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

برنامه درسی رشته

مهندسی برق-کنترل

ELECTRICAL ENGINEERING-CONTROL

مقطع دکترا

تهیه کنندگان:

نام عضو هیات علمی	مرتبه علمی
دکتر محمدجواد یزدان‌پناه	استاد
دکتر بابک نجار اعرابی	استاد
دکتر حامد کبریایی	دانشیار
دکتر ابوالفضل یغمایی	استادیار

جدول تغییرات

جدول ۱- تغییرات در کلیات برنامه درسی

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	--	در مجموع چهار درس جدید طراحی و به لیست دروس اضافه شده است.

* در صورت گذراندن هر یک از این دروس در مقاطع قبلی مجاز به اخذ مجدد در دوره دکترا نخواهند بود.

جدول ۲- لیست دروس با تغییر در نوع درس

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری‌شده
۱.		

لازم به ذکر است محتوای کلیه دروس آورده شده در جدول برنامه درسی بروز رسانی شده اند که شرح درس فارسی و انگلیسی آنها در این بسته قرار داده شده است.

جدول ۳- لیست دروس اضافه‌شده

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری‌شده
۱.	عدم وجود درس تکنیک‌های کارآمد در کنترل	اضافه شدن درس تکنیک‌های کارآمد در کنترل
۲.	عدم وجود درس بهینه‌سازی مقاوم	اضافه شدن درس بهینه‌سازی مقاوم
۳.	عدم وجود درس فلسفه تکنولوژی	اضافه شدن درس فلسفه تکنولوژی
۴.	عدم وجود درس تحلیل و طراحی شبکه‌های عمیق	اضافه شدن درس تحلیل و طراحی شبکه‌های عمیق
۵.	عدم وجود درس کاربردهای حسابان گسسته در کنترل و پردازش داده	اضافه شدن درس کاربردهای حسابان گسسته در کنترل و پردازش داده
۶.	عدم وجود درس بهینه‌سازی و یادگیری توزیع شده	اضافه شدن درس بهینه‌سازی و یادگیری توزیع شده

جدول ۴- لیست دروس حذف‌شده

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری‌شده
۱.	-	-

نظر به اینکه محتوای کلیه دروس آورده شده در جدول برنامه درسی بروزرسانی شده است، ضرورتی به حذف هیچ یک از دروس وجود نداشت.

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

الف) مقدمه

رشته مهندسی برق–کنترل به صورت تخصصی به دانش و کاربردهای مرتبط با تحلیل، طراحی و پیاده‌سازی کنترل‌کننده برای سیستم‌های دینامیکی و هم چنین پردازش داده می‌پردازد. این برنامه برای گرایش کنترل در مقطع کارشناسی ارشد تعریف شده است که شامل مجموعه‌ای از دروس نظری و تخصصی در حوزه‌های مختلف مهندسی کنترل است. واحدهای آموزشی این برنامه به گونه‌ای تدوین شده‌است که نیاز فارغ‌التحصیلان این رشته را در زمینه‌های گوناگون تخصصی پوشش دهد. یکی دیگر از اهداف این برنامه، انعطاف‌پذیری آن برای گرفتن دروس مرتبط با پایان‌نامه به ویژه در حوزه‌های بین‌رشته‌ای است.

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

این برنامه به طور متوسط برای چهار سال تحصیلی (۸ نیم سال) طراحی شده است. هر نیم سال مشتمل بر ۱۶ هفته آموزشی است. برای هر واحد نظری ۱۶ ساعت آموزش در نظر گرفته شده است. برنامه حاضر در مقطع دکترا رشته مهندسی کنترل تهیه شده است. در راستای ارتقا دانش نظری و فناورانه، دانشجویان باید با تأیید استاد راهنما باید ۱۸ واحد اختیاری از دروس اختیاری مقطع تحصیلات تکمیلی را بگیرند. بر اساس مصوبات وزارت عتف تعداد ۱۸ واحد نیز برای رساله دکتری و در نتیجه تعداد کل ۳۶ واحد برای دانش‌آموختگی در نظر گرفته شده است.

پ) ضرورت و اهمیت

به صورت سنتی کاربرد مهندسی کنترل عمدتا در طراحی سرومکانیزم‌ها بوده است، اما با گسترش علم و فناوری، کاربرد این گرایش در حوزه های دیگری نظیر خلبان خودکار، شبکه‌های قدرت، سیستم‌های پیشران، سیستم‌ها زیستی، سیستم‌های اقتصادی و تمام زمینه‌های تحقیقاتی که نیاز به بررسی و طراحی برای سیستم‌های دینامیکی دارند، گسترش یافته است. در ادامه مهارت‌ها و دانش پیاده‌سازی سیستم‌های کنترلی از قبیل ابزاردقیق، کنترل صنعتی و هم‌چنین مهارت‌های نظری مانند بهینه‌سازی و زمینه‌های نوظهور پردازش داده، مهندسی کنترل را به دانشی وسیع، عمیق و با کاربردهای متنوع تبدیل کرده است. بنابراین، برای رفع نیازهای کشور و همگامی با تحولات روز دنیا، نیاز به تربیت نیروی انسانی متخصص در این گرایش به شدت ضروری است. در سطوح بالاتر، در کنار فعالیتهای عملی و صنعتی در این زمینه، نیاز به انجام تحقیق در زمینه‌های بنیادین و نیز توسعه فناوری‌های نوین کاربردی وجود دارد. تحقیق و توسعه بنیادین و نیز حرکت در لبه دانش ابزار رقابتی در مقایسه با سایرین در اختیار کشور قرار خواهد داد. از این رو ضرورت دارد تا در سطوح عالی دانشجویانی در این زمینه پرورش داده شده تا برای این امر مهم آماده شوند.

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

جدول (۱)- توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس عمومی	۰
دروس پایه	۰

دروس تخصصی - اختیاری	۱۸
رساله	۱۸
جمع	**۳۶**

ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان

کسب مهارت، شایستگی و توانمندی در زمینه	دروس مرتبط
توانایی تحلیل ریاضی سیستم های کنترلی	سیستم‌های غیرخطی، کنترل غیرخطی، تکنیک‌های کارآمد در کنترل، کنترل مقاوم، کنترل ترکیبی، فرآیندهای اتفاقی، فلسفه تکنولوژی
بهینه‌سازی	کنترل بهینه، بهینه‌سازی و یادگیری توزیع شده، بهینه‌سازی مقاوم، نظریه بازی‌ها
کنترل صنعتی	ابزار دقیق پیشرفته، سیستم‌های کنترل تحمل‌پذیر خطا، کنترل پیش‌بین، کنترل صنعتی پیشرفته
یادگیری ماشین، کنترل مبتنی بر داده و پردازش داده	یادگیری ماشین، یادگیری تعاملی، ترکیب اطلاعات، شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق، تحلیل و طراحی شبکه های عصبی عمیق، کاربردهای حسابان گسسته در کنترل و پردازش داده،

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

شرایط و ضوابط مطابق قوانین و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است.

ه) عناوین دروس امتحانی جهت ورود به مقطع دکترا

عناوین دروس امتحانی : ۱- مجموعه دروس تخصصی در سطوح کارشناسی شامل (ریاضیات مهندسی- مدارهای الکتریکی ۱و ۲- کنترل خطی- سیگنالها و سیستمها)، ۲- استعداد تحصیلی و ۳- زبان انگلیسی					
رشته	گرایش	**ضرایب دروس امتحانی به ترتیب دروس (از راست به چپ)**			رشته‌های مرتبط که دانش آموختگان آن می‌توانند در این مجموعه امتحانی شرکت کنند.
مهندسی برق	کنترل	۱	۲	۳	تمامی رشته‌ها
		۱	۴	۱	

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس

جدول (۱)- عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۱-۳ واحد)	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی	نظری	عملی		
۱.	کنترل بهینه	۳	*			٤٨	۰	–	–
۲.	سیستم های غیر خطی	۳	*			٤٨	۰	–	–

- به تشخیص گروه آموزشی، دانشجویانی که در مقطع کارشناسی ارشد خود یک یا هر دو درس جدول فوق را نگذرانده اند موظف به اخذ آنها هستند.

جدول (۲)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی	نظری	عملی		
۱.	ابزاردقیق پیشرفته	۳	*			٤٨	۰	–	–
۲.	کنترل صنعتی پیشرفته	۳	*			٤٨	۰	–	–
۳.	فرآیند های اتفاقی	۳	*			٤٨	0	–	–
٤.	تخمین و شناسایی سیستم‌ها	۳	*			٤٨	0	–	–
٥.	ترکیب اطلاعات	۳	*			٤٨	۰	–	–
٦.	کنترل غیرخطی	۳	*			٤٨	۰	–	–
۷.	کنترل مقاوم	۳	*			٤٨	۰	–	–

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی	نظری	عملی		
۸.	کنترل چند متغیره	۳	*			۴۸	۰	–	–
۹.	کنترل تطبیقی	۳	*			۴۸	۰	–	–
۱۰.	کنترل ترکیبی	۳	*			۴۸	۰	–	–
۱۱.	کنترل پیش بین	۳	*			۴۸	۰	–	–
۱۲.	کنترل تصادفی	۳	*			۴۸	۰	–	–
۱۳.	سیستم‌های کنترل تحمل‌پذیر خطا	۳	*			۴۸	۰	–	–
۱۴.	تکنیک‌های کارآمد در کنترل	۳	*			۴۸	۰	–	–
۱۵.	فلسفه تکنولوژی	۳	*			۴۸	۰	–	–
۱۶.	شبکه عصبی و یادگیری عمیق	۳	*			۴۸	۰	–	–
۱۷.	تحلیل و طراحی شبکه‌های عصبی عمیق	۳	*			۴۸	۰	–	–
۱۸.	نظریه بازی‌ها	۳	*			۴۸	۰	–	–
۱۹.	بهینه‌سازی و یادگیری توزیع‌شده	۳	*			۴۸	۰	–	–
۲۰.	اصول کنترل مدرن	۳	*			۴۸	۰	–	–
۲۱.	بهینه‌سازی مقاوم	۳	*			۴۸	۰	–	–
۲۲.	کاربردهای حسابان گسسته در کنترل و پردازش داده	۳	*			۴۸	۰	–	–
۲۳.	یادگیری تعاملی	۳	*			۴۸	۰	–	–

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی	نظری	عملی		
۲۴.	هوش‌مصنوعی قابل اعتماد	۳	*			۴۸	۰	–	–
۲۵.	مقدمه‌ای بر رباتیک	۳	*			۴۸	۰	–	–
۲۶.	رباتیک پیشرفته	۳	*			۴۸	۰	–	–
۲۷.	حسابگری زیستی	۳	*			۴۸	۰	–	–
۲۸.	سیستم‌های دینامیک در علوم اعصاب	۳	*			۴۸	۰	–	–
۲۹.	استنباط آماری	۳	*			۴۸	۰	–	–
۳۰.	بینایی ماشین	۳	*			۴۸	۰	–	–
۳۱.	پردازش تصاویر دیجیتال	۳	*			۴۸	۰	–	–
۳۲.	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	*			۴۸	۰	–	–
۳۳.	بهینه‌سازی محدب	۳	*			۴۸	۰	–	–
۳۴.	بهینه‌سازی پیشرفته	۳	*			۴۸	۰	–	–
۳۵.	تحلیل داده	۳	*			۴۸	۰	–	–
۳۶.	شبکه‌های هوشمند انرژی	۳	*			۴۸	۰	–	–
۳۷.	شبکه‌های اجتماعی	۳	*			۴۸	۰	–	–
۳۸.	مبانی علوم شناختی	۳	*			۴۸	۰	–	–
۳۹.	سیستم‌های کنترل حرکت پیشرفته	۳	*			۴۸	۰	–	–
۴۰.	یادگیری ماشین	۳	*			۴۸	۰	–	–

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی	نظری	عملی		
٤١.	منطق فازی	۳	*			٤٨	۰	–	–
٤٢.	مباحث ویژه در کنترل	۳	*			٤٨	۰	–	–
٤٣.	دروس تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها	۳	*			٤٨	۰	–	–

- به تشخیص استاد راهنما، دانشجویان موظف به اخذ ۱۸ واحد از لیست دروس جدول بالا که در مقطع کارشناسی ارشد نگذرانده‌اند، هستند.
- با موافقت استاد راهنما، دانشجویان می‌توانند یک درس اختیاری خود را از میان دروس سایر رشته‌های تحصیلات تکمیلی اخذ نماید.

فصل سوم

ویژگی‌های دروس

عنوان درس به فارسی:	کنترل بهینه		
عنوان درس به انگلیسی:	Optimal Control	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ■	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** □	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- معرفی و بررسی روش های بهینه سازی در کنترل سیستم های دینامیکی

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذارنند دانش مناسبی در خصوص موارد ذیل کسب خواهند کرد:

۱. بهینه سازی مقید و نامقید توابع
۲. برنامه ریزی پویا
۳. بهینه سازی تابعک ها با استفاده از حساب تغییرات
۴. کنترل بهینه‌ی مقید و نامقید سیستم های دینامیکی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. بهینه سازی مقید و نامقید توابع
۲. برنامه ریزی پویا و اصل بهینگی بلمن
۳. معادله هامیلتون–ژاکوبی–بلمن
۴. حساب تغییرات
۵. بهینه سازی مقید و نامقید تابعک ها
۶. کنترل بهینه مقید و اصل کمینگی پونتریاگین
۷. سیستم های هامیلتونی و معادله دیفرانسیلی ریکاتی
۸. تنظیم کننده مربعی خطی (افق زمانی محدود/نامحدود)
۹. تنظیم کننده تصادفی (افق زمانی محدود/نامحدود) و ارتباط آن با کنترل بهینه H_2
۱۰. فیلتر کالمن (افق زمانی محدود/نامحدود)
۱۱. تنظیم کننده گوسی مربعی خطی
۱۲. موضوعات پژوهشی روزآمد (نظری/ کاربردی) در پروژه‌ی پایانی مطرح می‌شوند

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۴ تمرین، ۳ آزمونک، آزمون میان نیم‌سال، آزمون پایان نیم‌سال
- پروژه پایانی (با هدفِ بررسی و تعمق در مباحث نظری و کاربردی روز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- رایانه و اینترنت (برای بهره برداری از سامانه ایلرن)
- فراگیری و به کارگیری نرم افزارهای MATLAB و MAPLE (برای انجام تمرین ها و شبیه سازی ها)
- فراگیری و به کارگیری برنامه LaTeX (برای گزارش نویسی فنی و نیز ارائه مطالب)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Luenberger, D. G., Ye, Y., Linear and Nonlinear Programming, Springer, 2016
2. Kirk, D. E., Optimal Control Theory, Prentice Hall, 1970
3. Burl, J. B., Linear Optimal Control: H_2 and H_∞ Methods, Prentice Hal, 1999
4. Athans, M., Falb, P., Optimal Control: An Introduction to the Theory and Its Applications, Dover, 2006.
5. Lewis, F. and Syrmos, V., Optimal Control, Wiley-IEEE, 1995

عنوان درس به فارسی:	سیستم های غیرخطی		
عنوان درس به انگلیسی:	Nonlinear Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه ■ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			تخصصی □ عملی □
تعداد واحد:	۳		اختیاری □ نظری-عملی □
تعداد ساعت:	٤٨		رساله / پایان‌نامه □

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. آشنایی با پدیده‌ها و سیستم‌های غیرخطی
۲. فراگیری توانمندی تحلیل و بررسی پایداری سیستم‌های غیرخطی

اهداف ویژه:

۱. درک تفاوت‌های بنیادی بین سیستم‌های غیرخطی با سیستم‌های خطی و شناخت پدیده‌های منحصر به سیستم‌های غیرخطی
۲. آشنایی با ابزارهای ریاضی مورد استفاده در تحلیل و طراحی سیستم‌های غیرخطی
۳. تسلط بر روش‌های بررسی پایداری سیستم‌های غیرخطی
۴. آشنایی با روش‌های طراحی کنترل‌کننده برای سیستم‌های غیرخطی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی درس
- تفاوت سیستم‌های خطی و غیرخطی
- نمایش سیستم‌های غیرخطی
- نقطه تعادل

۲. مثال‌هایی از سیستم‌های غیرخطی
- سیستم‌های مکانیکی
- سیستم‌های الکترومکانیکی
- سیستم‌های الکتریکی

۳. سیستم‌های مرتبه ۲
- صفحه فاز
- رفتار کیفی در اطراف نقطه تعادل
- چرخه حدی
- انشعاب

۴. وجود و یکتایی پاسخ
- مرور مفاهیم جبرخطی و حساب دیفرانسیل
- لیپشیتز بودن
- شرط وجود و یکتایی
- آنالیز حساسیت

۵. قضیه لیاپانوف
- مفاهیم پایداری
- قضیه لیاپانوف برای سیستم‌های خودگردان

- قضیه لیاپانوف برای سیستم‌های ناخودگردان
- خطی سازی
- کران‌داری و کران نهایی
- پایداری ورودی به حالت

۶. پایداری ورودی خروجی

- پایداری L
- قضیه بهره کوچک

۷. ویژگی پسیو بودن

- ویژگی پسیو بودن
- پسیو بودن و پایداری
- طراحی کنترل کننده براساس ویژگی پسیو بودن

۸. پایداری مطلق

- معیار دایره
- معیار پوپوف

۹. خطی سازی فیدبک

- فرم نرمال و دینامیک داخلی
- طراحی کنترل کننده بر اساس خطی سازی فیدبک

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- حضور در کلاس، مطالعه منابع، انجام ۴ تا ۶ سری تمرین، آزمون‌های مستمر در نیم سال تحصیلی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون‌های در طول ترم	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- تخته سفید، کامپیوتر، پروژکتور، اینترنت

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. H. Khalil, Nonlinear Systems, Pearson Education, 2013.
2. J. Slotine , W. Li, Applied Nonlinear Control, Prentice-Hall International Editions, 1991.
3. M. Vidyasagar, Nonlinear Systems Analysis: Second Edition, Classics in Applied Mathematics, Society for Industrial and Applied Mathematics , 2002.
4. A. Isidori, Nonlinear Control Systems, Communications and Control Engineering, Springer, 2013.
5. W. Haddad, V. Chellaboina, Nonlinear Dynamical Systems and Control: A Lyapunov-Based Approach, Princeton University Press, 2011.

عنوان درس به فارسی:	ابزاردقیق پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Instrumentation		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			تخصصی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله / پایان‌نامه ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آشنایی با اصول طراحی سیستم های ابزاردقیق پیشرفته در پژوهش و توسعه صنعت

اهداف ویژه:

۱. انتخاب ابزار دقیق مناسب با مشخصه های استاتیکی و دینامیکی در طراحی کیفی سیستم های کنترل و ابزار دقیق
۲. آشنایی با مشخصه های حسگرهای هوشمند و پروتکل های ارتباطی آن ها
۳. بررسی اهمیت و نقش ابزار دقیق در طراحی سیستم های مکاترونیک
۴. آشنایی با روش های بکارگیری ترکیب اطلاعات حسگر (Sensor Data Fusion)

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی انواع مشخصه های استاتیکی و دینامیکی ابزار دقیق
۲. اصول طراحی کیفی سیستم های کنترل و ابزار دقیق
۳. سیستم های حسگرهای هوشمند و استاندارد IEEE 1451.X
۴. شناخت پروتکل های ارتباطی حسگر های هوشمند
۵. نقش ابزار دقیق در طراحی سیستم های مکاترونیک
۶. آشنایی با اصول و عملکرد ترکیب اطلاعات حسگر (Sensor Data Fusion)

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

مطالعه کتابهای مرجع، مطالعه و ارائه مقالات، انجام تمرینات و پروژه تحقیقاتی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون میان نیم‌سال	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۰ درصد
پروژه	۲۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کامپیوتر، پروژکتور، اینترنت

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. ANSI/ISA5.1, Instrumentation Symbols and Identification , International Society of Automation, 2022
2. Blum, R. S., Liu, Z.. Multi-sensor image fusion and its applications. CRC press. 2018
3. Liggins II, M., Hall, D., Llinas, J.. Handbook of multisensor data fusion: theory and practice. CRC press. 2017
4. Frank, R. Understanding smart sensors. Artech House. 2013
5. Morris, A. S., Langari, R. Measurement and instrumentation: theory and application. Academic Press. 2012

عنوان درس به فارسی:	کنترل صنعتی پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Industrial Control		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** □ **عملی** □
تعداد واحد:	۳		**اختیاری** ■ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	۴۸		**رساله / پایان‌نامه** □

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

۱. آشنایی با مبانی کنترل صنعتی، طراحی سیستم‌های کنترل پیشرفته همچون کاربرد سیستم‌های کنترل تطبیقی، کنترل پیش بین، کنترل هایبرید و کنترل هوشمند در صنایع

۲. آشنایی با اصول اتوماسیون صنعتی پیشرفته و مبانی شبکه‌های محلی و گسترده (LAN & WAN) و پروتکل های شبکه‌های صنعتی و کاربرد آن‌ها در صنایع

اهداف ویژه:

نتایج حاصل از اخذ این درس به قرار ذیل می باشد:

۱. آشنایی با فلسفه طراحی سیستم‌های کنترل صنعتی متداول و پیشرفته

۲. آشنایی با گزینه های کنترل پیشرفته و امکان ارزیابی و عمل‌کرد آن‌ها در واحد های صنعتی

۳. با توجه به آشنایی با پروتکل های شبکه‌های صنعتی امکان طراحی سیستم‌های با صحت بالا، دقت عمل‌کرد مناسب و سرعت بیشتر پردازش داده‌ها در سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق

۴. ارتقاء و بازسازی واحد های صنعتی با استفاده از روش‌های کنترل صنعتی پیشرفته و اتوماسیون صنعتی پیشرفته

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. اصول طراحی کیفی سیستم های کنترل و ابزار دقیق

۲. معرفی اصول طراحی کنترل کننده های رایج صنعتی

۳. اصول طراحی و کاربرد کنترل تطبیقی، کنترل پیش بین، کنترل هایبرید در صنعت

۴. اصول طراحی وکاربرد کنترل هوشمند در صنعت

۵. مبانی و روند پیشرفت اتوماسیون صنعتی شامل کنترل سیستم‌های دیجیتالی مستقیم، کنترل سیستم های گسترده، سیستم‌های کنترل میدان، شبکه کنترل کننده های قابل برنامه‌ریزی و سیستم‌های کنترل نظارتی و پردازش داده

۶. مبانی شبکه‌های محلی و گسترده و ارتباط سیستم های کنترل صنعتی از طریق پروتکل های ارتباط داده

۷. آشنایی با مبانی سیستم‌های کنترل میدان (Field Control Systems - FCS) و پروتکل های شبکه صنعتی همچون: Modbus, CAN, ASI, Profibus ,Foundation fieldbus, IEEE 1451.X

۸. بررسی روند پیشرفت انقلاب های صنعتی چهارم و پنجم با توجه به مفهوم تحول دیجیتالی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- مطالعه کتابهای مرجع، مطالعه و ارائه مقالات، انجام تمرینات و پروژه تحقیقاتی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون میان نیم‌سال	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۰ درصد

پروژه ۲۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- کامپیوتر، پروژکتور، اینترنت

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. ISA5.1, Instrumentation Symbols and Identification, International Society of Automation, 2022.
2. Tanenbaum, Andrew S, Computer networks, Pearson Education, 2021.
3. Nahavandi, Saeid. Industry 5.0—A human-centric solution, Sustainability , 2019.
4. Dittmar, Rainer, Advanced Process Control, Advanced Process Control, De Gruyter Oldenbourg, 2017.
5. Sarkar, Prabir Kumar. Advanced process dynamics and control. PHI Learning Pvt. Ltd., 2014.

عنوان درس به فارسی:	فرآیندهای اتفاقی		
عنوان درس به انگلیسی:	Stochastic Processes	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

هدف اصلی در این درس آشنایی دانشجویان با مبانی ریاضی تئوری فرآیندهای تصادفی می‌باشد .در راستای نیل به این هدف ، محورهای عمده زیر دنبال می‌شوند

۱. مرور کامل تئوری احتمال و متغیرهای تصادفی و معرفی فرآیندهای تصادفی پرکاربرد، خصوصیات اصلی آن‌ها و کاربرد آن‌ها در مهندسی برق
۲. معرفی روش‌های ضروری برای مطالعه و تحلیل فرآیندهای اتفاقی و سیستم‌هایِ با رفتار تصادفی و معرفی چند تخمین‌زن شناخته‌شده برای فرآیندهای تصادفی

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذرانند قادر خواهند بود:

۱. با استفاده از روش‌های ریاضی مناسب، فرآیندهای اتفاقی از جمله فرآیندهای با باندمحدود و گسسته‌زمان را تحلیل کنند.
۲. شکل‌های مختلف ایستانی و ارگادیسیتی را در فرآیندهای تصادفی تشخیص‌دهند و توابع آماری مهم مانند تابع خودهمبستگی و چگالی طیف توان را برای فرآیندهای تصادفی به‌دست‌آورند و خواص مهم آن‌ها را بیان‌کنند .
۳. پاسخ یک سیستم را به ورودی تصادفی تعیین‌کنند و تابع خودهمبستگی و چگالی طیف توان خروجیِ سیستم‌های LTIرا به‌دست‌آورند .
٤. تخمین‌های خطی و غیرخطی کمیت‌های تصادفی را بر اساس معیار کم‌ترین میانگین مربعات خطا به‌دست‌آورند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مرور احتمال و متغیرهای تصادفی اصول موضوعه تئوری احتمال؛ احتمال شرطی؛ توابع چگالی احتمال، توزیع احتمال و مشخصه؛ بردارهای تصادفی و رشته‌های تصادفی
۲. معرفی فرآیندهای تصادفی تعریف‌ها؛ فرآیندهای با نمو مستقل، مارکف و مارتینگل؛ ایستانی و خصوصیات آن؛ معرفی فرآیندهای تصادفی پرکاربرد؛ سیستم‌های با ورودی تصادفی؛ ارگادیسیتی
۳. چگالی طیف توان و بسط‌های متعامد تابع خودهمبستگی و چگالی طیف توان؛ تحلیل طیف توان سیستم‌های تغییرناپذیر با زمان؛ بسط‌های سری فوریه و کارونن–لوو؛ بسط فرآیندهای ایستان با استفاده از فرآیند نوآوری
۴. فرآیندهای باندمحدود و گسسته‌زمان تعریف فرآیندهای باندمحدود و خواص آنها؛ قضیه نمونه‌برداری برای فرآیندهای اتفاقی؛ ممان‌ها و طیف توان فرآیندهای گسسته‌زمان؛ مدل‌های نویز سفیدi.i.d., AR ، MAو ARMA
۵. مقدمه‌ای بر تئوری تخمین معیارهای کم‌ترین میانگین مربعات خطا و کم‌ترین میانگین مربعات خطای خطی؛ اصل تعامد و کاربردهای آن؛ فیلترهای وینر علّی و غیرعلّی و کاربردهای آن‌ها

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۶ تا ۸ تکلیف

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Papoulis, S. U. Pillai, Probability, Random Variables and Stochastic Processes, McGraw-Hill, 2002.
2. P. Z. Peebles, Probability, Random variables and Random Signal Principles, Mc Graw-Hill, 2001.
3. B. Hajek, An Exploration of Random Processes for Engineers, http://www.ifp.illinois.edu/~hajek/Papers/randomprocJuly14.pdf
4. H. Stark , J.W. Woods, Probability and Random Processes with Applications to Signal Processing, Prentice Hall, 2001.
5. Leon-Garcia, Probability and Random Processes for Electrical Engineering, Prentice Hall, 2008.

عنوان درس به فارسی:	تخمین و شناسایی سیستم ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Estimation and System Identification	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. مدلسازی جعبه سیاه و جعبه خاکستری سیستم های ایستا و دینامیکی خطی و غیر خطی به کمک مشاهدات ورودی–خروجی

۲. تعیین ساختار مدل و تخمین پارامترهای مدل در حضور انواع نایقینی مانند نویز، اغتشاش، ورودی های ناشناخته و مشاهده محدود

اهداف ویژه:

۱. توان تجزیه و تحلیل یک مسئله مدلسازی و طراحی و اجرای روش مدلسازی مبتنی بر مشاهدات ورودی–خروجی

۲. توان ارزیابی مدل ساخته شد، اصلاح و بهبود مدل در صورت نیاز و مقایسه مدل های مختلف مبتنی بر شاخص ها

۳. توان پیاده سازی مدل های رگرسیون خطی، تابع تبدیل و فضای حالت برای سیستم های خطی ایستا و دینامیکی

۴. توان پیاده سازی مدل های مبتنی بر منطق فازی، شبکه های عصبی و فرایندهای گوسی برای سیستم های غیر خطی ایستا و دینامیکی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی شناسایی سیستم‌ها: ویژگی‌ها، مسایل و مشکلات، روش‌ها و تقسیم‌بندی‌ها

۲. شناسایی سیستم‌های خطی ایستا: بهینه‌سازی خطی و تخمین پارامترها، روش کوچکترین مربعات (LS) و جنبه‌های آماری آن، خطای تخمین، تخمین بدون بایاس، تخمین حداقل واریانس، تخمین موثر، حد پایین کرامر–رائو

۳. روش کوچکترین مربعات بازگشتی (RLS)، فاکتور فراموشی، مانده، خطای پیش‌بینی و رابطه این دو، تخمین به روش کمینه کردن خطای پیش‌بینی، فیلتر کالمن و کاربرد آن در تخمین پارامترها، انتخاب ماتریس کوواریانس نویز

۴. انتخاب رگرسورهای مهمتر و روش کوچکترین مربعات متعامد (OLS)

۵. شناسایی سیستم‌های دینامیکی خطی: آشنایی با مدل‌های برای شناسایی سیستم‌های دینامیکی خطی (ARX, ARMAX, OE, BJ, PEM)، روش LS و تخمین پارامترها در مدل ARX، مسئله سازگاری (Consistency) و روش متغیرهای ابزاری

۶. تخمین‌زن بهینه در مدل‌های خطی به روش کمینه کردن خطای پیش‌بینی، تخمین پارامترها در مدل ARMAX، بهینه‌سازی غیرخطی یا تکراری، روش‌های ELS و GLS، روش‌های تکراری بازگشتی برای تخمین پارامترها، روش‌های RELS و RGLS

۷. شناسایی حلقه بسته، انتخاب سیگنال تحریک به حد کافی غنی برای شناسایی، شناسایی سیستم‌های چند ورودی چند خروجی، شناسایی سیستم‌ها در مدل فضای حالت

۸. شناسایی سیستم‌های غیرخطی ایستا: مقدمه‌ای بر بهینه‌سازی غیرخطی، روش‌های بهینه‌سازی متکی بر گرادیان، روش کوچکترین مربعات غیرخطی (NLS)، شناسایی سیستم‌های غیرخطی در مدل تابع پایه (Basis Function)، تخمین پارامترها و مسئله آموزش (Training)

۹. مقدمه‌ای بر شبکه‌های عصبی مصنوعی، شبکه‌های MLP و RBF و کاربرد آنها در شناسایی، مسائل NN: یادگیری، تعداد (نرون در) لایه میانی، همگرایی، نرمالیزه کردن، تقسیم داده ها به آموزش و تست و ارزیابی، انتخاب وزن‌های اولیه، Drift وزن‌ها، زمان قطع آموزش، تابع تحریک

۱۰. مقدمه‌ای بر مدل‌های فازی و نوروفازی و کاربرد آنها در شناسایی، مدل‌های محلی خطی(LLM) و تخمین پارامترها در آنها، الگوریتم LoLiMoT، شناسایی در مدل TSK، شناسایی ساختار و شناسایی پارامتر، خوشه بندی و کاربرد آن در تعیین ساختار، مدل ANFIS

۱۱. شناسایی سیستم‌های دینامیکی غیرخطی: مدل‌های ورودی خروجی غیرخطی، NARX و NOE، شناسایی سیستم‌های دینامیکی غیرخطی به کمک شبکه‌های عصبی مصنوعی، شناسایی سیستم‌های دینامیکی غیرخطی به کمک مدل‌های فازی و نوروفازی، تخمین پارامترها در سیستم‌های دینامیکی غیرخطی

۱۲. شناسایی سیستم به کمک ترکیبی از مدل‌های خطی و غیرخطی، شناسایی سیستم به منظور کنترل، مدل خطی در حال نمو، مدل فازی- عصبی در حال نمو، استفاده از مدل های فرایند گوسی در شناسایی سیستم‌ها، استفاده از شبکه های عصبی بازگشتی در شناسایی سیستم‌ها

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- حضور منظم در کلاس درس، مطالعه کتابهای مرجع و مقالاتی که معرفی می شوند، انجام چهار پروژه نسبتا مفصل شامل پیاده سازی روش ها در طول ترم، انجام چهار تکلیف نسبتا مختصر نظری-تحلیلی ارائه شده در طول ترم، در صورت امکان انجام پروژه پژوهشی پایانی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

دو آزمون میان نیم‌سال	۴۰ درصد
تکالیف و پروژه های طول نیم‌سال	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد

در صورت وجود پروژه نهایی نمرات آزمون‌های میان و پایان نیم‌سال کاهش یافته و ۱۵ درصد نمره به پروژه نهایی اختصاص می‌یابد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- تخته سیاه یا سفید، کامپیوتر، پروژکتور، اینترنت

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Oliver Nelles, Nonlinear System Identification: From Classical Approaches to Neural Networks, Fuzzy Models, and Gaussian Processes, Springer, 2021.
2. Lennart Ljung, System Identification: Theory for the User, Prentice Hall, 1999.
3. Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.
4. Arun K. Tangirala, Principles of System Identification: Theory and Practice, CRC Press, 2014.
5. Gianluigi Pillonetto, et al, Regularized System Identification: Learning Dynamic Models from Data, Springer, 2022.

عنوان درس به فارسی:	ترکیب اطلاعات		
عنوان درس به انگلیسی:	Information Fusion		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه □ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			تخصصی □ عملی □
تعداد واحد:	۳		اختیاری ■ نظری-عملی □
تعداد ساعت:	۴۸		رساله / پایان‌نامه □

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

۱. آشنایی با تکنیک های رایج در ترکیب اطلاعات
۲. آشنایی با زمینه های کاربردی گوناگون حوزه ترکیب اطلاعات بخصوص ترکیب اطلاعات حسگرها

اهداف ویژه:

۱. روش های پایه ترکیب اطلاعات شامل روش های بیزین، OWA، دمپستر شفر، فیلترهای کالمن
۲. روش انتگرال فازی و روش های هوشمند ترکیب اطلاعات
۳. سطوح استفاده از روش های ترکیب اطلاعات
۴. کاربردهای ترکیب اطلاعات

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. ابزارهای ریاضیات مورد استفاده در ترکیب اطلاعات
۲. آمار و احتمالات مورد نیاز
۳. معرفی ترکیب اطلاعات و اهداف آن
۴. تکنیک های مختلف همچون فیلتر کالمن، منطق فازی، دمپستر–شفر، بیزی و انتگرال فازی
۵. فیلتر ذرات
۶. کاربرهای ترکیب اطلاعات
۷. روش های هوشمند در ترکیب اطلاعات
۸. سطوح استفاده از ترکیب اطلاعات در ترکیب داده های خام، ویژگی ها و یا تصمیم گیری های انجام گرفته

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۴ تمرین
- یک پروژه اجباری در سطح پیاده سازی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۶۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Jitendra R. Raol, Data Fusion Mathematics. Theory and Practice, CRC, 2016.
2. Hall, David L., James Llinas. Handbook of Multisensor Data Fusion. CRC Press, 2001.

3. Liggins, Martin E., et al. Handbook of Multisensor Data Fusion Theory and Practice, CRC Press, 2009.
4. Kuncheva, Ludmila I. Combining Pattern Classifiers: Methods and Algorithms. Wiley, 2014.
5. Kevin Yallup; Krzysztof Iniewski, Technologies for Smart Sensors and Sensor Fusion, CRC Press Taylor & Francis Group, 2014.

عنوان درس به فارسی:	کنترل غیرخطی		
عنوان درس به انگلیسی:	Nonlinear Control	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد: ۳		**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت: ۴۸		**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

معرفی روش‌های مختلف تحلیل و طراحی سیستم های کنترل غیرخطی

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذارنند دانش مناسبی در خصوص موارد ذیل کسب خواهند کرد:

۱. بررسی پایداری سیستم‌های خطی و غیرخطی خودگردان و ناخودگردان
۲. طراحی کنترل‌کننده‌های محلی، شبه سراسری و سراسری برای سیستم‌های غیرخطی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. نظریه لیاپانوف برای سیستم‌های خودگردان و غیرخودگردان
۲. حوزه‌ی جذب و اهمیت آن در طراحی
۳. طراحی کنترل‌کننده‌های محلی برای سیستم‌های غیرخطی
۴. خطی‌سازی با فیدبک (ورودی- حالت و ورودی- خروجی)
۵. روش‌های دکوپله‌سازی اغتشاش،
۶. کنترل پسگام
۷. کنترل مد لغزشی
۸. طراحی رویت‌گر غیرخطی و رویت‌گر بهره بالا
۹. موضوعات پژوهشی روزآمد (نظری/ کاربردی) در پروژه‌ی پایانی مطرح می‌شوند

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۴ تمرین، ۳ آزمونک، آزمون میان نیم‌سال، آزمون پایان نیم‌سال
- پروژه پایانی (با هدفِ بررسی و تعمق در مباحث نظری و کاربردی روز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

رایانه و اینترنت (برای بهره برداری از سامانه ایلرن)

فراگیری و به کارگیری نرم افزارهای MATLAB و MAPLE (برای انجام تمرین ها و شبیه سازی ها)

فراگیری و به کارگیری برنامه LaTeX (برای گزارش نویسی فنی و نیز ارائه مطالب)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1 Khalil, H. K., Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2002
2. Slotine, J. J., Li, W., Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1990
3. Isidori, A., Nonlinear Control Systems, Springer Verlag, 1997.
4. Sastry, S., Nonlinear Systems: Analysis, Stability and Control, Springer, 1999
5. Kokotovic, P.V., Khalil, H.K., O'reilly, J. Singular Perturbation Methods in Control: Analysis and Designs, Academic Press, 1986.

عنوان درس به فارسی:	کنترل مقاوم		
عنوان درس به انگلیسی:	Robust Control	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد: ۳		**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت: ۴۸		**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

معرفی روش‌های مختلف برای کنترل و تخمین مقاوم سیستم های دینامیکی در حوزه‌های زمان و فرکانس.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذارنند دانش مناسبی در خصوص موارد ذیل کسب خواهند کرد:

۱. تحلیل قوام در سیستم های کنترل
۲. طراحی کنترلگر مقاوم در حوزه‌ی فرکانس
۳. طراحی کنترلگر مقاوم در حوزه‌ی زمان
٤. حل معادلات HJI برای سیستم‌های کنترل غیرخطی مقاوم

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- مساله‌ی حساسیت در تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل
۲- فضاهایL_2 ، L_∞، H_2، و H_∞ در حوزه‌های زمان و فرکانس
۳- پایداری داخلی و قضیه بهره کوچک
۴- مساله‌ی کمینه‌سازی حساسیت وزن‌دار و پاسخ آن
۵- مساله‌ی تطبیق مدل و پاسخ آن
۶- عملگر هانکل، مساله‌ی نِهاری و پاسخ آن
۷- مساله‌ی نوالیما–پیک و پاسخ آن
۸- کنترل با اطلاعات کامل و بازی‌های دیفرانسیلی
۹- معادله دیفرانسیل ریکاتی و سیستم همیلتونی مربوط
۱۰- تخمینH_∞ و کنترل H_∞ با فیدبک خروجی
۱۱- مقادیر تکین ساختاریافته و پایداری مقاوم و روش سنتز μ
۱۲- موضوعات پژوهشی روزآمد (نظری/ کاربردی) در پروژه ی پایانی مطرح می شوند

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۴ تمرین، ۳ آزمونک، آزمون میان نیم‌سال، آزمون پایان نیم‌سال
- پروژه پایانی (با هدفِ بررسی و تعمق در مباحث نظری و کاربردی روز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

رایانه و اینترنت (برای بهره برداری از سامانه ایلرن)

فراگیری و به کارگیری نرم افزارهای MATLAB و MAPLE (برای انجام تمرین ها و شبیه سازی ها)

فراگیری و به کارگیری برنامه LaTeX (برای گزارش نویسی فنی و نیز ارائه مطالب)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Burl, J. B. ,Linear Optimal Control: H2 and H-infinity Methods, Prentice Hal, 1999.
2. Francis, B., A Course in H-infinity Control, Springer-Verlag, 1987.
3. Skogestad, S., Postlethwaitel., Multivariable Feedback Control, John Wiley & Sons, 1996.
4. Zhou, K. Doyle, J.C., Glover, K., Robust and Optimal Control, Prentice Hall, 1996.
5. Liu, K.Z., Yao, Y., Robust Control Theory and Applications, Wiley, 2016

عنوان درس به فارسی:	کنترل چند متغیره		
عنوان درس به انگلیسی:	Multivariable Control Systems	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:		**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:		**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. آشنایی با سیستم‌های چند ورودی–چندخروجی
۲. شناخت روش‌های تحلیل و طراحی فرآیندهای چندورودی–چندخروجی

اهداف ویژه:

۱. درک پیچیدگی‌های سیستم‌های چندورودی–چندخروجی
۲. آشنایی با تحلیل حوزه فرکانس سیستم‌های چند متغیره
۳. آشنایی با نمایش‌های مختلف نمایش سیستم‌های چندورودی–چندخروجی و کاربردهای هرکدام
۴. کسب مهارت طراحی کنترل‌کننده برای سیستم‌های چندورودی–چندخروجی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمات درس
- تعاریف و قضایای جبر ماتریس
- ماتریس‌های چند جمله‌ای
- تحقق سیستم‌های چند متغیره

۲. طراحی فیدبک تک حلقه
- مسأله استاندارد
- روابط بنیادی و محدودیت عملکرد

۳. قطب‌ها و صفرهای سیستم‌های چندمتغیره
- بررسی پایداری
- فرم اسمیت مک میلان
- توصیف کسری ماتریسی
- تقلیل مرتبه مدل با استفاده از مقادیر منفرد

۴. پایداری و عملکرد مقاوم سیستم‌های چندمتغیره
- بهره‌های اصلی
- نرم‌های اپراتوری

۵. طراحی کنترل‌کننده
- روش آرایه‌های نایکوئیست
- غلبه قطری
- طراحی کنترل‌کننده LQG،LQR

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

حضور در کلاس، مطالعه منابع، انجام ۴ تا ۶ سری تمرین، آزمون‌های مستمر در نیم سال تحصیلی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون‌های در طول ترم	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

تخته سفید، کامپیوتر، پروژکتور، اینترنت

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J. M. Maciejowski, Multivariable Control Design, 1989.
2. N. Munro, R. V. Patel, Multivariable Systems, Theory and Design, 1982.
3. I. G. Vardulakis, Linear Multivariable Control, 1991.

عنوان درس به فارسی:	کنترل تطبیقی		
عنوان درس به انگلیسی:	Adaptive Control Systems	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	۴۸	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

معرفی روش‌های مختلف در تحلیل و طراحیِ سیستم‌های کنترل تطبیقی

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذارنند دانش مناسبی در خصوص موارد ذیل کسب خواهند کرد:

۱. آشنایی با مدل‌های پارامتری و شناسایی پارامترها
۲. طراحی کنترل تطبیقی مبتنی بر مدل
۳. طراحی کنترل تطبیقی با جایابی قطب

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. نمای کلی: از فیدبک تا قوام و تطبیق
۲. استخراج مدل‌های پارامتری برای سیستم‌های دینامیکی تحت کنترل
۳. شناسایی پارامترهای نامعلوم سیستم‌های با رویکردهای تحلیلی
۴. طراحی کنترلر تطبیقی به روش مدل مرجع
۵. طراحی کنترلر تطبیقی به روش جایابی قطب
۶. استخراج قوانین تطبیقی مقاوم
۷. طراحی کنترلگر تطبیقی برای سیستم‌های غیر خطی
۸. موضوعات پژوهشی روزآمد (نظری/ کاربردی) در پروژه‌ی پایانی مطرح می‌شوند

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۴ تمرین، ۳ آزمونک، آزمون میان نیم‌سال، آزمون پایان نیم‌سال
- پروژه پایانی (با هدفِ بررسی و تعمق در مباحث نظری و کاربردی روز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

رایانه و اینترنت (برای بهره برداری از سامانه ایلرن)

فراگیری و به کارگیری نرم افزارهای MATLAB و MAPLE (برای انجام تمرین ها و شبیه سازی ها)

فراگیری و به کارگیری برنامه LaTeX (برای گزارش نویسی فنی و نیز ارائه مطالب)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Ioannou, P.A., Fidan, B., Adaptive Control Tutorial, SIAM, 2006
2. Astolfi, A., Karagiannis, D., Ortega, R., Nonlinear and Adaptive Control with Applications, Springer, 2008
3. Astrom, K. J., Wittenmark, B., Adaptive Control, Wesley, 1989
4. Sastry, S., Bodson, M.,Adaptive Control: Stability, Convergence, and Robustness, Prentice-Hall, 1989
5. Narendra, K. S., Annaswamy, A. M., Stable Adaptive Systems, Prentice Hall, 1988.

عنوان درس به فارسی:	کنترل ترکیبی (Hybrid)		
عنوان درس به انگلیسی:	Hybrid Control Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه □	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی □	عملی □
تعداد واحد:	۳	اختیاری ■	نظری-عملی □
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. آشنایی با کابردها و توصیف‌های مختلف سیستم‌های ترکیبی
۲. آشنایی با نحوه مدل‌سازی، تحلیل و کنترل سیستم‌های ترکیبی با هم‌کنش متغیرهای گسسته و متغیرهای پیوسته

اهداف ویژه:

۱. درک توانمندی چارچوب مدل‌سازی سیستم‌های ترکیبی
۲. آشنایی با حوزه کاربرد نسخه‌های مختلف سیستم‌های ترکیبی
۳. شناخت رفتارها و پدیده‌های منحصر در سیستم‌های ترکیبی و آشنایی با روش‌های تحلیلی مناسب برای آن‌ها
۴. کنترل سیستم‌های ترکیبی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی درس
- مدل‌سازی
- پاسخ سیستم(لرزش، مسیرهای زنو، ...)
- قابلیت دسترسی،
- وجود و یکتایی پاسخ
- نمایش سیستم‌های غیرخطی

۲. مدل‌های مختلف
- اتوماتون
- سیستم‌های متناسب تکه ای
- سیستم‌های دینامیک منطقی
- سیستم‌های کلیدزنی

۳. سیستم‌های گذار و قابلیت‌ها
- رفتار و ترکیب سیستم‌های گذار
- روابط بین سیستم‌ها، رابطه شباهت، درست آزمایی
- سیستم ترکیبی به عنوان سیستم گذار
- اتوماتون زمان‌دار
- خواص دنباله‌ای
- کنترل سیستم‌های گذار

۴. تجرید سیستم‌های ترکیبی
- امکان‌پذیری تجرید

- گروه‌های شناخته شده از سیستم‌های تجزیه‌پذیر

۵. سایر مباحث مرتبط با سیستم‌های ترکیبی

- تقریب سیستم‌های ترکیبی با سیستم‌های گذار حالت محدود
- نظریه بازی‌ها و سیستم‌های ترکیبی
- تشخیص خرابی در سیستم‌های ترکیبی
- کنترل بهینه سیستم‌های کلیدزنی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

حضور در کلاس، مطالعه منابع، انجام ۴ تا ۶ سری تمرین، آزمون‌های مستمر در نیم سال تحصیلی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون‌های در طول ترم	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

تخته سفید، کامپیوتر، پروژکتور، اینترنت

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. P. Tabuada, Verification, and Control of Hybrid Systems, Springer, 2009.
2. J. Lygeros, S. Sastry, and C. Tomlin, Hybrid Systems: Foundations, Advanced Topics and Applications, 2010.
3. D. Liberzon, Switching in Systems & Control, Birkhauser, 2003.
4. A. Platzer, Logical Analysis of Hybrid Systems: Proving Theorems for Complex Dynamics, Springer, 2010

عنوان درس به فارسی:	کنترل پیش بین		
عنوان درس به انگلیسی:	Model Predictive Control	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد: ۳		**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت: ۴۸		**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. آشنایی با مفاهیم اولیه و نحوه طراحی سیستم های کنترل پیشبین
۲. آشنایی با تحلیل عملکرد کنترل پیشبین و مفاهیم نظری و کاربردی آن

اهداف ویژه:

۱. طراحی کنترل کننده بهینه برای انتقال حالت با استفاده از برنامه ریزی خطی و درجه دوم و برنامه ریزی پویا
۲. درک ایده افق عقب نشینی و چگونگی گسترش MPC کنترل بهینه LQG برای مقابله با محدودیت های حالت و کنترل
۳. طراحی کنترل کننده های MPC با حضور عدم قطعیت و غیر خطی گری محیطی یا سیستمی.
۴. درک اساسی از ویژگی های پایداری و شدنی بودن بازگشتی (recursive feasibility) کنترل کننده های MPC

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. کنترل افق عقب‌نشینی (MPC) برای سیستم‌های خطی مقید
۲. مسائل عملی: ردیابی و کنترل بدون افست سیستم های مقید، محدودیت های نرم
۳. خواص نظری MPC: پایداری و تامین محدودیت قیود
۴. کنترل MPC مقاوم، برقراری مقاوم قیود.
۵. کنترل MPC غیر خطی، مباحث تئوری و پیاده سازی
۶. کنترل MPC تصادفی
۷. کنترل داده محور MPC
۸. یادگیری در MPC

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

مطالعه کتابهای مرجع، مطالعه و ارائه مقالات، انجام پروژه

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کامپیوتر، پروژکتور، اینترنت

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Borrelli, Francesco, Alberto Bemporad, Manfred Morari. Predictive control for linear and hybrid systems. Cambridge University Press, 2017.
2. B.W. Bequette. Process Control: Modeling, Design and Simulation. Prentice Hall , 2003.
3. James B. Rawlings, David Q. Mayne, Moritz M. Diehl. Model predictive control: Theory, Computation, and Design. Nob Hill Pub., 2020.

عنوان درس به فارسی:	کنترل تصادفی		
عنوان درس به انگلیسی:	Stochastic Control	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد: ۳		**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت: ۴۸		**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. آشنایی با حسابان تصادفی و تحلیل و طراحی کنترل برای سیستم های تصادفی

۲. کاربردهای سیستم‌های دینامیکی تصادفی مهندسی، اقتصاد و سیستم های بیولوژیکی

اهداف ویژه:

۱. یادگیری مفهوم نویز سفید و حرکت براونی
۲. استفاده از لم ایتو برای حل معادلات دیفرانسیل تصادفی
۳. آنالیز پایداری سیستم‌های تصادفی
۴. طراحی کنترل بهینه برای سیستم‌های تصادفی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. انگیزه‌های کنترل تصادفی
۲. معرفی برخی فرایند تصادفی
۳. حساب تصادفی و معادلات دیفرانسیل تصادفی
۴. حل معادلات حالت خطی تصادفی
۵. پایداری تصادفی
۶. فیلتر تصادفی
۷. کنترل بهینه تصادفی
۸. کاربردهای کنترل تصادفی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

مطالعه کتابهای مرجع، مطالعه و ارائه مقالات، انجام پروژه

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کامپیوتر، پروژکتور، اینترنت

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. H. P. Geering et al., Stochastic Systems, Measurement and Control Laboratory, ETH, 2007.

2. Ramon van Handel, Stochastic Calculus, Filtering, and Stochastic Control, Lecture Notes, Princeton, 2007.
3. Jian-Qiao Sun, Stochastic Dynamics and Control, Elsevier Science, 2006.
4. Karl. J. Astrom, Introduction to Stochastic Control Theory, Academic Press, 1970.

عنوان درس به فارسی:	سیستم های کنترل تحمل پذیر خطا		
عنوان درس به انگلیسی:	Fault tolerant control		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** □ **عملی** □
تعداد واحد:	۳		**اختیاری** ■ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	۴۸		**رساله / پایان‌نامه** □

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- آشنایی با محل های وقوع عیب در قسمتهای مختلف حلقه کنترل و روشهای تشخیص و تفکیک انها از یکدیگر در حضور اختلال و نویز و روشهای جبران آن

اهداف ویژه:

۱. محل های عیب را تشخیص بدهند و بتوانند برای یک سیستم کنترلی مدلی برای تشخیص و تفکیک عیب درست کرده

۲. در قدم بعدی بتوانند راه حلی برای کنترل ان ارایه بدهند

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با عیب و مدلسازی آن
۲. تشخیص عیب مبتنی بر مدل و سیگنال
۳. تفکیک نویز، نایقینی و اختلال در سیستم حلقه بسته
۴. طراحی رویتگر مقاوم و تطبیقی برای تشخیص عیب و تفکیک آن
۵. آشنایی با مفهوم پریتی اسپیس
۶. اشنایی با روشهای هوشمند تشخیص و تفکیک عیب
۷. روشهای کنترلی در حضور عیب

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۴ تمرین
- ۱ پروژه

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۷۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. S. X.Ding, Model-Based Fault Diagnosis Techniques: Design Schemes, Algorithms and Tools, Springer, 2008.
2. S. Simani, C. Fantuzzi, R.J.Patton, Model-based Fault Diagnosis in Dynamic Systems Using Identification Techniques, Springer, 2013.
3. S. X. Ding, Advanced methods for fault diagnosis and fault-tolerant control, Springer 2020.

عنوان درس به فارسی:	تکنیکهای کارآمد در کنترل		
عنوان درس به انگلیسی:	Efficient Techniques in Control		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** □ **عملی** □
تعداد واحد:	۳		**اختیاری** ■ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	۴۸		**رساله / پایان‌نامه** □

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ **آزمایشگاه** □ **سمینار** □ **کارگاه** □ **موارد دیگر:**

.....

هدف کلی:

معرفی رویکردهای غیرخطی، مقاوم، تطبیقی و پیش‌بین در طراحی سیستم‌های کنترل

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذارنند دانش مناسبی در خصوص موارد ذیل کسب خواهند کرد:

۱. طراحی کنترل‌کننده‌های محلی و فراگیر برای سیستم‌های غیرخطی
۲. طراحی کنترل‌کننده‌های مقاوم برای سیستم‌های خطی و غیر خطی
۳. طراحی کنترل‌کننده‌های تطبیقی برای سیستم‌های خطی و غیر خطی
۴. طراحی کنترل‌کننده‌های پیش‌بین برای سیستم‌های خطی و غیر خطی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. خطی‌سازی با فیدبک (ورودی- حالت و ورودی- خروجی)
۲. روش‌های دکوپله‌سازی اغتشاش در کنترل سیستم‌های غیر خطی
۳. طراحی کنترلگرهای انتگرالی، مدلغزشی، پسگام
۴. طراحی با استفاده از روش مبتنی برکنش پذیری (پسیویتی)
۵. طراحی با استفاده از روش بازطراحی لیاپانوف
۶. کنترل سیستم‌های تحت اغتشاش‌های تکین
۷. طراحی کنترل کننده های مقاوم H_∞ خطی و غیرخطی
۸. کنترل تطبیقی مبتنی بر مدل و جایابی قطب
۹. کنترل تطبیقی سیستم‌های غیرخطی
۱۰. طراحی رویتگرهای غیر خطی
۱۱. کنترل پیش بین سیستم‌های خطی و غیر خطی
۱۲. موضوعات پژوهشی روزآمد (نظری/ کاربردی) در پروژه ی پایانی مطرح می شوند

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۴ تمرین، ۳ آزمونک، آزمون میان نیم‌سال، آزمون پایان نیم‌سال
- پروژه پایانی (با هدفِ بررسی و تعمق در مباحث نظری و کاربردی روز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۵۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

رایانه و اینترنت (برای بهره برداری از سامانه ایلرن)

فراگیری و به کارگیری نرم افزارهای MATLAB و MAPLE (برای انجام تمرین ها و شبیه سازی ها)

فراگیری و به کارگیری برنامه LaTeX (برای گزارش نویسی فنی و نیز ارائه مطالب)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Khalil, H. K., Nonlinear Control, Prentice Hall, 2015
2. Isidori, A., Nonlinear Control Systems,Springer, 1995
3. loannou, P., Fidan, B., Adaptive Control Tutorial, SIAM, 2006
4. Burl, J. B., Linear Optimal Control: H2 and H∞ Methods, Addison Wesley, 1999
5. Grüne, L., Pannek, J., Nonlinear Model Predictive Control: Theory & Algorithms, Springer, 2017

عنوان درس به فارسی:	فلسفهٔ تکنولوژی		
عنوان درس به انگلیسی:	Philosophy of Technology	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه □	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی □	عملی □
تعداد واحد:	۳	اختیاری ■	نظری-عملی □
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

۱. آشنایی دانشجویان مهندسی با سرشت تکنولوژی
۲. کسب توانایی تحلیل عمیق تکنولوژی‌ها

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مهم‌ترین نظریه‌های فلسفهٔ تکنولوژی
۲. درک تأثیرات اساسی و متقابل تکنولوژی، انسان، جامعه و طبیعت
۳. کسب توانایی بررسی انتقادی و تحلیل تکنولوژی‌های پیشرفته و نوپدید

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. رویکردهای فلسفهٔ تکنولوژی
۲. فلسفهٔ تکنولوژی در جامعهٔ تکنولوژیک
۳. تکنولوژی به عنوان برساخته انسانی
۴. پدیدار شناسی تکنولوژی
۵. تکنولوژی به مثابهٔ انکشاف
۶. برساخت اجتماعی تکنولوژی
۷. نظریهٔ کنشگر–شبکهٔ تکنولوژی
۸. مباحث منتخب در فلسفهٔ تکنولوژی: جبر تکنولوژیکی، خود مختاری تکنولوژی، شکاف اجتماعی تکنولوژیکی، تکنولوژی و اضطراب، تکنولوژی‌های واگرا، تکنولوژی حقیقت مجازی
۹. ریشه‌شناسی تطبیقی تکنولوژی
۱۰. چارچوب تحلیل تکنولوژی و شیوهٔ کاربرد

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

مشارکت فعال در مباحث کلاس، مطالعهٔ منابع معرفی شده، انجام تکلیف‌ها و پروژه

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کامپیوتر، پروژکتور، اینترنت

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Zalta, E. N., Nodelman, U., Allen, C., Anderson, R. L. Stanford Encyclopedia of Philosophy. http://plato. stanford. edu/.1995.
2. Vallor, S. , The Oxford Handbook of Philosophy of Technology. Oxford University Press, 2022.
3. R. Scharff , V. Dusek, Philosophy of Technology, the Technological Condition an Anthology, Wiley-Blackwell, 2014.
4. David M. Kaplan, ed., Readings in the Philosophy of Technology, Rowman and Littlefield Publishers, 2009.
5. D. Skrbina, The Metaphysics of Technology, Routledge; 2014.

عنوان درس به فارسی:	شبکه عصبی و یادگیری عمیق		
عنوان درس به انگلیسی:	Neural Networks and Deep Learning	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری**■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:		**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:		**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ **آزمایشگاه** □ **سمینار** □ **کارگاه** □ **موارد دیگر:**

.....

هدف کلی:

۱. آشنایی با مبانی نظری شبکه های عصبی مصنوعی و مباحث یادگیری عمیق و کاربردهای آنها در مسایل طبقه بندی، رگرسیون ، شبکه های حافظه، و مدلهاب مولد عمیق
۲. ایجاد مهارت کدنویسی استاندارد در سرفصل های اصلی شبکه های عصبی عمیق

اهداف ویژه:

۱. با مفاهیم و تعاریف شبکه های عصبی آشنا خواهند شد
۲. با طراحی و بکارگیری شبکه های عصبی کلاسیک متنوعی با هدف بکارگیری در مسایل طبقه بندی و رگرسیون، شبکه های حافظه محور و یادگیریهای مبتنی بر طراحی مکانیزم، آشنا خواهند شد
۳. جهت استخراج ویژگیهای موثر با خود رمز کننده ها و ماشین بولتزمن محدود آشنا خواهند شد
۴. با مفاهیم و تعاریف مربوط به یادگیری عمیق در کاربردهای طبقه بندی، شبکه های حافظه و شبکه های مولد و انواع آنها آشنا خواهند شد. بخصوص معماری، نحوه عملکرد و روشهای یادگیری شبکه های کانولوشنال، شبکه ای بازشگتی و شبکه ای مولد تنازعی مورد بحث قرار خواهد گرفت.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه ای بر شبکه های عصبی
۲. شبکه های عصبی پیشخور تمام اتصال
۳. شبکه های خودرمزنگار
۴. شبکه ای کانولوشنال (پیچشی)
۵. شبکه ای ناحیه ای کانولوشنال (پیچشی)
۶. شبکه های بازگشتی و توسعه های مختلف آنها
۷. شبکه های ترانسفورمر
۸. شبکه های عصبی به منظور تولید الگو

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

• متناظر با هر بخش درس یک سری داده خواهد شد. حل تمرینات در یادگیری مباحث درس و کسب توانایی در بکارگیری شبکه ها ی عصبی در مباحث کاربردی موثر است. تمرینها شامل برخی سوالاتی تحلیلی و مفهومی و برخی سوالات شبیه سازی می باشند.

• علاوه بر تمرین‌ها ، برای ارزیابی توانایی دانشجویان در اعمال آموخته‌های این درس در کاربردهای مختلف، چند مینی پروژه مختلف که با شبکه های یادگیری عمیق انجام می گیرند، در نظر گرفته شده است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۶۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

امکان ارایه پاورپوینت با ویدیو پروژکتور

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. L. Fausett, Fundamentals of Neural Networks, Pearson, 1993.
2. Goodfellow, Y. Bengio and A. Courville , Deep Learning, An MIT Press book, 2016.
3. Convolutional Neural Network(UFLDL Tutorial)/available online at July 2016: http://ufldl.stanford.edu/tutorial/supervised/ConvolutionalNeuralNetwork/
4. Convolutional Neural Networks (LeNet)/ available online at July 2016: http://deeplearning.net/tutorial/lenet.html
5. O. Nelles, Nonlinear System Identification: From Classical Approaches to Neural Networks and Fuzzy Models, Springer, 2001.

عنوان درس به فارسی:	تحلیل و طراحی شبکه های عصبی عمیق		
عنوان درس به انگلیسی:	Analysis and Design of Deep Neural Networks	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	۴۸	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. ایجاد بینش تحلیلی و هندسی در کارکرد ، ارزیابی و تفسیر شبکه های عصبی عمیق
۲. توسعه روشهای طراحی مبتنی بر لایه و شاخصهای هندسی

اهداف ویژه:

۱. پیدا کردن یک تحلیل ساختاری در شبکه های عصبی عمیق
۲. آشنایی با معماری و عملکرد تابعی انواع متداول لایه ها ، بلوک ها و ماژول ها در شبکه های عمیق و پیدا کردن مهارت در بکارگیری آنها در معماری های مختلف
۳. پیدا کردن یک تحلیل هندسی در یادگیری شبکه های عصبی عمیق و در این راستا آشنایی با مباحث متریک لرنینگ و دیپ متریک لرنینگ
٤. آشنایی با روشهای شاخصهای پیچیدگی داده با نگاه هندسی و آماری در شبکه های عمیق

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. انواع لایه ها، ماژول ها و بلوک های در شبکه های عصبی عمیق
۲. انواع معماریها در شبکه های عصبی عمیق
۳. مقدمه ای بر روشهای متریک و شباهت سنجی
۴. مرور روشهای یادگیری متریک عمیق و انواع توابع هزینه رتبه ای
۵. مرور روشهای تحلیل و طراحی لایه ای شبکه های عصبی عمیق
۶. معرفی شاخصهای پیچیدگی در شبکه های عصبی عمیق
۷. تحلیل لایه ای شبکه های عصبی عمیق بر پایه شاخصهای پیچیدگی
۸. طراحی لایه ای شبکه های عصبی عمیق بر پایه شاخصهای پیچیدیگی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- سه موضوع تمرین ومطالعه متناظر با مباحث اصلی داده خواهد شد.
- یک پروژه نهایی هم که توانمندی دانشجویان را در بکارگیری ابزارهای تحلیل و طراحی هست داده خواهد شد.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

تمر ینات و مطالعات	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۰ درصد
پروژ نهایی	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- امکان ارایه پاورپوینت با ویدیو پروژکتور

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. T. K. Ho , M. Basu, Complexity measures of supervised classification problems, IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 2002.
2. S. Mallat, Understanding deep convolutional networks, Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 2016.
3. M. M. Bronstein, J. Bruna, Y. LeCun, A. Szlam, , P. Vandergheynst, Geometric deep learning: going beyond euclidean data, IEEE Signal Processing Magazine, 2017.
4. Y. Xiong, M. Ren and R. Urtasun , LoCo: Local Contrastive Representation Learning, 34th Conference on Neural Information Processing Systems, 2020.
5. S. Lowe, P.O. Connor, and B. S. Veeling, Greedy InfoMax for Self-Supervised Representation Learning, Published at the ICML workshop on Self-Supervised Learning, 2019.

عنوان درس به فارسی:	نظریه ی بازی ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Game Theory	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	۴۸	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. معرفی نظریه‌ی بازی‌ها و کاربردهای آن در تصمیم‌گیری‌های چند عامله از جمله: کنترل اغتشاشی سیستم‌های چند عامله، شبکه‌های ارتباطی بی‌سیم، شبکه-های هوشمند، شبکه‌های بازاریابی، اجتماعی، اقتصادی و زیستی.

۲. یادگیری نظریه‌ها، ابزارهای ریاضی، مدل‌سازی، و مفاهیم تعادل در شرایط مختلف

اهداف ویژه:

۱. یادگیری مفاهیم اساسی بازی، استراتژی و تعادل

۲. آشنایی با نقش اطلاعات، دینامیک و تکرار در تحلیل یک بازی

۳. آشنایی با یادگیری و تکامل در بازی ها

۴. آشنایی با مفهوم طراحی بازی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با مفاهیم اساسی بازی

۲. بازی های استراتژیک

۳. بازی های همکارانه و ائتلاف

۴. بازی های با اطلاعات کامل تکرارشونده

۵. بازی های با اطلاعات ناقص تکرار شونده

۶. بازی دینامیکی غیرهمکارانه

۷. بازی های تکاملی

۸. یادگیری در بازی

۹. بازی های بیزی

۱۰. بازی های مارکوف

۱۱. طراحی مکانیزم بازی

۱۲. بازی های میدان میانگین

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

مطالعه کتابهای مرجع، مطالعه و ارائه مقالات، انجام پروژه

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد

پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کامپیوتر، پروژکتور، اینترنت

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Fudenberge D., Birole J., Game Theory , MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1991.
2. Martin J. Osborne , Ariel Rubinstein, A course in game theory, MIT Press, 1994.
3. Basar, T., Olsder, G. J., Dynamic non-cooperative game theory, SIAM, 1999.
4. D. Fudenberg, Levine D., The theory of learning in games, MIT Press, 1998.
5. Jorgen W. Weibull, Evolutionary Game Theory, MIT Press, 1995.

عنوان درس به فارسی:	بهینه سازی و یادگیری توزیع شده		
عنوان درس به انگلیسی:	Distributed Optimization and Learning	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	۴۸	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. آشنایی با روش های حل غیر متمرکز بهینه سازی در سیستم های چند عامله و شبکه شده
۲. آشنایی با حل مسائل یادگیری ماشین به صورت توزیع شده

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با اهمیت توزیع شدگی بهینه سازی در سیستم های مختلف
۲. یادگیری ابزارهای پایه ای حل غیر متمرکز بهینه سازی
۳. کاربردهای بهینه سازی توزیع شده در مسائل گوناگون مهندسی و یادگیری ماشین
۴. آشنایی با روش یادگیری توزیع شده

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. انگیزش و مقدمات
۲. مقدمات بهینه سازی محدب
۳. روش های بهینه سازی غیر متمرکز
۴. کاربرد ها و تعمیم های روش های بهینه سازی توزیع شده
۵. روش های بهینه سازی توزیع شده تحت گراف
۶. کاربردها و تعمیم های روش های بهینه سازی توزیع شده تحت گراف
۷. مقدمه ای بر یادگیری تقویتی
۸. یادگیری تقویتی توزیع شده

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

مطالعه کتابهای مرجع، مطالعه و ارائه مقالات، انجام پروژه

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۰ درصد
پروژه	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کامپیوتر، پروژکتور، اینترنت

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Boyd, Stephen, Convex Optimization II. Lecture notes, Stanford University, 2004 .

2. Boyd, Stephen, et al. Distributed optimization and statistical learning via the alternating direction method of multipliers. Foundations and Trends in Machine learning , 2011.
3. McMahan, Brendan, et al. Communication-efficient learning of deep networks from decentralized data. Artificial intelligence and statistics. PMLR, 2017.
4. Angelia Nedic, Distributed Averaging Dynamics and Optimization in Networks, Foundations and Trends in Systems and Control , 2015.
5. Zhu, Minghui, and Sonia Martínez. Distributed optimization-based control of multi-agent networks in complex environments. Springer, 2015.

عنوان درس به فارسی:	اصول کنترل مدرن		
عنوان درس به انگلیسی:	Modern Control Fundamentals	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

۱. آشنایی با کنترل سیستم‌های خطی تغییرناپذیر با زمان در فضای حالت

۲. یادگیری کنترل‌پذیری، رویت‌پذیری، پایداری سیستم‌های خطی تغییرناپذیر با زمان و فراگیری توانایی طراحی کنترل‌کننده، رویت‌گر و فیلتر کالمن با استفاده از فیدبک حالت

اهداف ویژه:

۱. یادگیری کاربرد نمایش فضای حالت و نشان دادن سیستم در فضای حالت مینیمال

۲. تجزیه سیستم به زیر سیستم‌های کنترل پذیر و کنترل ناپذیر

۳. تجزیه سیستم به زیر سیستم های رویت پذیر و رویت ناپذیر

۴. طراحی رویتگر و کنترل‌کننده حالت و جایابی قطب‌های حلقه‌بسته در مکان‌های مطلوب

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- مروری بر جبر خطی

۲- نمایش فضای حالت سیستم‌های خطی و غیرخطی

۳- حل معادلات حالت سیستم‌های خطی تغییر ناپذیر با زمان، قطری‌سازی معادلات حالت و خروجی

۴- تحلیل پایداری سیستم‌های خطی و غیرخطی تغییرناپذیر بازمان (پایداری لیاپانوف و مجانبی)

۵- کنترل پذیری و رویت‌پذیری سیستم‌های خطی

۶- تئوری تحقق و انواع تحقق‌ها

۷- طراحی فیدبک حالت برای سیستم‌های خطی

۸- طراحی رویت‌گرهای مرتبه کامل و مرتبه کاهش‌یافته برای سیستم‌های کنترل فیدبک حالت

۹- آشنائی با سیستم‌های کنترل بهینه خطی و فیلتر کالمن

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد تکلیف، ۳۰ درصد میانترم
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. ع. خاکی صدیق، اصول کنترل مدرن، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۴۰۱.

2. C.T. Chen, Linear System - Theory and Design, Oxford University Press, 1999

3. Z. Bubnicki, Modern Control Theory, Springer, 2005.

عنوان درس به فارسی:	بهینه سازی مقاوم		
عنوان درس به انگلیسی:	Robust Optimization	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه □	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی □	عملی □
تعداد واحد:	۳	اختیاری ■	نظری-عملی □
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

ه هدف کلی:

۱. آشنایی با انواع عدم قطعیت‌ها در مسائل بهینه‌سازی و رویکردهای مواجهه با یک مساله بهینه‌سازی با عدم قطعیت

۲. آشنایی با انواع روش‌های دقیق و تخمینی حل مسائل بهینه‌سازی با عدم قطعیت

اهداف ویژه:

۱. ایجاد شهود و دید هندسی نسبت به مساله بهینه‌سازی محدب و چارچوب‌های حل آن با استفاده از ساختار min common/max crossing

۲. بررسی انواع عدم قطعیت‌ها، انواع روش‌های پرداختن به مساله بهینه‌سازی با عدم قطعیت و میزان محافظه‌کاری نهفته در هر روش

۳. بررسی روش‌های تبدیل یک مساله بهینه‌سازی با عدم قطعیت به یک مساله بهینه‌سازی محدب با استفاده از روش‌های تخمینی و دقیق

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تعریف مساله بهینه‌سازی مقاوم و بهینه‌سازی تصادفی و منشاهای به وجود آمدن عدم قطعیت‌ها در سیستم

۲. مفاهیم پایه آنالیز محدب

۳. مفاهیم پایه بهینه‌سازی محدب

٤. معرفی روش MC/MC و چارچوب دوگان هندسی

٥. مساله دوگان و بهینه‌سازی

٦. حل مساله بهینه‌سازی خطی مقاوم

۷. مساله بهینه‌سازی تصادفی و معرفی تخمین امن برای آن

۸. مساله بهینه‌سازی مخروطی مقاوم

۹. معرفی تخمین‌هایی برای بهینه‌سازی مخروطی مقاوم

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- مطالعه کتابهای مرجع، مطالعه و ارائه مقالات، انجام پروژه

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- کامپیوتر، پروژکتور، اینترنت

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Aharon Ben-Tal, Laurent El Ghaoui, Arkadi Nemirovski , Robust Optimization, Princeton University Press, 2009.
2. Dimitri P. Bertsekas, Convex Optimization Theory, Athena Scientific, 2009.
3. Articles from high-ranked journals, transactions, and conferences.

عنوان درس به فارسی:	کاربردهای‌های حسابان گسسته در کنترل و پردازش داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Application of Discrete Exterior Calculus in Control and Data Science	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری**■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد: ۳		**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت: ۴۸		**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ **آزمایشگاه** □ **سمینار** □ **کارگاه** □ **موارد دیگر:**

.....

هدف کلی:

۱. آشنایی با فضاهای گسسته و حسابان گسسته
۲. آشنایی با کاربردهای حسابان گسسته در پردازش داده ارتباط با حوزه‌های شبکه‌های پیچیده و استخراج محتوا

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با فضاهای پیوسته (خمینه‌ها) و حسابان خارجی (Exterior Calculus)
۲. درک توپولوژی و فضاهای گسسته
۳. آشنایی با حسابان گسسته
۴. فراگیری مهارت استفاده از حسابان گسسته در پردازش داده

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی حسابان گسسته و کاربردهای آن
   - معرفی حسابان برداری و حسابان گسسته
   - معرفی کاربرد در شبکه‌های پیچیده
   - معرفی کاربرد در مدل‌سازی سیستم‌های گسترده
۲. مبانی حسابان گسسته
   - مرور توپولوژی و قضیه اساسی حساب دیفرانسیل و انتگرال
   - فرم‌های دیفرانسیلی
   - جبرخارجی و تانسورهای نامتقارن
   - مشتق خارجی و مشتق‌گیری از فرم‌ها
   - انتگرال‌گیری از فرم‌ها
   - عملگر Hodge star
   - حسابان گسسته
   - ناحیه‌های گسسته
   - فرم‌های گسسته
   - همتافت (complex)های اصلی و دوگان
   - تانسور و عملگرهای مبتنی بر متریک
   - نسخه گسسته قضیه اساسی حسابان و قضیه استوکس
   - تجزیه هلمهلتز
   - نمایش ماتریسی عناصر حسابان گسسته

۳. کاربردهای حسابان گسسته در پردازش داده
- ساختن گراف و همتافت وزن دار از روی داده
- فیلتر کردن داده روی گرف
- خوشه بندی و بخش‌بندی
- یادگیری خمینه

۴. کاربردهای حسابان گسسته در مدل‌سازی و کنترل
- ساختار قوانین فیزیکی گسسته
- مدل‌های فیزیکی گسسته
- ساختار دیراک گسسته
- سیستم‌های هامیلتونی گسسته

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

حضور در کلاس، مطالعه منابع، انجام ۴ سری تمرین، آزمون‌های مستمر در نیم سال تحصیلی، انجام پروژه درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال (تمرین)	۴۵ درصد
آزمون‌های در طول ترم	۳۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

تخته سفید، کامپیوتر، پروژکتور، اینترنت

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Grady, L.J., Polimeni, J.R. Discrete Calculus: Applied Analysis on Graphs for Computational Science, Springer, 2010.
2. Desbrun, M., Hirani, A. N., Leok, M., Marsden, J. E., Discrete Exterior Calculus, arXiv Mathematics e-prints, 2005.
3. Hirani, A. N., Discrete Exterior Calculus, Caltech, 2003.
4. Seslija, M., Discrete geometry approach to structure-preserving discretization of Port-Hamiltonian systems, University of Grenigen, 2013.
5. Kotyczka, P. Numerical Methods for Distributed Parameter Port-Hamiltonian Systems, TUM University Press, 2019.

عنوان درس به فارسی:	یادگیری تعاملی		
عنوان درس به انگلیسی:	Interactive learning	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	۴۸	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- فهم این‌که موجودات زنده چگونه در تعامل با محیط یاد گرفته و رفتار خود را بهبود می‌دهند، یکی از زیرساخت‌های اصلی مورد نیاز برای ایجاد سیستم‌های مصنوعی است؛ با هدف آنکه با محیط خود تطبیق یابند و یاد گیرند که خدمات خود را با نیاز کاربران تنظیم کنند. هم‌چنین، توسعه‌ی روش‌های یادگیری تعاملیِ محاسباتی، بنیانِ هوش مصنوعی فراگیر است، تا بتوان سیستم‌های یادگیر مصنوعی را به سهولت برای انجام وظیفه‌های متنوع تولید کرد. هدف این درس، یادگیری این دو مبحث به صورت یک‌پارچه در چارچوب ریاضی و محاسباتی است. تمرکز بر روی روش‌های یادگیری تقویتی در محیط‌های گسسته و پیوسته و هم‌چنین مدل‌سازی رفتارهای یادگیری و تصمیم‌گیری است.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذرانند، قادر خواهند بود:

۱. یادگیری انسان و حیوان و رفتارهای تصمیم‌گیری را مدل کنند؛
۲. بر روی یادگیری و رفتارهای تصمیم‌گیری، تحلیل‌های آماری انجام دهند؛ تحلیل‌های ریاضی و محاسباتی روش‌های جدید یادگیری را انجام دهند و روش‌های یادگیری تقویتی موجود را بهبود دهند.
۳. وظیفه‌های بهینه‌سازی و یادگیری را در قالب یک مساله‌ی یادگیری تقویتی، بیان کنند؛
۴. روش‌های متنوع یادگیری تقویتی را در محیط‌های مختلف به کار گیرند و آنها را توسعه دهند؛ شامل
    - محیط‌های گسسته‌ی مارکوف،
    - محیط‌های پیوسته‌ی ماکوف،
    - محیط‌های ماکوف مشاهده‌پذیر جزئی؛

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی روش‌های تصمیم‌گیری انسان در شرایط فردی و اجتماعی؛
۲. معرفی بایاس‌های تصمیم‌گیری در انسان و اثر آن بر یادگیری؛
۳. الگوریتم‌های یادگیری تقویتی در وظیفه‌های تک مرحله‌ای؛
۴. تحلیل آماری و مدل‌سازی رفتارهای یادگیری؛
۵. مدل مارکوف برای محیط‌های گسسته و پیوسته؛
۶. روش‌های برنامه‌ریزی پویا در محیط‌های مارکوف گسسته؛
۷. روش‌های یادگیری تقویتی در محیط‌های مارکوف گسسته؛
۸. روش‌های یادگیری تقویتی در محیط‌های مارکوف پیوسته؛
۹. روش‌های یادگیری تقویتی عمیق؛
۱۰. معرفی یادگیری تقویتی سلسله مراتبی؛

۱۱. معرفی یادگیری تقویتی در محیط‌های مارکوف جزئی.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- پیاده سازی پروژه با استفاده از محیط‌ها و نرم‌افزارهای روزآمد
- ۵ الی ۶ تمرین، شامل پیاده‌سازی الگوریتم‌ها و مدل‌سازی رفتارها.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۷۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Sutton, Richard S., Andrew G. Barto. Reinforcement learning: An introduction. The MIT Press, 2018 .
2. Lattimore, Tor, Szepesvári, Csaba, Bandit Algorithm. Cambridge Univ Press, 2020.
3. Szepesvári, Csaba. Algorithms for reinforcement learning, Morgan and Claypool , 2009.
4. Glimcher, P.W. , Fehr, E. and Camerer, C. and Poldrack, R.A , Neuroeconomics: Decision Making and the Brain, Elsevier, 2008.
5. Olson M., Hergenhahn B.R. , An Introduction to the Theories of Learning, Prentice-Hall, 2012.

عنوان درس به فارسی:	هوش مصنوعی قابل اعتماد		
عنوان درس به انگلیسی:	Trustworthy AI		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐ نظری ☐
دروس هم‌نیاز:			تخصصی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	٤٨		رساله / پایان‌نامه ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

هدف اصلی درس:

- یادگیری مدل‌های هوش مصنوعی برای استفاده در شرایط واقعی

اهداف ویژه:

۱. یادگیری مدل‌های مقاوم در برابر نویز
۲. یادگیری مدل‌های مقاوم در برابر حمله‌های امنیتی
۳. یادگیری مدل‌های هوش مصنوعی منصفانه‌ای که در حوزه‌های انسانی تصمیم‌گیری می‌کنند.
۴. آشنایی با مفاهیم اخلاقی در هوش مصنوعی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آموزش مدل‌های مقاوم
۲. قابلیت تعمیم و مقاومت مدل‌ها
۳. یادگیری مدل‌ها با داده‌های نویزی (یادگیری تخاصمی)
۴. مدل‌های تجویزی (مدل‌هایی که برای انسان‌ها تصمیم‌گیری می‌کنند)
۵. مدل‌های تفسیرپذیر
۶. توضیح‌پذیری مدل‌های یادگیری ماشین
۷. حمله‌های امنیتی در مدل‌های یادگیری ماشین
۸. دفاع در مقابل حمله‌ها
۹. ایمنی و قابلیت اتکای مدل‌های هوش مصنوعی
۱۰. شفافیت، اخلاق و حریم خصوصی
۱۱. انصاف و عدالت در مدل‌های هوش مصنوعی
۱۲. اخلاق در هوش مصنوعی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- هر دانشجو باید ۴ پروژه را در طول ترم به صورت انفرادی انجام دهد. موضوع اصلی پروژه‌ها عبارتند از:
  ۱. مقاوم‌سازی
  ۲. تفسیرپذیری
  ۳. امنیت در یادگیری ماشین
  ٤. انصاف

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

پروژه‌ها	٪۴۰
امتحان میان‌ترم	٪۳۰
امتحان پایان‌ترم	٪۳۰

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- پایتون و PyTorch

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. https://christophm.github.io/interpretable-ml-book/
2. https://fairmlbook.org/
3. https://fairmlclass.github.io/
4. http://www.math.ku.dk/~peters/elements.htm

عنوان درس به فارسی:	مقدمه‌ای بر رباتیک		
عنوان درس به انگلیسی:	Introduction to Robotics	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- یادگیری مدلسازی حرکتی، کالیبراسیون، طراحی مسیر و کنترل بازوهای رباتیکی و رباتهای متحرک به همراه آشنایی با سیستم‌های سنسوری مربوطه و استفاده از روش‌های پیشرفته یادگیری ماشین برای برنامه‌ریزی و کنترل اینگونه سیستم‌ها هدف کلی این درس است.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند، قادر خواهند بود:

۱. سیستم‌های رباتیکی را مدل‌سازی و تحلیل کنند؛ شامل تحلیل

۱,۰. کینماتیک مستقیم،

۱,۱. کینماتیک معکوس،

۱,۲. دینامیک؛

۲. روش‌های طراحی مسیر حرکت مفصل‌ها را توسعه دهن و ابزارهای کالیبره کردن را به کار گیرند و آنها را توسعه دهند؛

۳. با استفاده از نرم‌افزارهای تجاری، ربات‌ها را شبیه‌سازی کنند و روش‌های کنترل ربات را توسعه دهند و آنها شبیه‌سازی کنند؛

۴. برای وظیفه‌های مختلف، سازوکارهای رباتیکی و سامانه‌های حسگری مناسب طراحی کنند؛ با قطعات پایه‌ی رباتیک، ربات‌های آزمایشگاهی بسازند و یادگیری ماشین را برای آموزش ربات برای انجام وظایف پیچیده بکار گیرند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- مفاهیم پایه رباتیک و حسگرها و محرکه‌ها؛

۲- حرکت صلب و تبدیل‌های همگن دستگاه مختصات؛

۳- کینماتیک مستقیم؛

۴- کینماتیک معکوس؛

۵- کینماتیک دیفرانسیلی؛

۶- تکینگی کینماتیک؛

۷- کالیبراسیون کینماتیک؛

۸- دینامیک حرکت؛

۹- طراحی مسیر حرکت؛

۱۰-کنترل ربات، شامل کنترل مستقل مفصل‌ها، دینامیک معکوس، کنترل نیرو، امپدانس و کنترل ترکیبی.

۱۱-سیستم‌های سنسوری

۱۲-معرفی روشهای اصلی یادگیری ماشین با کاربرد آموزش و کنترل ربات‌ها

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- پیاده سازی پروژه با استفاده از نرم‌افزار متلب یا سایر شبیه‌سازهای رباتیک.

- ۵ الی ۶ تمرین شامل مسایل نظری و شبیه سازی
- ۵ جلسه آزمایشگاه برای پیاده سازی عملی مباحث اصلی
- پروژه‌های اختیاری آزمایشگاهی.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- – قطعات برای ساخت ربات در آزمایشگاه
- –زیر ساخت‌ها مکانیکی و الکترونیکی لازم برای ساخت، تست و عیب‌یابی
- – سرور مناسب برای شبیه سازی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Craig, John J., Introduction to robotics: mechanics and control, Pearson Prentice Hall, 2018.
2. Spong, Mark W., Seth Hutchinson, and Mathukumalli Vidyasagar, Robot modeling and control., Wiley, 2006.
3. Sciavicco, Lorenzo, and Bruno Siciliano. Modelling and control of robot manipulators. Springer Science & Business Media, 2012
4. Selected paper on machine learning in robotics

عنوان درس به فارسی:	رباتیک پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Robotics	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	۴۸	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. آموزش طراحی مسیر برای رباتها با درجه آزادی بالا

۲. آموزش روشهای پایه فیلتر کردن همچون کالمن فیلتر و فیلتر ذرات در نقشه سازی و مکانیابی

اهداف ویژه:

با تمام کردن موفقیت آمیز این درس، دانشجویان میتوانند:

۱. از روش تصادفی در طراحی مسیر برای رباتهای با درجه آزادی بالا استفاده کنند.

۲. مدل سنسور و مدل حرکتی یک ربات را بدست آورند.

۳. میتوانند از فیلتر کالمن و فیلتر ذرات برای مکان یابی رباتهای موبایل استفاده نمایند

۴. میتوانند مفهوم مکانیابی و نقشه سازی همزمان را توضیح داده و استفاده نمایند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. طراحی مسیر برای رباتها با درجه آزادی بالا

۲. نقشه راههای تصادفی

۳. استفاده از PRM/RRT در زمینه های دیگر همچون انیمیشن و تحلیل پروتئین

۴. آشنایی با فیلترهای مختلف از جمله کالمن، کالمن توسعه یافته، و فیلتر ذرات

۵. مدل سنسور و مدل حرکت

۶. مکان یابی رباتها

۷. نقشه سازی

۸. مکان یابی و نقشه سازی همزمان

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- استفاده از کامپیوتر برای شبیه سازی و محاسبه
- استفاده از رباتهای کوچک برای انجام مکان یابی
- تکلیف ۱: طراحی مسیر
- تکلیف ۲: احتمالات و فیلترها
- تکلیف ۳: مدل سنسور و مدل حرکت
- تکلیف ۴: مکان یابی و ساخت نقشه
- پروژه ۱: طراحی مسیر برای یک ربات با درجه آزادی بالا
- پروژه ۲: مکان یابی در یک ماز

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۸۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. ترون و دیگران ، مکان یابی و ساخت نقشه: کتاب رباتیک تصادفی، ۲۰۰۵.

۲. بحث مسیر تصادفی: مقالات منتخب

3. Steven M. LaValle, Planning Algorithms, Cambridge University Press, 2006.

عنوان درس به فارسی:	حسابگری زیستی		
عنوان درس به انگلیسی:	Bio Computing	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد: ۳		**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت: ۴۸		**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- حل مشکل الهام گرفته از طبیعت به عنوان یک موضوع بسیار مهم در طی ده سال اخیر مطرح بوده است. این روش با استفاده از الهامات گرفته شده از زیست شناختی و جامعه حیوانات به طراحی الگوریتم جهت حل مشکلات در زندگی عادی می پردازد. درس حسابگری زیستی، شامل تحقیقات مرتبط با بحث هوش مصنوعی و رباتیک می باشد. این دوره به دانشجویان کمک می کند تا با دید متفاوت تری به مشکلات مهندسی نگاه کنند. همچنین نشان می دهد که چگونه علم کامپیوتر و رباتیک می تواند به فهم بهتر سیستمهای بیولوژیکی کمک رساند.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:

۱. درک وفهم کامل از طراحی biomimetic داشته باشند.
۲. روشهای الهام گرفته از طبیعت را جهت بهینه سازی مشکلات بکار گیرند.
۳. با روشهای حل مشکلات ازدحام جمعیت حیوانات آشنا شوند.
۴. درک اساسی و کامل از مواد، سنسورها، محرکها و کنترل کننده های بیولوژیکی داشته باشند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

بخش ۱ از کتاب Prof. Floreano

۱. معرفی
- Biomimetic و کاربرد آن در رباتیک
- سرگرمی
- آموزش
- بهداشت و درمان
- Telepresence
- Telesurgery
- رباتیکهای کمکی
- موجودات واقعی
- هنر

۲. الگوریتمهای تکاملی
- DNA
- رونوشت
- میتوز، میوز
- الگوریتم ژنتیکی
- برنامه نویسی ژنتیکی
- برنامه نویسی تکاملی

- استراتژی تکاملی

۳. Simulated Annealing
۴. حسابگری DNA
۵. ماشینهای سلول دار

بخش ۲ از کتاب Prof. Dorigo

۱- Swarm Intelligence
- خود سازمان
- Stigmergy
- کنترل ترافیک
- مشکل کوتاهترین مسیر
- Minimal spanning tree
- Travelling salesman problem
- بهینه سازی کلونی مورچه ها
- تقسیم کار
- تخصص
- خوشه کردن
- جور کردن
- پارتیشن کردن گراف
- قالب ها
- ساختار آشیانه
- حمل و نقل مشارکتی

۲- بهینه سازی ازدحام ذرات
۳- بهینه سازی زنبور
۴- الگوریتم کرم شبتاب
۵- بهینه سازی ازدحام کرم شبتاب

بخش ۳ از کتاب Prof. Bar Cohen

۱- سنسورهای الهام گرفته از طبیعت
- چشم
- سنجش از مادون قرمز
- LVDTs
- سنسور مغناطیس مقاومتی
- سنسور مقاومتی Piezo
- سنسور موجی الاستیک
- انعکاس صدا
- گوش مصنوعی
- بویایی
- سیستم چشایی
- Electroreception
- سنجش لمسی
- موی مصنوعی
- سنسور میدان مغناطیسی
- ساعت بیولوژیکی

۲- محرکهای الهام گرفته از طبیعت، مواد و اجزاء

- صدا
- انتشار نور
- ماهیچه
- محرکهای Pneumatic
- محرکهای هیدرولیک
- موتورهای الکترومغناطیس
- موتور Inchworm
- پمپها
- حفاران
- محرکهای در بهار لود شده
- Electroaction
- Beak / Trunk / Tube
- Gastobotics
- باله
- کشش سطحی
- آشیانه ها
- دفاع
- Anti-G suits

۳- حرکت و نقل و انتقالهای الهام گرفته از طبیعت

- پرواز: اشکال بال، بلند شدن هواپیما، سقوط/غوطه وری، Gliding، صعود ، بال زدن، معلق ، به زمین نشستن
- شنا کردن
- خزیدن
- غلت زدن
- جهیدن
- حرکت رباتهای پا دار
- حرکت سورتمه وار حیوانات
- بالا رفتن
- راه رفتن روی آب

۴- کنترل حرکت (این قسمت در امتحان پایان ترم نمی آید)

- سنتز ریاضی
- Modulated playback
- دینامیک غیر فعال
- فن آوری هوشمند مبتنی بر فیزیک
- روشهای مبتنی بر CPG
- نوسانگرها
- بهینه سازی راه رفتن

۵- کنترل کننده های الهام گرفته از طبیعت

- کنترل راکتیو
- کنترل مشورتی
- کنترل ترکیبی

- کنترل مبتنی بر رفتار
- زمینه های بالقوه

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۵ تا تمرین

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Floreano,mattiussi, Bioinspired Artificial Intelligence, 2008
2. Eric Bonabeau, Marco Dorigo, Guy Theraulaz, Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems, Oxford University Press, 1999
3. Bar Cohen, BIOMIMETICS-Biologically Inspired Technologies, 2006
4. Yoseph Bar-Cohen, Cynthia L. Breazeal, Biologically Inspired Intelligent Robots, SPIE Press, 2003
5. Marco Dorigo and Thomas Stützle, Ant Colony Optimization, The MIT Press, 2004

عنوان درس به فارسی:	سیستم‌های دینامیک در علوم اعصاب		
عنوان درس به انگلیسی:	Dynamical Systems in Neuroscience	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	۴۸	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. در این درس یک هدف اصلی تحلیل رفتار سیستم‌های عصبی (در مغز) از دیدگاه تئوری سیستم‌های دینامیک و به روش تحلیل هندسی است. نشان داده خواهد شد که چگونه بدون از دست دادن عمومیت مسئله می‌توان به لحاظ ریاضی خود را به مدل دینامیکی مرتبه۲ یک نورون محدود نمود و تحلیل‌های ریاضی لازم را انجام داد. تحلیل های ریاضی مطرح شده در این درس در ارتباط با انشعابهای ممکن در مدل دینامیکی نورون است و اینکه چگونه از دید ریاضی اعمال تحریک های مختلف منجر به تولید اسپایک یا رفتار پریودیک و یا تولید برست در مدلهای دینامیکی نورون می گردد.

۲. یکی از نتایج مهم این درس این است در سیستم‌های بیولوژیکی دیدگاه Reductionism در مدل‌سازی سیبرنتیکی نمی‌تواند تمام رفتارهای مشاهده شده را توضیح دهد و تعامل بین اجزا جهت درک رفتار و خواص مشاهده شده از سیستم بسیار مهم است.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند بر مطالب زیر احاطه قابل قبولی پیدا می کنند:

۱. مدل‌های محاسباتی مناسبی برای مدلسازی سیستم عصبی مغز تحت شرایط مختلف انتخاب یا توسعه و ارائه دهند.

۲. بین تعابیر فیزیولوژیکی و تحلیل‌های ریاضی مدلهای محاسباتی نورونی ارتباط برقرار کنند.

۳. با توجه به دیدگاه سیستمهای دینامیکی و با استفاده از مفهوم انشعاب (Bifurcation) تغییرات رفتاری نورونها و مدارهای نورونی متناظر قسمتهای مختلف مغز را توضیح دهند.

۴. از طریق مدل‌سازی بین سیگنال‌های (EEG و یا fMRI) ثبت شده از مغز و فعالیت‌های مدارهای نورونی تحت شرایط مختلف ارتباط برقرار نمایند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه
۲. الکتروفیزیولوژی تولید پتانسیل عمل در غشاء نورون
۳. مدل‌های محاسباتی برای یک نورون و مدل محاسباتی سیناپس بین دو نورون
۴. انواع مدلسازی محاسباتی مدارهای نورونی
۵. تئوری سیستم‌های دینامیک (سیستم‌های مرتبه ۱ و ۲) از دیدگاه هندسی
۶. تحلیل ریاضی انشعاب‌های (Bifurcation) مؤثر درتغییر رفتار نورون‌ها از spiking به tonic و بالعکس
۷. تحلیل ریاضی پدیده Bursting از دید سیستمهای دینامیکی
۸. تحلیل ریاضی همزمان شدگی در مدارهای نورون‌ها

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۸ تکلیف از مباحث درس همراه با شبیه سازی مجدد مدلهای ارائه شده در برخی مقالات
- انجام یک پروژه مدل‌سازی محاسباتی و شبیه‌سازی از یک سیستم نورونی در مغز، بر اساس یک مقاله انتخاب شده از یک ژورنال معتبر و با هماهنگی مدرس درس و بررسی و تحلیل ابعاد مختلف تدریس شده در کلاس بر روی مثالی متفاوت با آنچه در کلاس تدریس گردید.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون میانی نیم‌سال	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Eugene M. Izhikevich, Dynamical Systems in Neuroscience: The Geometry of Excitability and Bursting, The MIT Press, 2007.
2. Gerstner W., Kistler W. M., Naud R. , Paninski L., Neuronal Dynamics: From Single Neurons to Networks and Models of Cognition, Cambridge University Press, 2014.
3. Ermentrout , Terman, Mathematical Foundations of Neuroscience, Springer Verlag, 2010.
4. Strogatz, Nonlinear Dynamics and Chaos, Perseus Books, 1994.
5. D. Jaeger, Y. Jung, Encyclopedia of Computational Neuroscience, Springer Verlag, 2015.

عنوان درس به فارسی:	استنباط آماری		
عنوان درس به انگلیسی:	Statistical Inference	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	۴۸	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- تشخیص اهمیت جمع‌آوری داده، محدودیت‌های آن و اثرات آن بر استنباط آماری، استفاده از نرم‌افزار آماری R جهت خلاصه‌سازی داده به صورت عددی و تصویری، درک مفهومی مباحث بنیادی استنباط آماری، مدلسازی و بررسی روابط بین متغیرهای مختلف، تفسیر صحیح نتایج آزمون‌های آماری، نقد ادعاهای مبتنی بر داده و ارزیابی تصمیمات مبتنی بر این ادعاها، انجام پروژه تحقیقاتی عملی برای به کارگیری مطالب آموخته شده به منظور حل یک مسئله کاربردی

اهداف ویژه:

گذراندن موفقیت‌آمیز این درس به دانشجویان:

۱. دانش و توانایی تحلیل داده و استنباط آماری را داده و
۲. آنها را با مطالب ابتدایی لازم برای چنین تحلیل‌هایی آشنا می‌سازد.
۳. دانشجویان استفاده از استنباط آماری برای تصمیم‌گیری و ارزیابی ادعاهای مبتنی بر داده را می‌آموزند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر تحلیل داده
- روشهای جمع‌آوری داده
- استراتژی‌های نمونه‌برداری
- طراحی آزمایش
- بررسی داده‌های عددی
- تحلیل داده‌های رسته‌ای

۲. مروری بر نظریه احتمال
- تعریف احتمال
- احتمال شرطی
- متغیرهای تصادفی
- توزیع‌های احتمالاتی

۳. مبانی استنباط آماری
- تخمین پارامتر
- قضیه حد مرکزی
- بازه اطمینان
- آزمون فرض و استفاده از p-value
- خطاهای تصمیم‌گیری

۴. استنباط آماری برای متغیرهای عددی

- استنباط میانگین نمونه با استفاده از توزیع t
- اختلاف دو میانگین
- محاسبه توان آماری یک آزمون
- مقایسه بیش از دو میانگین به کمک تحلیل واریانس (ANOVA)

۵. استنباط آماری برای متغیرهای رسته‌ای

- ستنباط یک نسبت تنها
- مقایسه دو نسبت
- مقایسه بیش از دو نسبت
- آزمون‌های chi-square
- آزمون آماری با استفاده از نمونه کوچک

۶. رگرسیون خطی

- رابطه بین دو متغیر عددی
- رگرسیون خطی با یک پیشبینی‌کننده
- استنباط با استفاده از رگرسیون خطی

۷. رگرسیون خطی چندگانه

- رگرسیون خطی با چند پیشبینی‌کننده (MLR)
- استنباط آماری با استفاده از MLR
- انتخاب مدل بررسی مدل

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- **انجام یک پروژه تحلیل داده بر روی یک مجموعه داده بزرگ با استفاده از نرم‌افزار R**
- **دانشجویان موظف به انجام ٦ سری تمرین نظری و ٦ سری تمرین کامپیوتری هستند.**

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

تکالیف:		۲۰درصد
پروژه:		۲۰درصد
امتحان	میان‌ترم:	۲۰درصد
امتحانپایان‌ترم:		۴۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- **دانشجویان برای انجام تکالیف کامپیوتری و پروژه پایانی از نرم‌افزار R برای انجام تحلیل‌های آماری استفاده می‌کنند.**

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. L. Ott, M. Longnecker, An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis, Duxbury, 2008.
2. D. Diez, C.Barr, M. Cetinkaya-Rundel, OpenIntro statistics, OpenIntro, 2012.
3. J. Rice, Mathematical statistics and data analysis. Cengage Learning, 2006.

عنوان درس به فارسی:	بینایی ماشین		
عنوان درس به انگلیسی:	Machine Vision		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** □ **عملی** □
تعداد واحد:	۳		**اختیاری** ■ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	۴۸		**رساله / پایان‌نامه** □

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- در این درس روشها و فن آوری های مطرح بینایی ماشین در سطح تحصیلات تکمیلی ارایه می گردد. هدف این درس فراهم نمودن مفاهیم پایه ای قوی و ارایه تکنیک های مرسوم بینایی ماشین می باشد. در این دوره مطالب مربوط به تبدیلات هندسی، تبدیل افاین، افکنش های موازی و پرسپکتیو، نکات مربوط به نور پردازی، ایجاد منحنی ها و سطوح پارامتریک مختلف مطرح می گردد. این دوره همچنین بر موضوعات اساسی مانند تناظریابی نقاط بین تصاویر گرفته شده از نماهای مختلف، تولید تصویر پانورامیک و تخمین عمق تمرکز خواهد داشت. هدف این دوره توانمند سازی میدانی دانشجویان برای انجام کارهای نظری و عملی در حیطه ماشین بینایی می باشد. توجه به این نکته ضروری است که این درس با درس پردازش تصویر مرسوم متفاوت بوده، و از روشهای مبتنی بر هندسه سه بعدی و روش های ریاضی برای بازیابی داده های سه بعدی از یک یا چند تصویر دو بعدی استفاده می کند. یکی از اهداف درس بکارگیری نقاط بازسازی شده سه بعدی و مرتب سازی آنها و ارایه مدل سه بعدی مناسب از صحنه می باشد. در این درس در صورت نیاز از روشهای پردازش تصویر به عنوان متدولوژی و در دسترس استفاده می گردد. یکی از اهداف ارایه این درس معرفی روشهای مکمل با پردازش تصویر برای حل مسایل حوزه مهندسی تصویر میباشد که حل آن با روشهای پردازش تصویر مرسوم به تنهایی دشوار، کند و یا پر هزینه می باشد. در این درس دانشجویان همچنین با آخرین تحقیقات در حوزه مربوطه آشنا گردیده و آماده کار تئوری و عملی میدانی خواهند گردید.

اهداف ویژه:

با گذراندن موفق این درس انتظار می رود که دانشجوی مقطع تحصیلات تکمیلی قادر باشد:

۱. هندسه تصاویر ایجاد شده بر اساس افکنش را درک کنند، بتواند تکه سطح را از نقاط کنترل داده شده مدل کند و از تکه سطح ها مدل سه بعدی ایجاد نماید. برای سطوح تولید شده نورپردازی ارایه کند، ماتریس افکنش را از پارامترهای درونی و بیرونی دوربین ایجاد نماید. از هندسه اپی پلار برای کوچک نمودن فضای جستجوی یافتن نقاط متناظر دو دوربین که از یک صحنه تصویر گرفته اند استفاده نماید.

۲. دانشجو باید بتواند با استفاده ازالگوریتم تطبیق استریو تصاویری هم راستا از دو دوربین محتلف ایجاد نماید و همچنین تصویری پانورامیک از چندین عکس گرفته شده ایجاد نماید. دانشجو باید بتواند پیاده سازی و برنامه نویسی عملی موارد فوق را به انجام برساند. همچنین دانشجو باید بتواند به درک عمیق و تحلیل ادبیات موضوع بینایی ماشین تسلط داشته و در فهم آخرین دستاوردهای پژوهشی روز توانایی کافی داشته باشد.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تبدیلات هندسی و افکنش
۲. تناظریابی
۳. کالیبراسیون دوربین
۴. هندسه اپی پولار
۵. بینایی استریو
۶. تخمین شکل
۷. نورپردازی
۸. مدل سازی و نمایش سه بعدی
۹. تخمین حرکت

۱۰. موضوعات پیشرفته

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تکالیف مبتنی بر مطالب درس
- پروژه پیاده سازی کامپیوتری
- گزارش و ارایه تحقیقاتی
- پروژه های کلاسی، پروژه امتحانی و پروژه پایانی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۷۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. David Forsyth, Jean Ponce, Computer Vision: A Modern Approach, Pearson, 2011.
2. Emanuele Trucco, Alessandro Verri, Introductory Techniques for 3-D Computer Vision, Prentice Hall, 1998.
3. Richard Szeliski, Computer Vision: Algorithms and Applications, Springer, 2022.
4. Daniel Lélis Baggio, Shervin Emami, David Millán Escrivá, Khvedchenia Ievgen, Naureen Mahmood, Jasonl Saragih, Roy Shilkrot, Mastering OpenCV with Practical Computer Vision Projects, Packt Publishing, 2012.
5. Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, Brian G. Schunck, Machine Vision, Indo American Books, 2016.

عنوان درس به فارسی:	پردازش تصاویر دیجیتال		
عنوان درس به انگلیسی:	Digital Image Processing (DIP)		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** □ **عملی** □
تعداد واحد:	۳		**اختیاری** ■ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	۴۸		**رساله / پایان‌نامه** □

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

هدف از این درس:

۱. یادگیری الگوریتم‌های پردازش تصاویر دیجیتال و نحوه پیاده‌سازی آن‌ها
۲. کسب تجربه در اعمال الگوریتم‌های پردازش تصویر

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند:

۱. قادر خواهند بود فیلترهای مختلف را بر روی تصاویر دیجیتال اعمال کنند.
۲. قادر خواهند بود پردازش تصاویر رنگی را انجام دهند.
۳. قادر خواهند بود پردازش مولتی–رزولوشن تصاویر دیجیتال را انجام دهند.
۴. روش‌های پایه فشرده‌سازی تصویر، الگوریتم‌های مورفولوژی، و بخش‌بندی تصاویر را می‌دانند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. اخذ تصویر
۲. بهبود و فیلترینگ تصویر
۳. بازیابی تصویر
۴. پردازش تصویر رنگی
۵. ویولت و پردازش مولتی–رزولوشن
۶. فشرده‌سازی تصویر
۷. پردازش مورفولوژیکی
۸. بخش‌بندی تصویر
۹. توصیف و نمایش تصویر
۱۰. شناسایی شیء

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- انجام ۹ تکلیف از مباحث درس که شامل سوالات نظری و بخش پیاده‌سازی است.
- مطالعه و یا پیاده‌سازی یک یا تعدادی از جدیدترین مقالات در زمینه مباحث درس.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی و آزمون ها در طول نیم‌سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. R. C. Gonzalez, R. E. Woods, Digital Image Processing, Pearson Prentice Hall, 2008.
2. R. C. Gonzalez, R. E. Woods, S. L. Eddins, Digital Image Processing using MATLAB, Pearson Prentice Hall, 2004.
3. IEEE Transactions on Image Processing, https://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=83
4. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, https://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=34

عنوان درس به فارسی:	ریاضیات مهندسی پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Engineering Mathematics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. ایجاد دانشی قوی در ریاضیات تحلیلی و کاربردی برای دانشجویان رشته مهندسی برق (مخابرات میدان)

۲. گسترش روش های ریاضی و مبانی تحلیلی لازم برای حل مسایل گوناگون مهندسی

اهداف ویژه:

۱. مدل سازی و فرمولبندی مسایل مختلف الکترومغناطیسی و مخابرات میدان

۲. دانش و ابزاری قوی در بررسی مسایل مقادیر مرزی و موضوعات کاربردی مخابرات میدان

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. نظریه اشتورم–لیوویل ، حساب تغییرات ، و توابع تعمیم یافته

۲. مسایل مقدار مرزی و توابع گرین در یک، دو، یا سه بعد،

۳. نگاشت همدیس (Conformal) و کاربرد آن در تعیین توابع گرین و بررسی خطوط انتقال

٤. معادلات و تبدیل های انتگرالی، و کاربرد آنها،

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۱۰ تا ۱۲ تکلیف
- یک پروژه نهایی

ث) را هبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی و ارزیابی در طول نیم‌سال	۶۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. D. G. Dudley, Mathematical Foundations for EM theory, IEEE Press, 1994
2. H. W. Wyld, Mathematical Methods for Physics, Benjamin Inc., 1979
3. G. B. Arfken, H. J. Weber, F. E. Harris, Mathematical Methods for Physicists, a Comprehensive Guide, Academic Press, 2012
4. Michio Masujima, Applied Mathematical Methods in Theoretical Physics, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2005
5. R.E., Collin; Field Theory of Guided Waves, IEEE Press, 1991

عنوان درس به فارسی:	بهینه سازی محدب		
عنوان درس به انگلیسی:	Convex Optimization	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی**□	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	۴۸	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- درس بهینه سازی محدب با هدف آشنایی دانشجویان با مدل سازی ریاضی مساله های فنی با کمک مسائل بهینه سازی طراحی شده است. داتشجویان در این درس با مسائل بهینه سازی آشنا شده و شرایط محدب بودن مساله را فرا می گیرند. آشنایی با روش های حل مسائل محدب شامل روشهای تحلیلی و روشهای عددی از اهداف دیگر درس است.

اهداف ویژه:

پس از گذراندن این دوره ، دانشجویان با مفاهیم زیر آشنا می شوند:

۱. تابع محدب، قید محدب، و مساله محدب
۲. مساله دوگان و ضرایب لاگرانژ و روش حل مسائل بهینه سازی محدب با کمک شرایط KKT
۳. گونه‌های مختلف مسایل بهینه سازی از جمله least squares, خطی، quadratic, semidefinite programming, minimax و روش حل عددی مسائل بهینه سازی
۴. کاربردهای بهینه‌سازی در یادگیری ماشین، آنالیز سیگنال، آمار، کنترل، ، سایر رشته‌ها از جمله بیولوژی و مکانیک و طراحی مدارهای آنالوگ و دیجیتال و اقتصاد.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مساله محدب
- مرور جبر خطی
- توابع محدب
- قیود محدب
- مساله بهینه سازی محدب

۲. تابع و ضرایب لاگرانژ
۳. قیود KKT
۴. مساله دوگان
۵. مسائل با چند تابع هدف
۶. انواع مسایل بهینه‌سازی محدب:
- Least squares
- LP
- QP
- SOCP
- SDP

۷. مسایل Minimax, مسایل حجمی و هندسی، مسایل آماری
۸. روش های حل عددی مساله محدب
- روش گرادیان

- روش نیوتون
- روش interior point method
- تحلیل همگرایی

۹. کاربرد مدلسازی ریاضی و بهینه‌سازی در زمینه‌های مختلف:

- آنالیز سیگنال
- آمار
- کنترل
- یادگیری ماشین
- مخابرات
- طراحی مدارهای آنالوگ و دیجیتال
- اقتصاد
- مهندسی مکانیک

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۷ تا ۹ تکلیف

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۷۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. S. Boyd and L Vanderberghe, Convex Optimizations, Cambridge University Press, 2004.
2. D. Bertsekas, Nonlinear programming, Athena Scientific, 2016.
3. Y. Nesterov, Introductory Lectures on Convex Optimization, Springer, 2004.

عنوان درس به فارسی:	بهینه‌سازی پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Optimization	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	۴۸	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- اکثر مسائل مهندسی نیاز به کمینه‌کردن یک تابع خاص برای تعیین پارامترهای بهینه در مدل مهندسی توسعه داده شده دارند. در این درس مسائل بهینه‌سازی که به صورت بهینه قابل حل هستند به تفصیل توضیح داده می شوند. مهندسین با توجه به مطالب ارائه شده در این درس قادر خواهند بود مدل خود را با دید قابلیت بهینه شدن طراحی کنند. اگر الگوریتم خاصی برای حل مسأله فرد موجود نباشد، فرد ابزار مورد نیاز برای توسعه الگوریتم مورد نیاز خود را خواهد داشت. بعلاوه در این درس روش‌های حل مسائل بهینه‌سازی با بعد بالا که در هوش ماشین کاربرد دارد ارائه خواهد شد.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند:

۱. قادر به تشخیص قابل حل بودن یک مسأله با روش‌های بهینه‌سازی خواهند بود.
۲. خواهند توانست روش‌های بهینه‌سازی مقید، نامقید، حداقل مربعات غیرخطی و غیره را برای حل مسأله خود بکار گیرند.
۳. قادر خواهند بود تشخیص دهند که آیا نقطه کمینه محلی و فراگیر مسأله‌ای که با آن درگیر هستند یکی می‌باشد.
٤. قادر خواهند بود روش‌های خاص بهینه‌سازی برای حل مسأله خود ابداع کنند. داشتن دید ریاضی و هندسی به مسأله بهینه‌سازی به فرد قابلیت توسعه مدل‌های بهینه‌تری را خواهد داد.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. پایه‌های بهینه‌سازی نامقید
۲. روش‌های جستجوی خط
۳. روش‌های ناحیه قابل اعتماد
۴. روش گرادیان مزدوج و روش شبه نیوتن
۵. روش‌های بدون نیاز به گرادیان
۶. روش حداقل-مربعات
۷. پایه های بهینه سازی مقید
۸. بهینه‌سازی بر روی مجموعه محدب
۹. بهینه سازی درجه دو
۱۰. روش لاگرانژ اضافه شده
۱۱. روش درجه دوم متوالی
۱۲. روش نقطه درونی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- پیاده سازی تمارین و پروژه درسی با کامپیوتر.
- ۵ الی ۶ تمرین که از بخش‌های مختلف تعیین می‌گردد
- توانایی بکارگیری مطالب ارائه شده در درس برای حل یک مسأله واقعی در قالب یک پروژه به دانشجویان آموزش داده می شود.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۶۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Jorge Nocedal , Stephen J. Wright, Numerical Optimization. Springer Series in Operations Research and Financial Engineering, 2006.
2. Dimitri P. Bertsekas, Nonlinear Programming. Athena Scientific Publication, 1999.
3. Stephen Boyd , Lieven Vandenberghe. Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004.

عنوان درس به فارسی:	تحلیل داده		
عنوان درس به انگلیسی:	Data Analytics	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. هر روز حجم داده ای که در دسترس ما قرار دارد افزایش پیدا می‌کند. این اتفاق هم یک تهدید ایجاد می‌کند هم یک فرصت. فرصت جدید این است که داده های جدید به ما کمک می‌کند که درک بهتری نسبت به محیط خود داشته باشیم و تصمیمات بهتری بگیریم. تهدید جدید این است که پیدا کردن شهود درست روز به روز سخت تر می‌شود.

۲. هدف این درس این است که به دانشجویان کمک کند تا بتوانند شهود بهتری نسبت به محیط خود پیدا کنند. در پایان این درس دانشجویان می‌توانند: با ۱- جدید ترین ابزارهای تحلیل داده و ۲- تکنیک‌های تحلیل داده آشنا شوند و این توانایی را برای ۳- تحلیل داده و ۴- انتقال و انتشار نتایج استفاده کنند. این درس به دانشجویان کمک می‌کند که بتوانند مهارتهای ریاضی و یادگیری ماشین خود را در مسائل واقعی به کار بگیرند. این درس دانشجوها را آماده می‌کند تا بتوانند ابزارهای جدید یادگیری ماشین و تحلیل داده را برای استنباط الگوهای داده استفاده کنند و بتوانند راجع به آینده داده پیش گویی کنند.

اهداف ویژه:

۱. دانشجویان در پایان درس باید بتوانند چیزهایی را در داده ببینند که بقیه نمی‌توانند ببینند.

۲. این درس یک تفاوت عمده با دروس یادگیری ماشین دارد. در دروس مرتبط به یادگیری ماشین دانشجویان مطالب متعددی را یادمی‌گیرند، اما هدف این نیست که بتوانند این مطالب را در مسائل روزمره به کار بگیرند. در مقابل در این درس هدف این است که دانشجویان مهارت این را پیدا کنند که بتوانند از داده ای که مطالعه می‌کنند شهود مناسبی به دست آورند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. فرآیند تحلیل داده:
- فلسفه علوم داده
- کاربردهای علوم داده
- اشتباهات شایع در درک داده
- نمونه برداری و آماده سازی داده برای تحلیل
- طراحی درست آزمون
- شهود و راههای مطرح کردن فرضیه

۲. پیدا کردن شهود جدید روی داده
- مقدمه ای بر کاوش در داده
- نمایش برای کاوش در داده
- هیستوگرامها
- تست A/B و مقایسه
- همبستگی و علیت
- ارتباطات داده و مصالحه ها
- تحلیل سری های زمانی

۳. نمایش اطلاعات و انتقال شهود

- نمایش درست و غلط داده
- نمایش برای انتقال یافته ها
- نمایش برای قانع کردن مخاطب
- داستان گویی با کمک داده

۴. استنباط آماری

- مساله ی توضیع داده در یادگیری بیزین
- نگاه بیزین به classification
- نگاه بیزین به regression
- مدل سازی آماری
- مدل های گرافیکی
- شبکه های بیزین
- مدل های زمانی و مارکف
- مدل های مارکوف پنهان

۵. تحلیل پیش بینی

- مثالهای مساله های پیش بینی
- رگرسیون
- سیستمهای پیشنهاد دهنده

۶. یادگیری عمیق

- مقدمه
- شبکه های عصبی کانولوشن
- داده های imagenet و انقلاب شبکه عصبی
- شبکه های عصبی بازگشتی و یادگیری تقویتی
- کاربردهای یادگیری عمیق
- یادگیری توضیع شده

۷. یادگیری ماشین با سوپرویژن پایین

- خوشه بندی فازی و احتمالی
- پروتوتایپ های خوشه بندی
- خوشه بندی با نظریه اطلاعات
- یادگیری شبه نظارت شده
- انتقال یادگیری از یک دومین به یک دومین دیگر
- پیشرفت های جدید در یادگیری خودکار
- ترکیب امتیازات و رای گیری

۸. امنیت داده

- اخلاقیات و حریم شخصی
- جنبه های قانونی حریم شخصی
- بی نام سازی و رمزگذاری داده

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- دانشجویان تمرینهایی خواهند داشت که مهارتشان را در استفاده از ابزار های تحلیل داده افزایش دهند.

- یک پروژه شبیه‌سازی یا کار با ابزار مرتبط در راستای پیاده‌سازی مفاهیم مرتبط با توزیع‌شدگی یا کنترل در سیستم‌های سایبر–فیزیک با مقالات مرتبط همراه با تحلیل نتایج و ارائه موضوع.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۷۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Scott Berinato , Good Charts: The HBR Guide to Making Smarter, More Persuasive Data Visualizations, Harvard Business Review Press, 2016.
2. C.N. Knaflic, Storytelling with Data, John Wiley & Sons, 2015.
3. Jure Leskovec, Anand Rajaraman, Jeff Ullman, Mining of Massive Datasets, Cambridge University Press, 2011.
4. R,Rafael A. Irizarry , Introduction to Data Science,Data Analysis and Prediction Algorithms, CRC Press, 2019.

عنوان درس به فارسی:	شبکه های هوشمند انرژی		
عنوان درس به انگلیسی:	Smart Energy Grids	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- آشنایی با شبکه های هوشمند انرژی الکتریکی که دارای بستر مخابراتی با قابلیت های پایش، جمع آوری اطلاعات، پردازش اطلاعات و کنترل است میباشد.

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با زیرساخت اندازه گیری پیشرفته، خانه هوشمند، خودروی الکتریکی قابل اتصال به شبکه، تولید پراکنده انعطاف پذیر صحبت خواهد شد.
۲. آشنایی با نقش اطلاعات، بهینه سازی و تصمیم گیری چند عامله

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه ای بر شبکه های هوشمندبازی های استراتژیک
۲. زیرساخت اندازه گیری پیشرفته (AMI)
۳. ساختمان هوشمند
۴. پاسخ گویی تقاضا (DR)
۵. خودروی برقی هیبرید قابل اتصال به شبکه
۶. تولید پراکنده انعطاف پذیر
۷. بازارهای محلی و تراکنشی برق
۸. تاب آوری و خود بازیابی شبکه های توزیع
۹. کاربرد های بهینه سازی توزیع شده و نظریه بازی ها در شبکه های هوشمند

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- مطالعه کتابهای مرجع، مطالعه و ارائه مقالات، انجام پروژه

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- کامپیوتر، پروژکتور، اینترنت

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

6. Fang, Xi, et al. Smart grid—The new and improved power grid: A survey. IEEE communications surveys & tutorials, 2011.
7. Farhangi, Hassan, The path of the smart grid, IEEE power and energy magazine, 2009.

8. Gungor, Vehbi C., et al. Smart grid technologies: Communication technologies and standards, IEEE transactions on Industrial informatics 7.4 , 2011.

عنوان درس به فارسی:	شبکه‌های اجتماعی		
عنوان درس به انگلیسی:	Social Networks	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	۴۸	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- هدف از این درس ارائه مفاهیم پایه شبکه های اجتماعی، تحلیل و کاربردهای آنها برای حل مسایل محاسباتی در حوزه علوم اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و فناوری اطلاعات میباشد.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود

۱. مدلهای تولید گرافهای تصادفی و توپولوژی آنها را بشناسند
۲. معیارهای مرکزیت نودها و یالهای گراف را بشناسند و معیارهای مرکزیت دلخواه را توسعه دهند.
۳. گراف و نودها و یالها را بر اساس معیارهای مرکزیت تفسیر و تحلیل کنند
۴. انجمنها و گروه های گراف را تشخیص دهند
۵. الگوریتمهای گراف را برای استفاده در شبکه های بزرگ ساده کنند.
۶. گراف ها را به بهترین نحو نمایش دهند و از آنها اطلاعات بصری استخراج کنند.
۷. نحوه پخش اطلاعات و اشیاء در شبکه و مدلهای آن را تجزیه و تحلیل کنند

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- گرافهای تصادفی، قانون توانی، خاصیت دنیای کوچک، شبکه های مستقل از مقیاس، تولید گرافهای تصادفی
۲- اندازه گیری و شاخصهای شبکه: معیارهای مرکزیت، درجه، نزدیکی، بینابینی، نامرکزیت، کارایی، دسترسی، شعاعی بودن، معیارهای حیاتی، معیارهای مبتنی بر شاشرش، پیمایش تصادفی، HITS، رتبه صفحه
۳- تعادل ساختاری، تراگذری، خوشه پذیری، زیرگرافهای پرتکرار، روابط دوطرفه، قدرت ارتباطات ضعیف
۴- شبکه‌های شغلی، همنرنگی با جماعت، تاثیر اجتماعی، بستارها، مدل شیلینگ
۵- انجمنها و گروههای متحد: clique n-cliques، k-plexes، k-cores، n-clan، n-club، lambda sets، LS-sets، خوشه بندی سلسله مراتبی، خوشه بندی تقسیمی، خوشه بندی تجمیعی، جایگشت ماتریس، روشهای نیومن، بهینه سازی مآزولاریتی، روش لووین، روش اینفومپ، خوشه بندی همپوشان، روشهای خوشه بندی الهام گرفته از طبیعت
۶- مدلهای انتشار، مدلهای گسترش اپیدمی، مدلهای پخش شایعه، مدلهای گسترش اطلاعات، مدلهای گسترش عقیده، مساله افراد تاثیرگذار
۷- موضوعات خاص: پیش بینی لینک، ردگیری انجمنها، نمونه برداری از گراف، همسانی ساختاری، گرافهای چند لایه

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- پیاده سازی تمرینهای کامپیوتری با استفاده از زبانهای مختلف برنامه نویسی و متلب
- استفاده از ابزارهای تحلیل و بازنمایی گراف
- استفاده از ابزارهای داده کاوی
- ۵ تمرین که در بخشهای مختلف تعریف می‌گردد
- یک پروژه گروهی، علاوه بر تمرینها، که در طول ترم انجام میشود و از جلسات ابتدایی درس موضوع کلی آن مشخص میشود.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۷۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Easley, Kleinberg, Networks, Crowds, and Markets Reasoning about a Highly Connected World, 2010.
2. Barabasi, Linked the new science of networks, 2002.
3. S. Wasserman and K. Faust, Social Network Analysis, 1994.
4. Fortunato, Community detection in graphs, 2010.
5. Costa et al, Characterization of complex networks A survey of measurements, 2008.

عنوان درس به فارسی:	مبانی علوم شناختی		
عنوان درس به انگلیسی:	Introduction to cognitive neuroscience	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	۴۸	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- هدف درس آشنایی دانشجویان با مبانی علوم شناختی است به گونه ای که با تاریخچه این حوزه آشنا شوند و بخش های تحقیقانی مختلف را بشناسند، همچنین با تحلیل های آماری متداول در این حوزه آشنا شده و بتوانند مقالات منتشر شده را شبیه سازی کنند و نحوه طراحی آزمایش و کار با ابزارهای موجود بیاموزند.

اهداف ویژه:

دانشجویان خط های تحقیقاتی مختلف را می شناسند

۱. توانایی مطالعه و شبیه سازی مقالات این حوزه را خواهند داشت
۲. تحلیل های رایج آماری در مقالات را فرا می گیرند
۳. با ابزار و نحوه جمع آوری انواع داده آشنا می شوند
۴. نحوه طراحی آزمایش برای پاسخ دادن به یک سوال مشخص را می آموزند

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه ای بر تاریخچه علوم شناختی
۲. ارتباط رفتار و مغز
۳. سلول های نورونی و گلیالی
۴. غشا نورونی در حالت استراحت
۵. پتانسیل عمل
۶. انتقالات سیناپسی و سیستم پیام رسان عصبی
۷. روان–فیزیک
۸. معادلات هاجکین–هاکسلی
۹. مدلLeaky integrate-and-fire

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۵ تمرین که شامل تحقیق و شبیه سازی محاسباتی هستند
- یک پروژه نهایی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۷۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Kandel, Eric R., et al. Principles of Neural Science. McGraw-Hill Professional, 2012.
2. Bear, Mark F., et al. Neuroscience: Exploring the Brain, Wolters Kluwer, 2016.
3. Dayan, Peter, L. F. Abbott. Theoretical Neuroscience: Computational and Mathematical Modeling of Neural System. MIT Press, 2001.
4. Gerstner, Wulfram, et al. Neuronal Dynamics from Single Neurons to Networks and Models of Cognition. Cambridge University Press, 2014.

عنوان درس به فارسی:	سیستم های کنترل حرکت پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced motion control systems	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری–عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

۱. یادگیری مدل‌سازی دینامیکی موتورهای الکتریکی AC
۲. آشنایی عمیق با اصول، روشها و سیستمهای کنترل موتورهای الکتریکی AC

اهداف ویژه:

۱. نیازمندی‌ها و کاربردهای اصلی سیستم‌های کنترل موتورهای الکتریکیAC
۲. آشنایی با مدل‌سازی دینامیکی موتورهای الکتریکی AC
۳. درک عمیق اصول کنترل برداری، کنترل مستقیم گشتاور و کنترل ترکیبی موتورهای الکتریکی AC
۴. یادگیری سیستم‌های کنترل موتورهای الکتریکی AC بر پایه اصول روش‌های کنترلی بالا

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه
۲. نگاه کلی به سیستم کنترل حرکت پیشرفته
۳. مدل‌سازی دینامیکی موتورهای سنکرون آهنربای دائمی
۴. کنترل برداری موتورهای سنکرون آهنربای دائمی
۵. مدل‌سازی دینامیکی موتورهای القایی
۶. کنترل برداری موتورهای القایی
۷. کنترل مستقیم گشتاور موتورهای سنکرون آهنربای دائمی
۸. کنترل مستقیم گشتاور موتورهای القایی
۹. کنترل ترکیبی موتورهای الکتریکیAC
۱۰. شبیه‌سازی سیستم‌های کنترل حرکت پیشرفته
۱۱. پیاده‌سازی سیستم‌های کنترل حرکت پیشرفته

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد تکلیف، ۱۰ درصد ارائه مقاله، ۲۰ درصد پروژه پایانی
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. S. Vaez-Zadeh, Control of Permanent Magnet Synchronous Motors, Oxford University Press, 2018.
2. B. K. Bose, Power Electronics and Motor Drives, Advances and Trends, Elsevier, 2020.
3. P. Vas, Sensorless Vector and Direct Torque Control. Oxford University Press, 1998.

عنوان درس به فارسی:	یادگیری ماشین		
عنوان درس به انگلیسی:	Machine Learning	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	٤٨	رساله / پایان‌نامه ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- هدف این درس بررسی قضایا، اصول و الگوریتم های یادگیری ماشین جهت ساختن سیستم طبقه‌بندی است که از تجارب و داده‌های گذشته یادگیری داشته باشد. در این درس، مفاهیم مدل‌های آماری تابع توزیع به صورت پارامتری و ناپارامتری، تصمیم‌گیری و یادگیری آماری مورد بحث قرار می‌گیرد. به صورت ویژه تمرکز این درس روی طبقه‌بندی، انتخاب ویژگی، طبقه‌بندهای شبکه عصبی و تخمین آماری تابع توزیع می‌باشد.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:

۱. یادگیری مفاهیم اصلی بازشناخت الگو و یادگیری ماشین
۲. طراحی و پیاده‌سازی روش‌های طبقه‌بندی مهم
۳. پیاده‌سازی الگوریتم‌ها و قضایای بازشناخت الگو در حوزه‌های کاری دانشجویان

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی و آشنایی با مفاهیم بازشناخت الگو
۲. بازشناخت آماری الگو
۳. استخراج و ترکیب ویژگی‌ها
۴. طبقه‌بندهای خطی
۵. ماشین بردار پشتیبان
۶. شبکه عصبی مصنوعی جهت طبقه‌بندی
۷. خوشه‌بندی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۵ تا ۷ تکلیف
- ۱ پروژه

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. R. O. Duda, P. E. Hart, and D. G. Stork, Pattern Classification. Wiley-Interscience , 2000.
2. S. Theodoridis and K. Koutroumbas, Pattern Recognition, Academic Press , 2009.

3. Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.

عنوان درس به فارسی:	منطق فازی		
عنوان درس به انگلیسی:	Fuzzy Logic	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

هدف از این درس، بررسی منطق فازی، فلسفه منطق فازی، کاربرهای آن در مهندسی، و تحقیقات جدید در زمینه منطق فازی است.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را پشت سر بگذارند قادر خواهند بود که:

۱. درک صحیح از تفاوت بین منطق فازی و منطقهای دیگر
۲. بررسی مسائل برای مدل کردن آنها در قالب منطق فازی
۳. طراحی و پیاده سازی روشهای مهم منطق فازی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تئوری مجموعه های فازی از crisp setsبه fuzzy sets، مفاهیم پایه و تعاریف، اصول توسعه فازی
۲. عملیات فازی، t-norms، t-conorms، عملیات تجمع
۳. حساب فازی، اعداد فازی، متغیرهای زبان، عملیات حساب فازی
۴. ارتباطات فازی، تعادل فازی، دستور فازی، قانون ترکیبی استنتاج، معادلات رابطهای فازی
۵. اندازه های فازی، تئوری احتمال، تئوری شواهد Dempster-Shafer، توسعه فازی تئوری Dempster-Shafer، احتمال از طریق امکان پذیری
۶. منطق فازی، منطق چند مقداره، مفهوم فازی، fuzzy qualifiers
۷. Uncertainty-based information، uncertainty measures، آنتروپی، nonspecificity، fuzziness، تئوری اطلاعات کلی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

همگام با معرفی نظریه مجموعه‌ها و منطق فازی و کاربردهای آن حداقل هفت سری تمرین در طول ترم داده خواهد شد. بخشی از تمرین‌ها بصورت پروژه‌های کوچک کامپیوتری، قابل انجام با نرم افزار **Matlab** خواهد بود. هدف از این تمرین‌ها آشنایی بیشتر با ظرافت‌های پیاده سازی و مقایسه نقاط قوت و ضعف آلگوریتم‌ها و روش‌هاست.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین‌ها، امتحان میان ترم و امتحان پایان‌ترم ملاک ارزیابی این درس هستند:

- تمرین‌ها: ۲۰٪
- امتحان میان ترم: ۳۰٪

- امتحان پایان ترم: ٪۵۰

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. سیستم‌های فازی و کنترل فازی، نویسنده: لی وانگ، مترجمان: دکتر محمد تشنه لب، نیما صفارپور و داریوش افیونی، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۷۸.

2. Li-Xin Wang , A Course in Fuzzy Systems and Control, Pearson; Facsimile edition 1997.
3. Oliver Nelles, Nonlinear System Identification: From classical approaches to neural network and fuzzy models, Springer , 2001.
4. F. Höppner, F. Klawonn, R. Kruse, T. Runkler, Fuzzy Cluster Analysis, Wiley, 1999.
5. K. M. Passino& S. Yurkovich, Fuzzy Control, Addison-Wesley , 1998.