Betts. Practical Methods for Optimal Control Using Nonlinear Programming. SIAM, Philadelphia, ۲۰۰۱.

۲. M. Diehl, Numerical Optimal Control, Optimization in Engineering Center (OPTEC) and ESAT-SCD, K.U. Leuven, ۲۰۱۶.

۳. D. Bertsekas. Dynamic Programming and Optimal Control, volume ۱. Athena Scientific, ۳rd edition, ۲۰۰۵.

۴. A.E. Bryson and Y.-C. Ho. Applied Optimal Control. Wiley, New York, ۱۹۷۵.
۵. J. Nocedal and S.J. Wright. Numerical Optimization. Springer Series in Operations Research and Financial Engineering. Springer, ۲ edition, ۲۰۰۶.

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="6">برنامه ریزی خطی چندهدفه</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="6">Multiobjective Linear Programming</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td colspan="5"></td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td>دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td rowspan="2">پایه</td><td colspan="2">اصلی</td><td colspan="2">تخصصی</td><td colspan="2">اختیاری</td><td rowspan="2">۴</td><td rowspan="2">۶۴</td><td rowspan="9">تحقیق در عملیات پیشرفته ۱</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td></tr>
<tr><td colspan="9">آموزش تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">سفر علمی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">کارگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">آزمایشگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">سمینار: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">حل تمرین: ندارد نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

هدف درس: آشنایی با انواع مسائل بهینه سازی چندهدفه

سرفصل درس:

۱. مقدمه‌ای بر بهینه سازی چندهدفه، انواع مسائل بهینه سازی چندهدفه

۲. مخروط‌ها و مرتب کردن فضاهای برداری

۳. مفاهیم کارایی در بهینه سازی چندهدفه

۴. مطالعه کارایی ضعیف، قوی و اکید، مفهوم کارایی سره

۵. همبندی مجموعه جواب‌های کارا (نامغلوب)

۶. روش‌های اسکالرسازی: روش مجموع وزن‌دار، اسکالرسازی e-محدودیت، هیبریدی، قید کشسانی، چبیشف، روش بنسون

۷. مطالعه جواب‌های توافقی و نقاط ایده آل: کارکرد و محاسبه، تابع دستیابی

۸. مسائل چندهدفه با اولویت پیشین (لکزیکو) و روش حل آنها

۹. روش‌های اسکالرسازی پیشرفته برای تشخیص جواب‌های کارای ضعیف، قوی و سره

۱۰ . مطالعه مسائل بهینه سازی چندهدفه خطی (MOLP) و روش‌های حل آنها

۱۱. شرایط لازم و کافی بهینگی در بهینه سازی چندهدفه

مراجع:

۱. Ehrgott, Matthias. Multicriteria optimization. Vol. ٤٩١. Springer Science & Business Media, ٢٠٠٥.

۲. Sawaragi, Yoshikazu, Hirotaka Nakayama and Tetsuzo Tanino. Theory of multiobjective optimization. Elsevier, ١٩٨٥.

۳. Dinh The Luc. Theory of vector optimization. Springer, ١٩٨٩.

۴. Dinh The Luc. Multiobjective linear programming: an introduction. Springer International Publishing, ٢٠١٦

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="6">برنامه ریزی پویا</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="6">Dynamic Programming</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td colspan="3">دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td colspan="2">پایه</td><td rowspan="2">۴</td><td rowspan="2">۶۴</td><td colspan="3" rowspan="2">تحقیق در عملیات پیشرفته۱</td></tr>
<tr><td colspan="2">اصلی</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">تخصصی</td><td colspan="2">اختیاری</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="4">آموزش تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="4">سفر علمی: دارد □ ندارد ■</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="4">کارگاه: دارد □ ندارد ■</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="4">آزمایشگاه: دارد □ ندارد ■</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="4">سمینار: دارد □ ندارد ■</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="4">حل تمرین: ندارد نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td><td colspan="3"></td></tr>
</table>

سرفصل درس :

۱. تاریخچه

۲. فرموله کردن مسایل با استفاده از برنامه ریزی پویا

۳. انواع مسایل برنامه برنامه ریزی پویا

۱.۳. برنامه ریزی پویای قطعی

۲.۳. برنامه ریزی پویا احتمالی

۴. حل مسایل برنامه ریزی صحیح با استفاده از برنامه ریزی پویا

۵. حل مسایل برنامه ریزی خطی با استفاده از برنامه ریزی پویا

۶. حل مسایل برنامه ریزی غیرخطی با استفاده از برنامه ریزی پویا

۷. روش کاهش متغییرهای حالت

۸. مسایل با بی‌نهایت مرحله

۹. مساله افق نامحدود (*Horizon problem*)

۱۰. آشنایی با برنامه ریزی پویای تقریبی (Approximate Dynamic Programming)

۱۱. آشنایی با برنامه ریزی پویای جبری (Algebraic Dynamic Programming)

۱۲. آشنایی با الگوریتم های که در آنها از پویا استفاده می‌شود. (استنتاج معکوس، الگوریتم ضرب دوجمله ای و....)

۱۳. کاربردهای عملی برنامه ریزی پویا

۱۴. معرفی نرم افزار

مراجع:

- تحقیق در عملیات ۲، غلامرضا جهانشاهلو. انتشارات پیام نور

۱. Richard Bellman, “Dynamic Programming”, Princeton University Press.
۲. Richard E. Bellman and Stuart E Dreyfus, “Applied Dynamic Programming”, PRINCETON University Press.

عنوان درس	فارسی	بهینه سازی ترکیبیاتی									
	انگلیسی	Combinatorial Optimization									
نوع واحد								تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز	
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۴	۶۴	تحقیق در عملیات پیشرفته ۱	
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی				
آموزش تکمیلی عملی:		دارد □ ندارد ■									
سفر علمی:		دارد □ ندارد ■									
کارگاه:		دارد □ ندارد ■									
آزمایشگاه:		دارد □ ندارد ■									
سمینار:		دارد □ ندارد ■									
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد									

سرفصل درس:

۱. آنالیز پیچیدگی زمانی: مفهوم پیچیدگی زمانی، ارتباط بین مسائل بهینه سازی با مسائل تصمیم گیری، مسائل رده های P، NP، NP-سخت و NP-کامل، روش اثبات NP-سخت و NP-کامل بودن یک مساله، معرفی برخی مسائل NP-سخت و NP-کامل.

۲. مروری بر الگوریتمهای حل مسائل بهینه سازی ترکیبیاتی از جمله الگوریتمهای حریصانه، جستجوی همسایگی، پویا، ϵ-تقریبی و رویه های تقریبی چندجمله ای (PTAS) و تقریبی به طور کامل چند جمله ای (FPTAS).

۳. مروری بر مسائل کوتاهترین مسیر و جریان روی شبکه ها، مدل سازی جریان چند کالایی و جریان مبتنی بر زمان

۴. مسائل جور سازی روی شبکه ها: مدل بندی مساله جور سازی، جور سازی ماکزیمم، جور سازی دو بخشی و جور سازی وزندار، ارتباط مساله جور سازی ماکزیمم با مساله کوچکترین پوشش

۵. مساله تخصیص: مدل بندی مساله تخصیص، روشهای حل مساله تخصیص مانند الگوریتم مجارستانی، الگوریتم مقیاس بندی هزینه، الگوریتم سیمپلکس محور و غیر سیمپلکس محور

۶. مسائل کوله پشتی: مدل بندی و روشهای حل مسائل کوله پشتی دودویی، پیوسته و چند بعدی.

۷. مسائل مکانیابی تسهیلات: مروری بر مسائل مکانیابی روی شبکه ها مانند مسائل مکانیابی مرکز، میانه و مکانیابی با ظرفیت و بدون ظرفیت

مراجع:

۱. B. Korte, J. Vygen, Combinatorial Optimization, Theory and Algorithms, ٦th Ed., Springer, ۲۰۱۸

۲. W. J. Cook, W. H. Cunningham, W. R. Pulleyblank, A. Schrijver, Combinatorial Optimization, Wiley- Interscience, ۱۹۹۷

۳. T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein, Introduction to Algorithms, ۲nd Ed., MIT Press, ۲۰۰۳

۴. J. R. Evans, E. Minieka, Optimization Algorithms for Networks and Graphs, Marcel Dekker Inc. New York ۱۹۹۲

۵. C. H. Papadimitriou, K. Steiglitz, Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity, Dover Publications Inc., ۱۹۹۸

۶. K. Ahuja, T.L. Magnanti, J.B. Orlin, Network Flows: Theory, Algorithms and Applications, Prentics Hall, ۱۹۹۳.

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="7">بهینه سازی تصادفی</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="7">Stochastic Optimization</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td colspan="4">دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td rowspan="2">پایه</td><td rowspan="2">اصلی</td><td rowspan="2">تخصصی</td><td colspan="2">اختیاری</td><td rowspan="2">۶۴</td><td rowspan="2">۴</td><td rowspan="3">تحقیق در عملیات پیشرفته ۱</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td></tr>
<tr><td colspan="8">آموزش تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="8">سفر علمی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="8">کارگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="8">آزمایشگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="8">سمینار: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="8">حل تمرین: ندارد نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

سرفصل درس:

- مفاهیم پایه ای و مقدمه ای بر مدلهای برنامه ریزی تصادفی، برنامه ریزی خطی تصادفی، برنامه ریزی خطی تصادفی دو مرحله ای، برنامه ریزی خطی تصادفی چند مرحله ای، مدلهای بهینه سازی محدودیت های احتمالی، برنامه ریزی خطی صحیح، کرانهای موجود در برنامه ریزی تصادفی، الگوریتم های جواب برای مدلهای مذکور
- قالب، روشهای برشی، روش تجزیه دوگانی، روش تجزیه منظم شده، روش تجزیه تودرتو، روش L شامل روشهای درونی و برونی، روش کاهش واریانس و روش مونت کارلو، بررسی برخی دیگر از مدلهای تصادفی و احتمالی.

مراجع:

۱. J. R. Birge, F. Louveaux, Introduction to Stochastic programming, Springer Series in Operations Research. Springer-Verlag, Berlin, ۱۹۹۷.

۲. P. Kall, J. Mayer, Stochastic Linear programming. Models, Theory, and Computation, ۲nd ed., Springer, ۲۰۱۰ .

۳. A. Shapiro, D. Dentcheva, A. Ruszczynski, Lecture Notes on Stochastic

Programming Modeling and Theory, SIAM, ۲۰۰۹.

۴. P. Kall, S. W. Wallace, Stochastic programming, John Wiley, ۱۹۹۴.

۵. K. Marti, Stochastic Optimization Methods, ۲nd ed., Springer, ۲۰۰۸.

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="5">تحقیق در عملیات پیشرفته۲</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="5">Advanced Operations Research II</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td>دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td colspan="2">پایه</td><td rowspan="2">۴</td><td rowspan="2">۶۴</td><td rowspan="8">تحقیق در عملیات پیشرفته ۱</td></tr>
<tr><td colspan="2">اصلی</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>تخصصی</td><td>اختیاری</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="6">آموزش تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">سفر علمی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">کارگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">آزمایشگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">سمینار: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">حل تمرین: ندارد نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

سرفصل درس :

۱. اصل تجزیه (روش ولف-دانتزیگ، روش بندرز، روش لاگرانژ)

۲. پیچیدگی الگوریتم سیمپلکس

۳. الگوریتم‌های نقطه دورنی (کارمارکار.....)

۴. برنامه ریزی کسری (Fractional Programming)

۵. برنامه ریزی تصادفی (Stochastic Programming)

۶. آشنایی با الگوریتم های فرا ابتکاری و کاربرد آن برای بدست آورده جواب بهینه مسایل

۷. مقدمه ای بر مساله جریان شبکه

۸. آشنایی با مساله برنامه ریزی حمل و نقل (به دست آوردن BFS اولیه، چک کردن شرط بهینگی و به دست آوردن جواب بهینه مساله حمل و نقل)

مراجع:

۱. M. S. Bazaraa, J. J. Jarvis, H. D. Sherali, *Linear Programming and Network Flows*, ٤th Ed. John Wiley and Sons, ۲۰۱۰.

۲. John R. Birge and François V. Louveaux. *Introduction to Stochastic Programming*. Springer Verlag, New York, ۱۹۹۷.

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="6">بهینه سازی ناهموار</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="6">Nonsmooth Optimization</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td colspan="4"></td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td>دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td rowspan="2">پایه</td><td>اصلی</td><td colspan="2">تخصصی</td><td colspan="2">اختیاری</td><td rowspan="2">۴</td><td rowspan="2">۶۴</td><td rowspan="8">بهینه سازی غیر خطی پیشرفته، آنالیز ریاضی ۱(کارشناسی)</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td></tr>
<tr><td colspan="8">آموزش تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="8">سفر علمی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="8">کارگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="8">آزمایشگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="8">سمینار: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="8">حل تمرین: ندارد نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

سرفصل درس:

۱. یادآوری مفاهیم آنالیز محدب: پوسته محدب، جداسازی مجموعه‌های محدب و مخروط‌های محدب، مخروط‌های تانژانت نرمال،توابع محدب، اپی‌گراف، تابع فاصله

۲. توابع محدب: زیر ترازها، زیرگرادیان‌های توابع محدب مشتق جهتی، زیردیفرانسیل

۳. مشتقات جهتی توابع نامحدب، مشتقات کلارک، زیردیفرانسیل توابع نامحدب، ژاکوبی تعمیم یافته، حساب دیفرانسیل

۴. هندسه نامحدب: مخروط‌های تانژانت و نرمال، مخروط جهت‌های شدنی و خواص آن، اپی‌گراف و مجموع سطوح

۵. شرایط بهینگی: شرایط بهینگی تحلیلی، جهت‌های کاهنده ،شرایط بهینگی هندسه، شرایط فریتز جان، شرایط KKT

۶. الگوریتم‌ها :روش زیرگرادیان استاندارد، روش‌های برش صفحه، روش‌هایBundle روش نمونه گرادیان، روش‌های گرادیان گسسته

مراجع:

۱. Bagirov, Adil, Napsu Karmitsa, and Marko M. Mäkelä. *Introduction to Nonsmooth Optimization: theory, practice and software*. Springer, ۲۰۱٤.

۲. Clarke, Francis H., Yuri S. Ledyaev, Ronald J. Stern, and Peter R. Wolenski. *Nonsmooth analysis and control theory*. Vol. ۱۷۸. Springer Science & Business Media, ۲۰۰۸.

عنوان درس	فارسی	بهینه سازی و شبکه های عصبی								
	انگلیسی	Optimization and Neural Networks								
نوع واحد				تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز				
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۴	۶۴	بهینه سازی غیرخطی (کارشناسی)
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی			
آموزش تکمیلی عملی:		دارد □ ندارد ■								
سفر علمی:		دارد □ ندارد ■								
کارگاه:		دارد □ ندارد ■								
آزمایشگاه:		دارد □ ندارد ■								
سمینار:		دارد □ ندارد ■								
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد								

هدف درس: هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مفاهیم اولیه شبکه های عصبی، مفاهیمی از بهینه سازی غیرخطی و سیستم دینامیکی و ارتباط آن‌ها است.

سرفصل درس:

۱- مقدمه: مقدمه ای بر شبکه های عصبی پرسپترون، شبکه عصبی RBF، شبکه عصبی هاپفیلد و تانک، شبکه عصبی کندی و چائو، شبکه عصبی زیا و وانگ و شبکه عصبی بازگشتی دیگر.

۲- پایداری: بررسی پایداری سیستم‌های دینامیکی، پایداری مجانبی سراسری، پایداری نمایی سراسری، پایداری به مفهوم لیاپانف، بررسی پایداری سیستم‌های دینامیکی بر اساس عملگر تصویر و سیستم دینامیکی فریز و غیره.

۳- معرفی مسائل برنامه ریزی غیرخطی محدب و برنامه ریزی درجه دوم و قضایای مربوط به آن‌ها، شرایط کان-تاکر برای مسائل برنامه‌ریزی محدب، دوگان مسائل برنامه ریزی محدب و قضایای مربوط به آن‌ها.

۴- معرفی عملگر تصویر، نامساوی وردشی، اصل تغییر ناپذیری لسال، معادل بودن مسائل برنامه ریزی محدب با نامساوی وردشی، معادل بودن نامساوی وردشی با معادله تصویر.

۵- مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی برای حل معادلات تصویر و کاربردهای آن برای حل مسائل بهینه سازی (برنامه ریزی محدب، درجه دوم و برنامه ریزی خطی)، مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی بر اساس شرایط کان-تاکر برای حل مسائل بهینه سازی (برنامه ریزی محدب، درجه دوم و برنامه ریزی خطی)، مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی بر اساس مسئله مکمل غیرخطی (NCP)، بررسی پایداری مجانبی سراسری و نمایی سیستم‌های دینامیکی متناظر آن‌ها.

مراجع:

۱- Mokhtar S. Bazaraa, Hanif D. Sherali, C. M. Shetty, Nonlinear Programming: Theory and Algorithms, ۳rd Edition, Wiley and Sons, New York, ۲۰۰۶.
۲- Bhata, Nam Parshad, Dynamic system: stability theory and applications, Springer-Verlag, ۱۹۶۷.
۳- S. Michael, Global stability of dynamical systems, Springer-Verlag, ۱۹۸۷,
۴- M./ Pankaj and W. Benjamin, Artificial neural networks: concepts and theory, IEEE computer Society Press, ۱۹۹۲.
۵- V. Vemuri, Artificial neural network s: theoretical concepts, IEEE computer Society Press, ۱۹۹۰.
۶- K. Suykens John, Artificial neural network for modeling and control of nonlinear systems, Kluwer Academic Publishers, ۱۹۹۶

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="7">بهینه سازی محدب</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="7">Convex Optimization</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td colspan="5"></td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td>دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td rowspan="2">پایه</td><td>اصلی</td><td colspan="2">تخصصی</td><td colspan="2">اختیاری</td><td rowspan="2">۴</td><td rowspan="2">۶۴</td><td rowspan="8">بهینه سازی غیر خطی
(کارشناسی)</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td></tr>
<tr><td colspan="2">آموزش تکمیلی عملی:</td><td colspan="5">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">سفر علمی:</td><td colspan="5">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">کارگاه:</td><td colspan="5">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">آزمایشگاه:</td><td colspan="5">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">سمینار:</td><td colspan="5">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">حل تمرین: ندارد</td><td colspan="5">نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

سرفصل درس:

۱. آموزش و بکارگیری ابزارهایی برای تشخیص مسائل بهینه سازی محدب که در کاربردها ظاهر می‌شوند.

۲. یادآوری مفاهیم آنالیز محدب: پوسته محدب، جداسازی مجموعه های محدب و مخروط‌های محدب، مخروط‌های تانژانت نرمال،توابع محدب، اپی‌گراف، تابع فاصله

۳. توابع محدب: زیر ترازها، زیرگرادیان‌های توابع محدب مشتق جهتی، زیردیفرانسیل

۴. مشتقات جهتی توابع نامحدب، مشتقات کلارک، زیردیفرانسیل توابع نامحدب، ژاکوبی تعمیم یافته، حساب دیفرانسیل

۵. هندسه نامحدب: مخروط‌های تانژانت و نرمال، مخروط جهت‌های شدنی و خواص آن، اپی‌گراف و مجموع سطوح

۶. شرایط بهینگی: شرایط بهینگی تحلیلی، جهت‌های کاهنده ،شرایط بهینگی هندسی، شرایط فریتز جان، شرایط KKT

۷. الگوریتم‌ها :روش زیرگرادیان استاندارد، روش‌های برش صفحه، روش‌هایBundle روش نمونه گرادیان، روش‌های گرادیان گسسته

مراجع:

۱. Bagirov, Adil, Naps Karmitsa, and Marko M. Mäkelä. *Introduction to Nonsmooth Optimization: theory, practice and software*. Springer, ۲۰۱٤.

۲. Clarke, Francis H., Yuri S. Ledyaev, Ronald J. Stern, and Peter R. Wolenski. *Nonsmooth analysis and control theory*. Vol. ۱۷۸. Springer Science & Business Media, ۲۰۰۸.

عنوان درس	فارسی	روش های نقطه درونی									
	انگلیسی	Interior point methods									
نوع واحد								تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز	
پایه		اصلی			تخصصی		اختیاری				
		نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	۴	۶۴		
آموزش تکمیلی عملی:	دارد □ ندارد ■										
سفر علمی:	دارد □ ندارد ■										
کارگاه:	دارد □ ندارد ■										
آزمایشگاه:	دارد □ ندارد ■										
سمینار:	دارد □ ندارد ■										
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد										

هدف درس:

هدف این درس معرفی الگوریتم های نقطه درونی از مرتبه چند جمله ای برای بهینه سازی خطی و توسعه آن به مسایل مکمل خطی، بهینه سازی درجه دوم و بهینه سازی محدب است. دانشجویان در پایان نیم‌سال باید قادر به پیاده سازی آنها در نرم افزاری همچون متلب باشند.

سرفصل درس:

۱. مروری بر بهینه سازی خطی، نظریه دوگانی، لم فارکاس، شرایط بهینگی، روش نیوتن برای حل دستگاه های غیرخطی، تعریف نقطه اکیدا شدنی، قضایای ارتباط بین نقاط اکیدا شدنی و مجموعه جوابهای بهینه مسایل اولیه و دوگان.

۲. قضیه گولدمن تاکر، مسیر مرکزی و وجود آن، روش نیوتن برای مسیر مرکزی و یک قالب کلی الگوریتمی برای یافتن جهت های نیوتن.

۳. مقدمه ای بر پیچیدگی محاسباتی و بیان قضیه اساسی.

۴. تابع پتانسیل و تابع پتانسیل اولیه-دوگان، روش های پتانسیل کاهشی و بررسی پیچیدگی محاسباتی آن ها.

۵. الگوریتم های مسیر-پیرو شامل االگوریتم با طول گام کوتاه و الگوریتم با طول گام بزرگ، الگوریتم پیشگو-اصلاحگر و اثبات پیچیدگی محاسباتی چند جمله ای آنها

۶. الگوریتم نقطه درونی نشدنی و اثبات پیچیدگی محاسباتی چندجمله ای آنها

۷. همگرایی زبر خطی و توقف متناهی، بازیابی یک پایه بهینه

۸. توسعه الگوریتم ها به مسایل مکمل خطی، بهینه سازی درجه دو محدب، تشخیص نشدن بودن و مدل خود- دوگان

۹. معرفی الگوریتم پیشگو-اصلاح گر مهروترا، بررسی جنبه های پیاده سازی و جزییات جبر خطی روش های نقطه درونی و مقایسه عملکرد آن در مقایسه با نسخه های مختلف الگوریتم سیمپلکس در نرم افزارهایی همچون متلب

مراجع:

۱. Stephen Wright, Primal-Dual Interior Point Methods, SIAM, ۱۹۹۷.

۲. Cornelis *Roos*; Tamás Terlaky; Jean- Phillipe Vial, *Interior Point Methods* for *Linear Optimization, Springer, Second Edition, 2006.*

۳. Yuri Nesterov and Arkadi Nemirovskii, Interior-Point Polynomial Algorithm sin Convex Programming, SIAM, ۱۹۹٤

۴. James Renegar, A Mathematical View of Interior Point methods in Convex Optimization, MOS-SIAM, ۲۰۰۱.

۵. Jorge Nocedal, Stephen J. Wright, Numerical Optimization, Springer, Second Edition, ۲۰۰٦.

عنوان درس	فارسی	شبیه سازی پیشرفته									
	انگلیسی	Advanced Simulation									
نوع واحد								تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز	
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۴	۶۴	آمار و احتمال، مبانی کامپیوتر و برنامه سازی	
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی				
آموزش تکمیلی عملی:		دارد □ ندارد ■									
سفر علمی:		دارد □ ندارد ■									
کارگاه:		دارد □ ندارد ■									
آزمایشگاه:		دارد □ ندارد ■									
سمینار:		دارد □ ندارد ■									
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد									

هدف درس:

هدف این درس طراحی برنامه های کامپیوتری است که رفتار سیستم‌های موردنظر را تقلید کنند. گام اول شناخت سیستم و عواملی است که برآن تاثیر می‌گذارند. سپس باید تغییراتی که در سیستم رخ دهند در برنامه اعمال شده و نتایج مورد نظر اهداف شبیه‌سازی گردآوری و به‌عنوان خروجی برنامه ارائه شوند. دانشجویان در پایان نیم‌سال باید قادر به انجام یک نمونه کامل شبیه‌سازی از یک سیستم واقعی (نظیر خط تولید یک کارخانه، یک شعبه بانک، یک بخش از یک بیمارستان یا درمانگاه، یک فروشگاه، آسانسور یک برج یا هر سیستم دیگری) باشند.

سرفصل درس:

انواع مدل‌های شبیه‌سازی، مزایا و معایب شبیه‌سازی، اصول شبیه‌سازی شامل شناخت سیستم، تعریف و تعیین پیشامدها در سیستم و زمان‌بندی آن‌ها، پردازش پیشامدها، دستورات جمع‌آوری نتایج موردنظر اهداف شبیه‌سازی، تعیین توزیع احتمالی پارامترهای ورودی به سیستم، مولدهای اعداد تصادفی با توزیع‌های احتمالی مختلف(گسسته و پیوسته)، تعیین فواصل اطمینان برای خروجی‌های شبیه‌سازی، تحلیل نتایج حاصل از شبیه‌سازی، احراز اعتبار مدل، روش پردازش فرآیندها و معرفی یک زبان برنامه‌نویسی یا نرم‌افزار مختص شبیه‌سازی (به‌عنوان نمونه ARENA، SIMSCRIPT، GPSS، Any Logic، SIMULA ، ExtendSim، Micro Saint Sharp، SimEvents و ...). رسم فلوچارت کامل یک مدل شبیه‌سازی و تبدیل آن به یک برنامه کامپیوتری، اجرای مدل، کسب نتایج و تحلیل آن.

مراجع:

۱. Averill M. Law, Simulation Modeling and Analysis, ۵th edition, McGraw Hill , ۲۰۱۵.

۲. Christopher A. Chung, Simulation Modeling Handbook: A Practical Approach, ۱st edition, CRC Press, ۲۰۰۳.

۳. Steven I. Gordon, Brian Guilfoos, Introduction to Modeling and Simulation with MATLAB® and Python, ۱st edition, CRC Press, ۲۰۱۷.

۴. Bernard P. Zeigler, Alexandre Muzy, Ernesto Kofman, Theory of Modeling and Simulation: Discrete Event & Iterative System Computational Foundations, ۳rd edition, Academic Press, ۲۰۱۸.

۵. John A. Sokolowski, Catherine M. Banks, Principles of Modeling and Simulation: A Multidisciplinary Approach, ۱st edition, Wiley, ۲۰۰۹.

۶. Bernard P. Zeigler, Herbert Praehofer, Tag Gon Kim, Theory of Modeling and Simulation, ۲nd edition, Academic Press, ۲۰۰۰.

۷. Hartmut Bossel, Modeling and Simulation, ۱st edition, CRC Press, ۱۹۹٤.

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="6">مدل سازی ریاضی در تحقیق در عملیات</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="6">Mathematical modeling in Operations Research</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td colspan="6"></td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td>دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td rowspan="2">پایه</td><td>اصلی</td><td colspan="2">تخصصی</td><td colspan="3">اختیاری</td><td rowspan="2">۴</td><td rowspan="2">۶۴</td><td rowspan="8">تحقیق در عملیات پیشرفته ۱</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td></tr>
<tr><td colspan="9">آموزش تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">سفر علمی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">کارگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">آزمایشگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">سمینار: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">حل تمرین: ندارد نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

هدف درس:

هدف این درس مدل سازی مسایل مختلف به شکل مسایل بهینه سازی خطی، غیر خطی، صحیح و صحیح آمیخته برای توانمند سازی دانشجویان در مدل سازی سایر مسایل واقعی تحقیق در عملیات و بهینه سازی است. در پایان این درس انتظار است دانشجو بتواند یک مساله عینی مرتبط با بهینه سازی را مدل کند.

سرفصل درس:

تعریف مدل ریاضی، دسته بندی مدل های ریاضی، گام های مدل سازی، ساختار مدل های ریاضی.

مدل های برنامه ریزی خطی شامل تولید ترکیبی، موازنه مونتاژ، زمان بندی تولید تک و چند دوره ای، برنامه ریزی نیروی انسانی، برنامه ریزی اقتصادی، مساله برش و غیره.

مدل های برنامه ریزی صحیح شامل انتخاب و زمان بندی پروژه، توزیع و حمل و نقل، زمان بندی کلاس های درس، زمان بندی جریان کارگاهی و غیره.

مدل های بهینه سازی خطی در مسایل مالی، تعبیرهای عملی از مساله اولیه و دوگان در مسایل مالی، مقدمه ای برمدل های خطی تصادفی، مدل های ارزش در معرض ریسک و ارزش در معرض ریسک شرطی.

مدل های بهینه سازی غیر خطی شامل مساله تخصیص درجه دوم و کاربردهای آن، مدل بهینه سازی سبد سهام مارکویتز و توسعه یافته های آن همچون مدل با محدودیت تعداد سهام، مدیریت منابع آب، تخصیص منابع، ماشین بردار پیشتیبان، و غیره.

تعریف مساله، نحوه جمع آوری داده ها، خلاصه سازی و پالایش داده ها و حل و پیاده سازی در یک نرم افزار کامپیوتری و تحلیل جواب می تواند از جزئیات پروژه عملی باشد.

مراجع:

۱. H. Paul William, Model Building in Mathematical Programming, Wiley, ٥th edition, ۲۰۱۳.
۲. S.A. MirHassani, F. Hooshmand, Methods and Models in Mathematical Programming, Springer, ۲۰۱۹
۳. H. Taha, Integer Porgramming, Theory, Applications and Computations, Academic Press, ۲۰۱٤.
٤. G. Cornuéjols, J. Peña, R. Tütüncü, Optimization Methods in Finance, ۲nd edition, Cambridge University Press, ۲۰۱۸.
٥. Peter Kall, János Mayer, Stochastic Linear Programming Models, Theory, and Computation ۲nd edition Springer, ۲۰۱۱.

عنوان درس	فارسی	برنامه ریزی و کنترل پروژه									
	انگلیسی	Project planning and control									
نوع واحد								تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز	
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۴	۶۴	تحقیق درعملیات (کارشناسی)	
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی				
آموزش تکمیلی عملی:		دارد □		ندارد ■							
سفر علمی:		دارد □		ندارد ■							
کارگاه:		دارد □		ندارد ■							
آزمایشگاه:		دارد □		ندارد ■							
سمینار:		دارد □		ندارد ■							
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد									

سرفصل درس:

مقدمات و تعاریف اولیه، زمان بندی مسیر بحرانی، الگوریتمی ابتکاری برای رسم شبکه برداری، مفهوم سطح و کاربرد آن در شبکه، محاسبات مربوط به وقایع و فعالیتهای منفک از پروژه، محاسبات مربوط به انواع شناوریها و تفسیر هریک از آنها، زیربنای ریاضی محاسبات در شبکه های برنامه ریزی با استفاده از رویکرد اولیه-دوگان در محاسبات شبکه، مساله موازنه زمان و هزینه، الگوریتمهای ابتکاری فوندال و زیمنس، الگوریتم دقیق فیلیپس، زیربنای ریاضی الگوریتم فیلیپس، شبکه های پیشنیازی با عوامل کنترل کمینه، رفتار دور از انتظار فعالیتهای بحرانی در شبکه های پیشنیازی و بررسی دلایل آن، محاسبات در شبکه های پیشنیازی وقتی در اجرای فعالیتها وقفه بوجود می آید، شبکه های پیشنیازی با عوامل کنترل بیشینه، مساله زمان بندی پروژه با محدودیت منابع، الگوریتمهای سری و موازی حل مساله، بررسی تعدادی از فرمولبندی های ریاضی برای حل مساله، رویکردهای متفاوت شاخه و کران و محاسبات مربوط به تعیین کران، آشنایی با شبکه هایی که زمان اجرای فعالیتها در آن احتمالی است، آشنایی اجمالی با یک نرم افزار ویژه.

مراجع:

۱. Demeulmeester, E. L., Herroelen, W. S., Project Scheduling: A research handbook. Kluwer Academic Publishers, (۲۰۰۲).

۲. Elmaghraby, S. E., Activity Networks: Project planning and control by network models. John Wiley & Sons, (۱۹۷۷).

۳. Hrtmann, S., Briskorn, D. A survey of variants and extensions of the resource-constrained project scheduling problem. European Journal of Operations Research, ۲۰۷ (۲۰۱۰),۱-۱٤.

۴. Kolisch, R., Hartmann, S., Experimental Investigation of Heuristics for Resource-Constrained Project Scheduling: An Update. European Journal of Operations Research, ۱۷٤, (۲۰۰٦), ۲۳-۳۷.

عنوان درس	فارسی	نظریه بازی								
	انگلیسی	Game Theory								
نوع واحد								تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز
پایه	اصلی			تخصصی		اختیاری		۴	۶۴	تحقیق درعملیات (کارشناسی)
	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی		
آموزش تکمیلی عملی:	دارد □ ندارد ■									
سفر علمی:	دارد □ ندارد ■									
کارگاه:	دارد □ ندارد ■									
آزمایشگاه:	دارد □ ندارد ■									
سمینار:	دارد □ ندارد ■									
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد									

سرفصل درس:

مقدمه ای بر نظریه بازیها که شامل: تعاریف و ساختاربندی بازی – فرضیات اصول موضوعی در بازی غیرهمکارانه(عقلانیت، هوشمندی و آگاهی عمومی)- طبقه بندی بازی بر اساس اطلاعات، نمایش بازی و ساختاربندی.

بازیهای به فرم استراتژیک که شامل: آشنایی با بازیهای به فرم استراتژیک و ساختاربندی آن-مفاهیم حلی شامل روش غلبه و تعادل نش و ویژگیهای آن- استراتژیهای آمیخته- بازی های متقارن- بازیهای استراتژیک با اطلاعات ناقص.

بازیهای به فرم بسط یافته که شامل: نمایش بازیها به فرم بسط یافته و روش های حلی مانند روش استنتاج به عقب وروش تبدیل به فرم نرمال- بازیهای بسط یافته با اطلاعات کامل - بازیهای بسط یافته با اطلاعات ناقص – مدل چانه زنی(با اطلاعات کامل و ناقص).

بازیهای ماتریسی که شامل: آشنایی با بازیهای دو نفره با مجموع صفر - حل بازیهای ماتریسی (روش ترسیمی، روش مدل برنامه ریزی خطی، روش حلی مدل ماتریسی ۲*n و m*۲ و m*n، روش بلوک بندی ماتریسی، روش غلبه سطری و ستونی و روش نقطه زینی.

بازیهای تکراری یا تکرار شونده که شامل: مفاهیم اولیه بازی و ساختار بازی تکراری – روشهای حلی در بازی تکراری متناهی محدود و نامحدود، استراتژی دست به ماشه در مدلهای مختلف.

بررسی بازیهای پرکاربرد – بازی کرونو، برتراند، استکلربرگ، بازی ورونه ای، بازی نایم در شرایط مختلف و .... .

ونهایتا مباحث تکمیلی در مورد بازی تکاملی و نمونه های کابردی آن.

منابع:

۱. حمیدرضا نویدی و همکاران - مدخلی بر نظریه بازیها- انتشارات دانشگاه شاهد ۱۳۹۰

۲. قهرمان عبدلی - نظریه بازیها و کاربردهای آن - جهاد دانشگاهی واحد تهران ۱۳۸۶

۳. Osborne M. - An Introduction to Game theory- MIT Prees, ۲۰۰۳.

٤. Myerson R. - Game Theory: Analysis of conflict - Harvard University Press, ۱۹۹۷.

Http://lcm.csa.iisc.ernet.in/gametheory/lecture.html

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="6">الگوریتم های فرا ابتکاری</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="6">Metaheuristic Algorithms</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td colspan="6">تعداد واحد: ۴ | تعداد ساعت: ۶۴ | دروس پیش‌نیاز: تحقیق درعملیات، بهینه سازی غیر خطی کارشناسی)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">پایه</td><td rowspan="2">اصلی</td><td rowspan="2">تخصصی</td><td colspan="2">اختیاری</td><td rowspan="2">تعداد واحد</td><td rowspan="2">تعداد ساعت</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td></tr>
<tr><td colspan="2">آموزش تکمیلی عملی:</td><td colspan="6">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">سفر علمی:</td><td colspan="6">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">کارگاه:</td><td colspan="6">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">آزمایشگاه:</td><td colspan="6">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">سمینار:</td><td colspan="6">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">حل تمرین: ندارد</td><td colspan="6">نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

سرفصل درس :

- مقدمه ای بر کاربرد الگوریتم های فراابتکاری در بهینه سازی، الگوریتم ژنتیک، استراتژی تکامل، الگوریتم تبرید شبیه سازی شده، الگوریتم مورچه گان، الگوریتم جستجوی ممنوع، الگوریتم همسایگی های متغیر، الگوریتم ازدحام ذرات، الگوریتم کرم شب تاب، الگوریتم زنبور عسل، الگوریتم رقابت استعماری، الگوریتم هارمونی موزیک و سایر الگوریتم های فراابتکاری نوین، معرفی جعبه ابزار الگوریتم های فراابتکاری در نرم افزار MATLAB

مراجع:

۱. T. Back, Evolutionary Algorithms in Theory and Practice: Evolution Strategies, Evolutionary Programming, Gentetic Algorithms, Oxford University Press, ۱۹۹۶

۲. M. Mitchell, An Introduction to Genetic Algorithms, MIT Press, ۱۹۹۶

۳. X. Yu, M. Gen, Introduction to Evolutionary Algorithms, Springer, ۲۰۱۰

۴. A. E. Eiben, J. E. Smith, Introduction to Evolutionary Computing, Springer,

۵. S. N. Sivanandam, S. N. Deepa, Introduction to Gentetic Algorithms, Springer, Berlin, ۲۰۰۸

۶. F. Glover, G. A. Kochenberger, Handbook of Metaheuristics, Kluwer Academic Publishers, ۲۰۰۳

۷. M. Dorigo, T. Stutzle, Ant Colony Optimization, MIT press, ۲۰۰۴

۸. M. Clerc, Particle Swarm Optimization, ISTE, ۲۰۰۶

۹. C. Ming Tan, *Simulated Annealing*, In-The, ۲۰۰۸

۱۰. F. Glover, M. Laguna, *Tabu Search,* Kluwer Academic Publishers, ۱۹۹۷

۱۱. S. S. Rao, *Engineering Optimization: Theory and Practice*, ۴th ed., Wiley and Sons, ۲۰۰۹

۱۲. X.-S. Yang, Engineering Optimization, An Introduction with Metaheuristic Applications, Wiley, ۲۰۱۰

۱۳. مقالات علمی مرتبط با موضوع درس

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="5">تحلیل پوششی داده ها</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="5">Data Envelopment Analysis</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td colspan="2">دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td colspan="2">پایه</td><td rowspan="2">۴</td><td rowspan="2">۶۴</td><td colspan="2" rowspan="2">تحقیق درعملیات (کارشناسی)</td></tr>
<tr><td colspan="2">اصلی</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>تخصصی</td><td>اختیاری</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="6">آموزش تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">سفر علمی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">کارگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">آزمایشگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">سمینار: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">حل تمرین: ندارد نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

سرفصل درس:

۱. مقدمه ای بر روشهای پارامتری و غیر پارامتری

۲. مفاهیم مقدماتی (تابع تولید، کارایی مطلق، کارایی نسبی، اثربخشی، بهره وری)

۳. اصول موضوعه و ساختن مجموعه امکان تولیدهای مختلف

۴. ساختن مدلهای اساسی شعاعی (در جهتهای مختلف) به کمک مجموعه امکان تولید

۵. ساختن مدلهای شعاعی به کمک وزنها (ساختن مدل TDT)

۶. بررسی خواص مدلهای اساسی صورت های پوششی و مضربی

۷. طراحی مدلهای غیر شعاعی بر اساس متغیرهای کمکی و راسل

۸. مفهوم الگویابی و بررسی نقاط تصویر و خاصیت های آن

۹. تفسیر هندسی مدلهای شعاعی و غیر شعاعی در مجموعه امکان تولید

۱۰. بحث انتقال و تغییر واحد در ورودی و خروجی و بررسی آنها در مدلهای اساسی

۱۱. رابطه بین مدلهای DEA با مدلهای اقتصاد سنجی (تابع فاصله شفارد و...)

۱۲. بررسی داده های خاص مثل عوامل نامطلوب، غیر قابل کنترل ، وابسته و ...

۱۳. آشنایی با ساختار شبکه و طراحی مدل دومرحله ای

۱۴. مفهوم رتبه بندی و ساختن مدلهای رتبه بندی ابرکارایی و تفسیر هندسی آنها

۱۵ . ثالهای کاربردی از سازمانهای مختلف و تعیین ورودی و خروجی

۱۶. معرفی یک نرم افزار (مانند GAMS , R)

مراجع:

۱. Cooper, W. W., Seiford, Lawrence M. and Tone, Kaoru, (۲۰۰۰), "Data Envelopment Analysis", *Springer*.

۲. Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A.Y. and Seiford, L.M., (۱۹۹۴), "Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications", *Springer*.

۳. Subhash C. Ray, (۲۰۰۹), "Data Envelopment Analysis: Theory and Techniques for Economics and Operations Research", *Cambridge University Prees*.

۴. Hosseinzadeh Lotfi F., Vaez-Ghasemi, M., Ebrahimnejad, A. and Moghaddas, Z. (۲۰۲۰), Data Envelopment Analysis with R, *Springer*.

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="6">بهینه سازی غیر قطعی</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="6">Uncertain Optimization</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td colspan="4"></td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td>دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td rowspan="2">پایه</td><td>اصلی</td><td colspan="2">تخصصی</td><td colspan="2">اختیاری</td><td rowspan="2">۴</td><td rowspan="2">۶۴</td><td rowspan="8">تحقیق درعملیات (کارشناسی)</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td></tr>
<tr><td colspan="8">آموزش تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="8">سفر علمی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="8">کارگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="8">آزمایشگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="8">سمینار: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="8">حل تمرین: ندارد نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

سرفصل درس:

مقدمه ای بر محیط های غیر قطعی و مدل بندی مسائل بهینه سازی در محیط های غیر قطعی، معرفی مدل های مختلف بهینه سازی فازی و الگوریتم های حل، مدل های بهینه سازی بازه ای و الگوریتم های حل، مدل های بهینه سازی غیر قطعی تحت عدم قطعیت مبتنی بر نظریه باور و روش های حل، مدل های بهینه سازی خاکستری و الگوریتم های حل، معرفی برخی مثال های کاربردی و عملی مرتبط

مراجع:

۱. Y.-J. Lai, C.-L. Hwang, *Fuzzy Mathematical Programming, Methods and Applications*, Springer, ۱۹۹۲

۲. M. Sakawa, *Fuzzy Sets and Interactive Multiple Objective Optimization*, Plenum Press, New York,

۳. S.-J. Chen, C.-L. Hwang, F.-P. Hwang, *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer, ۱۹۹۲

۴. J. J. Buckley, L. J. Jowers, *Monte Carlo Methods in Fuzzy Optimization*, Springer, ۲۰۰۸

۵. C. Kahraman, *Fuzzy Multi-Criteria Decision Making: Theory and Applications with Recent Developments*, Springer, ۲۰۰۸

۶. C. R. Bector, S. Chandra, *Fuzzy Mathematical Programming and Fuzzy Matrix Games*, Springer, ۲۰۰۵

۷. B. Liu, Theory and Practice of Uncertain Programming, Springer, Berlin, ۲۰۰۹

۸. E. Hansen, G.W. Walster, Global Optimization Using Interval Analysis, CRC Press, ۲۰۰۳

۹. S. Liu, Y. Lin, Grey Systems: Theory and Applications, Springer, Berlin, ۲۰۱۰

۱۰. مقالات علمی مرتبط با موضوع درس

عنوان درس	فارسی	کنترل بهینه تصادفی									
	انگلیسی	Stochastic Optimal Control									
نوع واحد								تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز	
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۴	۶۴	کنترل و حساب تغییرات	
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی				
آموزش تکمیلی عملی:		دارد □		ندارد ■							
سفر علمی:		دارد □		ندارد ■							
کارگاه:		دارد □		ندارد ■							
آزمایشگاه:		دارد □		ندارد ■							
سمینار:		دارد □		ندارد ■							
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد									

هدف درس:

در این درس دانشجویان با مفهوم سیستم های کنترل تصادفی زمان پیوسته، روش‌های مدل سازی و حل پذیری آن، اصل بیشینه پونتریاگین در حالت تصادفی، سیستم های هامیلونی تصادفی، معادلات HJB تصادفی و ارتباط آن با برنامه ریزی پویای تصادفی و کاربرد آن در بازارهای مالی آشنا می‌شوند.

سرفصل درس:

۱- مقدمه: حسابان مقدماتی تصادفی، معادلات دیفرانسیل تصادفی، مروری بر کنترل بهینه قطعی شامل اصل بیشینه پونتریاگین و روش‌های برنامه ریزی پویا.

۲- معرفی سیستم های کنترل تصادفی، مساله کنترل بهینه تصادفی، فرمول بندی ضعیف و قوی و شرایط وجود جواب در این دو حالت.

۳- معرفی اصل بیشینه پونتریاگین و سیستم های هامیلتونی تصادفی، معادلات الحاقی، برنامه ریزی پویای تصادفی، معادلات هامیلتونی-ژاکوبی-بلمن تصادفی، روابط بین اصل بیشینه و برنامه ریزی پویای تصادفی.

۴- معرفی مسائل کنترل بهینه خطی- درجه دوم تصادفی، معادلات ریکاتی تصادفی و حل پذیری آن، کنترل بهینه تصادفی با خورد، بررسی شرایط کافی برای وجود جواب بهینه سیستم هامیلتونی تصادفی.

مراجع:

۱.J. Yong, X.Y. Zhou, “Stochastic Controls: Hamiltonian Systems and HJB Equations”, ۲۰۰۹.

۲. H. Pham, “Continuous time stochastic control and optimization with financial applications”, Springer, ۲۰۰۹.

۳. R. A. Dana, M. Jeanblance, Financial markets in continuous time, Springer, ۲۰۰۹.

۴. W. Fleming, R. Rishel, Deterministic and stochastic optimal control, Springer ۱۹۷۵.

عنوان درس	فارسی	نظریه مکان یابی								
	انگلیسی	Location Theory								
نوع واحد								تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز
پایه	نظری	عملی	اصلی		تخصصی		اختیاری		۴	۶۴	تحقیق درعملیات (کارشناسی)
			نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی			
آموزش تکمیلی عملی:	دارد □ ندارد ■										
سفر علمی:	دارد □ ندارد ■										
کارگاه:	دارد □ ندارد ■										
آزمایشگاه:	دارد □ ندارد ■										
سمینار:	دارد □ ندارد ■										
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد										

سرفصل درس:

۱. مقدمه ای بر پیدایش مسائل مکان یابی، عناصر اصلی مسائل مکان یابی و طبقه بندی آنها، ارائه برخی کاربردها

۲.مکان یابی پیوسته و هموار: مسئله مکان یابی فرما-وبر، روش تکراری وایزفلد و اثبات همگرایی آن، دوگان مسئله فرما-وبر، مسائل مکان یابی تک تسهیلاتی و چند تسهیلاتی تحت نرم های خطی، چبی شف، اقلیدسی و غیره و روش های حل آنها، دوگان مسئله کمترین مجموع تحت نرم های خطی و اقلیدسی

۳. مکانیابی گسسته و شبکه: معرفی مسائل مکان یابی p-میانه روی شبکه ها و خاصیت بهینگی راسی، روش های حل برای مدل های ۱-میانه مانند روش مبتنی بر ماتریس فاصله روی گراف ها و روش گلدمن روی درخت ها، روش های حل مدل های ۲-میانه مانند روش حذف یالی، آشنایی با مسائل پوششی، فرمول بندی و روش حل، مسئله مکانیابی p-مرکز روی شبکه ها و فرمول بندی آن، مدل مکان یابی ۱- مرکز و روش حل هندلر روی درخت ها و روش حل مبتنی بر ماتریس فاصله روی گراف ها، مدل مکان یابی ۲-مرکز و روش حل هندلر، معرفی مدل های ناخوشایند، نیمه ناخوشایند و معکوس مسائل مکان یابی مرکز و میانه روی شبکه ها.

۴. معرفی برخی روش های ابتکاری یا فرابتکاری برای حل مسائل مکان یابی مانند روش تودرتو، الگوریتم مایوپیک، الگوریتم مینی یکا، آزاد سازی لاگرانژی، الگوریتم ژنتیک و غیره

منابع:

۱. M.S. Daskin, Network and Discrete Location, John Wiley and Sons,۱۹۹۵

۲. Z. Drezner, H.W. Hamacher, Facility Location: Applications and Theory, Springer, ۲۰۰۴

۳. H.A. Eiselt, V. Marianov (Editors), Foundations of Location Analysis, Springer, ۲۰۱۱

۴. R. L. Francis, L. F. McGinnis, Jr. J. A. White, Facility Layout and Location– An Analytical Approach, Prentice-Hall, ۱۹۹۲

۵. R. F. Love, J.G. Morris and G.O. Wesolowsky, Facilities Location: Models and Methods, North-Holland, New York, ۱۹۸۸

۶. B. P. Mirchandani, R. L. Francis, Discrete Location Theory, John Wiley, ۱۹۹۰

۷. R. Zanjirani and M. Hekmatfar, Facility Location: Concepts, Models, Algorithms and Case Studies, Physica-Verlag, Berlin, ۲۰۰۹.

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="6">نرم افزار های بهینه سازی</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="6">Optimization Softwares</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td colspan="4"></td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td>دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td rowspan="2">پایه</td><td>اصلی</td><td>تخصصی</td><td colspan="2">اختیاری</td><td rowspan="2">۴</td><td rowspan="2">۶۴</td><td rowspan="8">ندارد</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td></tr>
<tr><td colspan="6">آموزش تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">سفر علمی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">کارگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">آزمایشگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">سمینار: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">حل تمرین: ندارد نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد</td></tr>
</table>

سرفصل درس:

آشنایی با نرم افزارهای بهینه سازی

GAMS, LINGO, LINDO, MATLAB, YALMIP,...

برای حل مسایل برنامه ریزی خطی، غیر خطی، چند هدفی، حمل و نقل، برنامه ریزی صحیح، برنامه ریزی صفر و یک، مسایل شبکه ای، مسایل مکان یابی و تخصصی و غیره، شبیه سازی مسایل بهینه سازی در محیط های نرم افزاری

مراجع:

۱. R. E. Rosenthal, GAMS-A IJsers's Guide, GAMS Development Corporation, Washington, DC, USA, ۲۰۱۲

۲. M. A. Brmch, MATLAB Optimization toolbox tJser's Guide, The MathWorks Inc. ۱۹۹۶

۳. LINGO Users's Guide, The LINDO System Inc, ۲۰۱l

۴. راهنمای کاربری تمامی نرم افزارهای بهینه سازی مورد هدف برای تدریس

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="5">کنترل و نظریه اندازه</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="5">Control and Measure Theory</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td colspan="2">دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td rowspan="2">۴</td><td rowspan="2">۶۴</td><td colspan="2" rowspan="3">کنترل و حساب تغییرات</td></tr>
<tr><td colspan="2">اصلی</td><td colspan="2">تخصصی</td><td colspan="2">اختیاری</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td></tr>
<tr><td colspan="6">آموزش تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">سفر علمی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">کارگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">آزمایشگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">سمینار: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">حل تمرین: ندارد نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

هدف درس: در این درس، توصیف و تحلیل پایداری پیشرفته سیستم‌های کنترل غیرخطی و دگردیسی به شکل کلاسیک و نظریه اندازه مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرد.

سرفصل درس:

۱- سیگما جبر و خواص آن، اندازه های لبگ، هار، اندازه رادن و خواص آنها، صورت قضیه نمایش ریس و خواص آن.

۲- کلیات مسایل کنترل بهینه کلاسیک، نمایش تغییراتی مسایل، دگردیسی و مزایای آن، تقریب بوسیله یک مساله برنامه ریزی خطی، چگونگی تعیین جواب تقریبا بهینه، مثالهای عددی.

۳- برخی مفاهین مقدماتی توپولوژی، وجود جواب، نحوه انجام تقریبها، همگرایی روش.

۴- مثالها و کاربردها (نظیر: کاربرد در حل مسایل کنترل بهینه هدایت شده با معادلات PDE، کاربرد در حل مسایل طراحی شکل بهینه در دو و سه بعد، کاربرد در دیگر دسته مسایل کنترل بهینه)

مراجع:

۱- J. E. Rubio, Control and optimization: the linear treatment of nonlinear problems, Manchester University Press, ۱۹۸۸.

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="7">کنترل فازی</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="7">Fuzzy Control</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td colspan="5">تعداد واحد</td><td colspan="2">تعداد ساعت</td><td>دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td rowspan="2">پایه</td><td>اصلی</td><td colspan="2">تخصصی</td><td colspan="2">اختیاری</td><td colspan="2" rowspan="2">۴</td><td colspan="2" rowspan="2">۶۴</td><td rowspan="7">ندارد</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td></tr>
<tr><td colspan="2">آموزش تکمیلی عملی:</td><td colspan="6">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">سفر علمی:</td><td colspan="6">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">کارگاه:</td><td colspan="6">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">آزمایشگاه:</td><td colspan="6">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">سمینار:</td><td colspan="6">دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="2">حل تمرین: ندارد</td><td colspan="6">نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

هدف درس:

هدف از این درس مطالعه و طراحی کنترل کننده‌ای است که بتواند رفتارو خود را در پاسخ به تغییرات سیستم و اغتشاشات وارد به آن با استفاده از نظریه فازی اصلاح نماید. برای این منظور با دو رهیافت این مساله را بررسی می کنیم. رهیافت نخست متکی بر منطق و مجموعه های فازی که منتج به موتور استنتاج فازی می‌شود و دیگر رهیافت بررسی آن به کمک نظریه معادلات دیفرانسیل فازی و ورود به بحث کنترل بهینه فازی.

سرفصل درس:

۱- مقدمه: معرفی سیستم‌های کنترل فازی، جایگاه کنترل فازی در مقایسه با سایر روش‌های کنترلی، تعارف، اصول و منطق فازی.

۲- ریاضیات فازی: مجموعه‌ها، توابع عضویت روابط، قوانین و متغیرهای زبانی، آنالیز فازی، حسابان فازی.

۳- سیستم‌های فازی: معادل‌سازی، فازی‌سازی و پایگاه قوانین و موتور استنتاج فازی.

۴- طراحی فازی سیستم و تقریب زدن سیستم با استفاده از داده‌های ورودی -خروجی.

۵- طراحی کنترل کننده‌های فازی: روش آزمون و خطا، انواع کنترل کننده‌های فازی مانند کنترل پایدار و بهینه.

۷- کنترل بهینه فازی: معرفی رهیافت های بررسی معادلات دیفرانسیل فازی، سیستم‌های دینامیکی فازی، سیستم های کنترل فازی و کنترل بهینه سیستم های فازی

مراجع:

۱-L. X. Wang, "A Course in Fuzzy Systems and Control", Prentice-Hall, ۱۹۹۷.

۲-K. M.Passino, "Fuzzy Control", Addison-Wesley, ۱۹۹۸.

۳-L. Reznik, "Fuzzy Controllers", ۱۹۹۷.

۴-M. Margaliot and G. Langholz, "Fuzzy Modeling and Control", ۲۰۰۰.

۵-H. Ying, "Fuzzy Control & Modeling", ۲۰۰۰.

۶-K. Tanaka and H. Wang, "Fuzzy Control Systems", ۲۰۰۱.

۷- B. Bede, “Mathematics of Fuzzy Sets and Fuzzy Logic”, ۲۰۱۲.

عنوان درس	فارسی	کنترل بهینه معادلات مشتقات جزئی									
	انگلیسی	Optimal Control of Partial Differential Equations									
نوع واحد								تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز	
پایه	اصلی			تخصصی			اختیاری				
	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	۴	۶۴	
آموزش تکمیلی عملی:	دارد □	ندارد ■									
سفر علمی:	دارد □	ندارد ■									
کارگاه:	دارد □	ندارد ■									
آزمایشگاه:	دارد □	ندارد ■									
سمینار:	دارد □	ندارد ■									
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد										

هدف درس: مروری بر فضاهای نرم دار، فضاهای باناخ، هیلبرت، سوبولف- تعریف عملگرها- عملگرهای الحاقی- تعریف مشتق در فضاهای باناخ- معرفی مسائل بهینه سازی در فضای باناخ- بدست آوردن شرایط لازم و کافی بهینگی.

سرفصل درس:

۱- مسائل کنترل بهینه خطی درجه دوم معادلات بیضوی خطی، مروری بر مفاهیم و تئوری معادلات با مشتقات جزئی معادلات بیضوی خطی، تعریف و بدست آوردن جواب ضعیف معادلات بیضوی خطی، معرفی مسائل کنترل بهینه پارامتر توزیعی، معرفی مسائل کنترل بهینه مرزی، بررسی شرایط وجود جواب، بدست آوردن شرایط لازم و کافی بهینگی مرتبه اول، بدست آوردن معادلات الحاقی، استفاده از ضرایب لاگرانژ در بدست آوردن شرایط بهینگی، روش های حل عددی مسائل کنترل بهینه پارامتر توزیعی و مرزی، مسائل کنترل بهینه درجه دوم معادلات سهموی خطی

۲- مروری بر معادلات سهموی خطی و جواب های ضعیف آنها، مسائل کنترل بهینه خطی درجه دوم سهموی، بررسی شرایط وجود جواب، بدست آوردن شرایط لازم بهینگی با استفاده از روش فوریه، بدست آوردن شرایط لازم بهینگی با استفاده از ضرایب لاگرانژ، معرفی تابع هامیلتونی، اصل ماکسیمم پونتریاگین، روش های عددی حل مسائل، مسائل کنترل بهینه معادلات بیضوی و سهموی نیمه خطی

۳ - معرفی مساله کنترل بهینه نیمه خطی، بررسی شرایط وجود جواب، شرایط لازم بهینگی، بدست آوردن شرایط لازم بهینگی با استفاده از ضرایب لاگرانژ، اصل ماکسیمم پونتریاگین، بدست آوردن شرایط لازم بهینگی مرتبه دوم ، روش های عددی حل مسائل

مراجع:

۱- Tröltzsch, F. (۲۰۱۰). Optimal control of partial differential equations.Graduate Studies in Mathematics, ۱۱۲.
۲- Lions, J. L. (۱۹۷۱). Optimal control of systems governed by partial differential equations (Vol. ۱۷۰). Springer Verlag.
۳- Lasiecka, I., & Triggiani, R. (۲۰۰۰). Control theory for partial differential equations: Volume ۱, Abstract parabolic systems: Continuous and approximation theories (Vol. ۱). Cambridge University Press.٤-Lasiecka, I., & Triggiani, R. (۲۰۰۰). Control Theory for Partial Differential Equations: Volume ۲, Abstract Hyperbolic-like Systems Over a Finite Time Horizon: Continuous and Approximation Theories (Vol. ۲). Cambridge University Press.

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="6">مدلسازی و شبیه‌سازی</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="6">Modeling and Simulation</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td colspan="3">دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td colspan="2">پایه</td><td colspan="2">اصلی</td><td colspan="2">تخصصی</td><td colspan="2">اختیاری</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>۴</td><td>۶۴</td><td colspan="3" rowspan="6">ندارد</td></tr>
<tr><td colspan="6">آموزش تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">سفر علمی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">کارگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">آزمایشگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="6">سمینار: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="7">حل تمرین: ندارد نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

هدف درس: هدف از این درس بیان اصول مدلسازی، روش‌های شبیه‌سازی رایانه‌ای و مبانی آن است.

سرفصل درس:

۱- مقدمه: مفاهیم و تعاریف شبیه‌سازی، اصول مدلسازی، اعتبار سنجی، اجزا و مدل‌های شبیه‌سازی (چارچوب، ساختار، پارامترها، ساختار استاتیکی و دینامیکی)

۲- مدلسازی سیستم‌های گسسته و پیوسته.

۳- مدلسازی سیستم‌های گسترده و متمرکز.

۴- شبیه‌سازی مونت کارلو.

۵- مثال‌های عددی از سیستم‌های صف، اعتبار و ...

۶- مفاهیم آماری در شبیه‌سازی و روش‌های تولید اعداد تصادفی یکنواخت.

۷- روش‌های تولید اعداد تصادفی با توزیع غیر یکنواخت و خواص مدل‌های مختلف احتمالی.

۸- روش‌های کاهش واریانس.

۹- رایانه و شبیه‌سازی، سخت‌افزاهای اختصاصی برای مشابه‌سازی، آشنایی با سیستم‌های پردازش موازی

۱۰- آشنایی با یکی از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی.

مراجع:

۱-L. M. Leemis and S. K. Park, "Discrete-Event System Simulation: A First Course", Prentice-Hall, ۲۰۰۶.

۲-J. Banks, J. S. Carson, B. L. Nelson, and D. M. Nicol, "Discrete-Event System Simulation"Fifth Edition, Prentice-Hall, ۲۰۰۹.

۳-Sheldon M. Ross, “Introduction to Probability Models",۱۰th Edition, Academic Press,۲۰۰۹.

۴-A. K. Hartmann, “A Practical Guide To Computer Simulation”, World Scientific Publishing Company, ۲۰۰۹.

۵- A. Law, “Simulation Modeling and Analysis” Forth Edition, McGraw Hill, ۲۰۰۶.

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="7">مدل‌سازی سیستم‌های کنترل</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="7">Modeling of Control Systems</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td colspan="5"></td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td>دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td rowspan="2">پایه</td><td rowspan="2">اصلی</td><td rowspan="2">تخصصی</td><td colspan="2" rowspan="2">اختیاری</td><td rowspan="2">۴</td><td rowspan="2">۶۴</td><td rowspan="3">کنترل و حساب تغییرات</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td></tr>
<tr><td colspan="9">آموزش تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">سفر علمی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">کارگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">آزمایشگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">سمینار: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">حل تمرین: ندارد نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

هدف درس: در این درس، ابزارهای ریاضی مختلف برای مدلسازی مسائل فیزیکی در قالب سیستم‌های دینامیکی معرفی و ارزیابی می‌شوند.

سرفصل درس:

۱- مقدمه: مروری بر مفاهیم سیستم‌های خودکار و فیدبک دار، تبدیل لاپلاس و تابع تبدیل

۲-فضای حالت: مدلسازی سیستم‌های الکترونیکی، مکانیکی و حرارتی

۳-روش باند گراف: آشنایی با مفهوم علیت، اصول روش باند گراف و استفاده از آن در مدلسازی

۴-پاسخ ضربه: معرفی پاسخ ضربه، مدلسازی به کمک پاسخ ضربه

۵- حوزه فرکانس: کانولوشن، تابع انتقال و مدلسازی در حوزه فرکانس

۶- مدلسازی وظیفه‌ای: آشنایی با مبانی مدل وظیفه‌ای و کاربرد آن در مدلسازی سیستم‌های کنترل

مراجع:

۱. K. Ogata, “Modern Control Engineering”, Fifth Edition, Prentice Hal, ۲۰۱۰

۲. B. B. Wayne, “Process Dynamics Modeling, Analysis and Simulation”, Prentice Hall, ۲۰۰۳.

۳. C. A. Kluever, “Dynamic Systems: Modeling, Simulation, and Control”, Wiley, ۲۰۱۵

۴. N. Kheir, “Systems Modeling and Computer Simulation”, Second Edition, Marcel Dkkeer Inc., ۱۹۹۵.

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="8">نظریه تقریب</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="8">Approximation Theory</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td colspan="6"></td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td>دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td rowspan="2">پایه</td><td rowspan="2">اصلی</td><td rowspan="2">تخصصی</td><td colspan="2">اختیاری</td><td rowspan="2">۴</td><td rowspan="2">۶۴</td><td rowspan="3">ندارد</td></tr>
<tr><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td><td>نظری</td><td>عملی</td></tr>
<tr><td colspan="9">آموزش تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">سفر علمی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">کارگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">آزمایشگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">سمینار: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="9">حل تمرین: ندارد نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

هدف درس: در آنالیز عددی مسائل پیوسته ریاضی گسسته سازی و به صورت تقریبی در فضاهای با بعد متناهی حل می شوند. اگر گسسته سازی براساس معیارهای آنالیز عددی درست انجام شود، با اصلاح کردن آن جواب مسأله گسسته به جواب مسأله پیوسته میل خواهد کرد. هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با نظریه تقریب که ارتباط بین مسأله پیوسته و مسأله گسسته را برقرار می کند، است. در این درس تقریب های چند جمله ای، مثلثاتی، گویا و اسپلاین ها در برخی نرم ها و در حالت یک بعدی بررسی خواهد شد.

سرفصل درس:

مسأله بهترین تقریب: یادآوری فضاهای متریک و فضاهای ضرب داخلی، وجود بهترین تقریب در فضاهای متریک و نرمدار، نرم اکیداً محدب، یکتایی بهترین تقریب، عملگرهای تقریب و پیوستگی آنها، ثابت های لبگ، مروری بر نظریه درونیابی.

تقریب یکنواخت: قضیه وایراشتراس، عملگرهای یکنوا، چندجمله ای های برنشتاین و مشتقات آنها، مدول پیوستگی، مرتبه همگرایی تقریب با چندجمله ای ها، قضایای جکسون، اصل کرانداری یکنواخت، چند جمله ای یکنواخت (چندجمله ای مینی ماکس)، اثبات قضیه هم نوسانی و ساختار بهترین تقریب یکنواخت، قضیه یکتایی، تعمیم به زیر فضاهای هار، چندجمله ای های چبیشف، تقریب روی مجموعه متناهی از نقاط، روش های محاسباتی شامل الگوریتم رمز و همگرایی آن، روش های برنامه ریزی خطی، نزدیک بهترین تقریب (near-best)، تقریب کاراتئودوری-فیر.

تقریب کمترین مربعات: قضیه تقریب در نرم دو، معادلات نرمال، دستگاه یکامتعامد، چندجمله ای های متعامد و خواص آنها، همگرایی بسط های متعامد و فضاهای کامل، همگرایی طیفی بسط های لژاندر، چبیشف، لاگر، ارمیت، مسأله شتورم-لیوویل، مروری بر فرمول های انتگرال گیری گاوس، تقریب کمترین مربعات روی مجموعه متناهی از نقاط.

تقریب توابع متناوب: چندجمله ای های مثلثاتی، قضیه وایرشتراس برای چندجمله ای های مثلثاتی، سری فوریه و عملگر فوریه، قضیه دینی- لیپ شوئتس، پدیده گیبس، هسته های دیریکله، بررسی همگرایی سری فوریه در نرم یکنواخت و نرم دو، کاربرد اصل کرانداری یکنواخت در تقریب فوریه، تقریب فوریه گسسته و تبدیل سریع فوریه، بررسی همگرایی طیفی و پایداری تقریب فوریه و ارتباط با تقریب های چندجمله ای.

اسپلاین ها: فضای اسپلاین ها، اسپلاین های درونیاب و B- اسپلاین ها و خواص بازگشتی آنها، همگرایی تقریب با اسپلاین ها، یافتن خطا، اسپلاین های کامل، تقریب کمترین مربعات با اسپلاین ها، منحنی های بزیر.

تقریب گویا: بهترین تقریب کسری در نرم بینهایت، قضیه وجود و ساختار بهترین تقریب، الگوریتم رمز، کسرهای تسلسلی، درونیابی گویا و الگوریتم های کارا برای آن.

مراجع:

۱. J. D. Poweli (۱۹۸۱), Approximation Theory and Methods, Cambridge University Press

۲ . W. Cheney (۱۹۸۲), Introduction to Approximation Theory, AMS Publication, ۲nd edirion.

۳. G. Nurnberger (۱۹۸۹), Approximation by Spline Functions, Springer.

۴. R. A. DeVorc and G. G. Lorenz (۱۹۹۳), Cunstructive Approximation, Springer.

۵. E. W. Cheney and W. Light (۲۰۰۰), A Course in Approximation Theory,AMS Publication.

۶. T. J. Rivlin (۲۰۰۳), An Introduction to the Approximation of Functions, Dover Publication (Republication of the originally published by the Blaesdell Publication Co. in ۱۶۶۹).

۷. G. M. Philips (۲۰۰۳), Interpolation and Approximation by Polynominals, Springer.

۸. L. N. Trefethen (۲۰۱۳), Approximation Theory and Approximation Practice, SIAM.

<table>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس</td><td>فارسی</td><td colspan="5">آنالیز تابعی کاربردی</td></tr>
<tr><td>انگلیسی</td><td colspan="5">Applied Functional Analysis</td></tr>
<tr><td colspan="2">نوع واحد</td><td>تعداد واحد</td><td>تعداد ساعت</td><td>دروس پیش‌نیاز</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">پایه | اصلی | تخصصی | اختیاری
نظری | عملی | نظری | عملی | نظری | عملی | نظری | عملی</td><td rowspan="2">۴</td><td rowspan="2">۶۴</td><td rowspan="8">ندارد</td></tr>
<tr></tr>
<tr><td colspan="3">آموزش تکمیلی عملی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="3">سفر علمی: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="3">کارگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="3">آزمایشگاه: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="3">سمینار: دارد □ ندارد ■</td></tr>
<tr><td colspan="3">حل تمرین: ندارد نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد</td></tr>
</table>

هدف درس : بررسی ومطالعه مسائل اولیه واساسی در آنالیز تابعی و کاربردهای آن .

سرفصل درس:

معرفی فضاهای هیلبرت ونرمدار - قضایای بهترین تقریب - زیر فضا و فضای خارج قسمت، حاصلضرب فضاهای هیلبرت، پایه متعاد برای فضاهای هیلبرت.

گسترش عملگرهای خطی پیوسته وفضایابی جدا سازی، دو گان فضاهای هیلبرت و ترانهاده عملگرهای خطی - دوگان فضاهای خارج قسمت و حاصلضرب متناهی فضاهای هیلبرت.

قضیه باناخ - گراف بسته واصل کرانداری یکنواخت .

ساختن فضاهای هیلبرت فضای L عملگرپیچش، فضای سوبولوف از توابع یک متغیره و دوگان آنها، فضای سوبولوف توابع چند متغییره و دوگان آنها، مقدمه ای بر آنالیز مجموعه مقدار وآنالیز محدب.

مراجع:

۱. J. P. Aubin, “Applied functional analysis.”, ۲ nd Edition, Pure and Applied Mathematics. Wiley Interscience, New York, ۲۰۰۰.

۲. L. F. Demkowicz and O. J. Tinsley, “Applied functional analysis.”, ۲ nd Edition, CRC Press, Boca Raton, FL, ۲۰۱۰.

٣. M. Milan, “Applied functional analysis and partial differential equations.”, World Scientific Publishing Co., Inc., River Edge, NJ, ١٩٩٨.

٤. E. Zeidler, “Applied functional analysis. Main principles and their-applications.”, Applied Mathematical Sciences, ١٠٩. Springer- Verlag, New York, ١٩٩٥.

عنوان درس	فارسی	مباحث ویژه در کنترل			
	انگلیسی	**Special Topic in Control**			
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز	

پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۴	۶۴	
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی			
آموزش تکمیلی عملی:		دارد □		ندارد ■						
سفر علمی:		دارد □		ندارد ■						
کارگاه:		دارد □		ندارد ■						اجازه گروه
آزمایشگاه:		دارد □		ندارد ■						
سمینار:		دارد □		ندارد ■						
حل تمرین:دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی:دارد/ ندارد								

درسی است در سطح کارشناسی ارشد یا بالاتر در زمینه کنترل که سرفصل و ریز موارد درسی مربوطه قبل از ارائه بایستی به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی گروه یا دانشکده برسد. این درس در نوبت بعدی می تواند با سرفصل تصویب شده قبلی ارایه گردد و یا دارای سرفصل جدید باشد که مجددا باید بایستی به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی گروه یا دانشکده برسد.

عنوان درس	فارسی	مباحث ویژه در تحقیق در عملیات			
	انگلیسی	Special Topic in Operation Research			
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز	

پایه		**اصلی**		**تخصصی**		**اختیاری**		**۴**	**۶۴**		
نظری	**عملی**	**نظری**	**عملی**	**نظری**	**عملی**	**نظری**	**عملی**				
آموزش تکمیلی عملی:		**دارد □**		**ندارد ■**							
سفر علمی:		**دارد □**		**ندارد ■**							
کارگاه:		**دارد □**		**ندارد ■**							
آزمایشگاه:		**دارد □**		**ندارد ■**							
سمینار:		**دارد □**		**ندارد ■**							
حل تمرین:دارد/ ندارد		**نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ندارد**									

اجازه گروه

درسی است در سطح کارشناسی ارشد یا بالاتر در زمینه تحقیق در عملیات که سرفصل و ریز موارد درسی مربوطه قبل از ارائه بایستی به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی گروه یا دانشکده برسد. این درس در نوبت بعدی می تواند با سرفصل تصویب شده قبلی ارایه گردد و یا دارای سرفصل جدید باشد که مجددا باید بایستی به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی گروه یا دانشکده برسد.