



دانشگاه تهران

مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس

دوره: دکتری

رشته: مهندسی مکاترونیک

دانشکدگان علوم و فناوری های میان رشته ای

مصوب جلسه مورخ ۱۴۰۴/۱۰/۲۸ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه

این برنامه بر اساس آیین نامه وزارتی تفویض اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاههای دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکدگان علوم و فناوری های میان رشته ای بازنگري و در پانصد و ششمین جلسه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه مورخ ۱۴۰۴/۱۰/۲۸ به تصویب رسیده است.



مصوبه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه تهران در خصوص برنامه درسی

رشته: مهندسی مکترونیک

دوره: دکتری

برنامه درسی دوره دکتری رشته مهندسی مکترونیک که توسط اعضای هیات علمی دانشکده علوم و فناوری های میان رشته ای بازنگری شده است با اکثریت آراء به تصویب رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.
- برنامه درسی بازنگری شده دوره دکتری رشته مهندسی مکترونیک از تاریخ ۱۴۰۴/۱۰/۲۸ جایگزین برنامه درسی دوره دکتری رشته مهندسی مکترونیک مصوب جلسه مورخ ۱۳۹۶/۹/۴ شورای عالی برنامه ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می شود.
- هر نوع تغییر در برنامه مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه برسد.

محمد علی شریفی

دبیر شورای برنامه ریزی آموزشی دانشگاه

محمود کمره ای

معاون آموزشی دانشگاه

رای صادره جلسه مورخ ۱۴۰۴/۱۰/۲۸ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه درسی دوره دکتری رشته مهندسی مکترونیک صحیح است، به واحد ذیربط ابلاغ شود.

محمد حسین امید

رئیس دانشگاه تهران





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



دانشگاه تهران

برنامه درسی رشته
مهندسی مکاترونیک

PhD of Mechatronics Engineering

مقطع دکتری



عضو هیات علمی دانشگاه تهران	دکتر علیرضا هادی حسین آبادی
عضو هیات علمی دانشگاه تهران	دکتر خلیل عالی پور
عضو هیات علمی دانشگاه تهران	دکتر بهرام تارویردی زاده
عضو هیات علمی دانشگاه تهران	دکتر پیام زرافشان
عضو هیات علمی دانشگاه تهران	دکتر علیرضا رضایی
استاد مدعو دانشگاه تهران	دکتر سعید مسعودنیا



جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱	اتوماسیون صنعتی و ابزار دقیق	سیستم های خود کار صنعتی
۲	مباحث منتخب در مکترونیک	مباحث ویژه گرایش مکترونیک
۳	ربات های متحرک	ربات های پایه متحرک چرخدار
۴	سیستم های میکرو الکترومکانیکی	سیستم های میکرو و نانو الکترومکانیکی (MEMS/NEMS)
۵	کنترل دیجیتال	طراحی سیستم های کنترل دیجیتال
۶	کنترل بهینه و مقاوم	کنترل بهینه
۷	اتوماسیون در تولید	حذف
۸	آنالیز مودال	حذف
۹	بهینه سازی در طراحی و تولید	حذف
۱۰	پایش ماشین ها و عیب یابی	حذف
۱۱	حساسه ها و کالیبراسیون ربات	حذف
۱۲	ربات های انسان نما	حذف
۱۳	سنسور و میکرو ماشین	حذف
۱۴	سیستم های کنترل هوشمند	حذف
۱۵	سیستم های میکرو و نانو الکترومکانیکی زیستی	حذف
۱۶	سیستم های اندازه گیری پیشرفته	حذف
۱۷	شبیه سازی و مدل سازی در بیومکترونیک	حذف
۱۸	شبیه سازی کامپیوتری	حذف
۱۹	کاربرد ریزپردازنده ها در صنعت	حذف
۲۰	الکترونیک صنعتی و راه اندازها	حذف
۲۱	کنترل در رباتیک	حذف
۲۲	کنترل سیستم های عصبی عضلانی	حذف



دوره دکتری رشته مهندسی مکترونیک / ۶

۲۳	مکانیک ساختاری	حذف
۲۴	میکرو و نانو سیالات	حذف
۲۵	هوش مصنوعی توزیع شده	حذف
۲۶	هوش مصنوعی و سیستم های خبره	حذف
۲۷	-	کنترل فازی
۲۸	-	واقعیت مجازی و هپتیک
۲۹	-	کنترل مقاوم
۳۰	-	یادگیری عمیق
۳۱	-	داده کاوی
۳۲	-	شناسایی الگو
۳۳	-	محاسبات نرم
۳۴	-	سیستم های دینامیکی و کنترل
۳۵	-	مدل سازی سامانه های مکترونیکی
۳۶	-	پردازش سیگنال
۳۷	-	سامانه های نهفته
۳۸	-	بیومکانیک پایه
۳۹	-	حسگرهای زیستی (بیوسنسورها)
۴۰	-	مباحث پیشرفته در کنترل و یادگیری حرکات انسان
۴۱	-	یک درس تحصیلات تکمیلی از سایر گروه ها و دانشکده ها مرتبط با پژوهش پایان نامه با تایید استاد راهنما



فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی



الف) مقدمه: معرفی کلی و تبیین برنامه درسی

مهندسی مکترونیک تلفیق منجر به هم‌افزایی در رشته‌های مهندسی مکانیک، مهندسی الکترونیک، مهندسی کنترل و مهندسی رایانه است که به منظور تأمین زیربخش‌های لازم برای گردآوری و به‌کارگیری سیستم‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در مهندسی باهم تلفیق شده‌اند. این رشته سعی بر آن دارد تا با نگاهی یکپارچه به سیستم‌های تشکیل شده از اجزای مربوط به رشته‌های فوق‌الذکر و استفاده از ارتباط داخلی میان این رشته‌ها، یک ساختار پیشرفته از سیستم‌های مرتبط طراحی و پیاده‌سازی نماید. دوره دکتری رشته مهندسی مکترونیک، مجموعه‌ای هماهنگ از فعالیت‌های آموزشی-پژوهشی برای تربیت افراد متخصص با دانش عمیق در یکی از زمینه‌های تخصصی مهندسی مکترونیک است.

ب) اهداف

هدف از رشته مهندسی مکترونیک تربیت متخصصانی است که بتوانند اجرا و هدایت بخش یا کل پروژه‌هایی که تلفیقی از دانش مهندسی برق، مکانیک و کامپیوتر را دارد بر عهده بگیرند. اهداف دوره عبارتند از:

- کسب تخصص در یک زمینه خاص از مباحث موجود در مهندسی مکترونیک
- تسلط بر روش‌های تحقیق، به‌منظور فراهم ساختن نوآوری و خلاقیت در مباحث مرتبط با مهندسی مکترونیک و نیز دست‌یابی به جدیدترین مبانی و منابع علمی، تحقیقاتی و فنی
- تربیت افراد متخصص، خبره و مسلط بر آثار علمی و فنی مهم در یک یا چند زمینه از مهندسی مکترونیک برای رفع نیاز آموزشی، پژوهشی و صنعتی کشور

پ) اهمیت و ضرورت

مهندسی مکترونیک یک مفهوم توسعه یافته جدید است که بر ضرورت تجمع و نگاه کلی به بخش‌های خاصی از مفاهیم و فنون هریک از رشته‌های مهندسی مکانیک، مهندسی الکترونیک، مهندسی کنترل و مهندسی رایانه از یک طرف و از طرف دیگر به مجموعه آنها به عنوان عناصر اساسی یک سیستم تأکید دارد. طراحی یک سیستم مکترونیکی مستلزم یک سیاست تجمع‌گرا برای برقراری ارتباط مؤثر بین زیرسیستم‌هایی در شاخه‌های الکترونیک، فناوری اطلاعات، رایانه، کنترل، سیستم‌های مکانیکی و سیستم‌های میکرو و نانو الکترومکانیکی جهت حصول بهترین راهکار ممکن و تولید سیستمی خودکار با انعطاف‌پذیری بالاست.

صنایع امروزی نیاز به تربیت متخصصینی با دید و معلومات عمیق و درک کافی از طیف گسترده‌ای از فنون مهندسی دارند، که این مهم لازمه دست‌یابی به اهداف پیش‌بینی شده در برنامه‌های توسعه کشور و سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران نیز می‌باشد. بنابراین رشته مهندسی مکترونیک، با توجه به قابلیت تجمع رشته‌های یاد شده، می‌تواند در برداشتن گامی ارزشمند جهت نیل به هدف مذکور نقش‌آفرین باشد.

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

جدول (۱)- توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس جبرانی	حداکثر ۶ واحد
دروس تخصصی الزامی	۹ واحد
دروس تخصصی اختیاری	۹ واحد
رساله	۱۸ واحد
جمع	۳۶ واحد



ث) نقش، توانایی و شایستگی مورد انتظار از دانش آموختگان:

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
تحلیل و طراحی سیستم مکترونیک	ریاضیات مهندسی پیشرفته ۲، مکترونیک پیشرفته، سامانه‌های نهفته، مواد و سازه‌های هوشمند
تحلیل و طراحی سیستم‌های رباتیک	رباتیک پیشرفته، کنترل پیشرفته، ربات‌های موازی، دینامیک پیشرفته، ربات‌های متحرک، میکرو و نانورباتیک، ربات‌های پایه متحرک چرخدار، ربات‌های موازی
به کارگیری هوش مصنوعی در حل مسائل	هوش مصنوعی، شبکه‌های عصبی مصنوعی، بینایی ماشین، یادگیری ماشین، یادگیری عمیق
استخراج اطلاعات از تصاویر و مدیریت داده‌ها	داده کاوی، شبکه‌های عصبی مصنوعی، بینایی ماشین، یادگیری ماشین، یادگیری عمیق
خودکار نمودن فرآیندهای صنعتی	سیستم‌های خودکار صنعتی، کنترل محرکه‌های الکتریکی، هیدرولیک و نیوماتیک پیشرفته، سیستم‌های بلادرنگ
مدل‌سازی رفتار سیستم‌های مکترونیک	مدل‌سازی سامانه‌های مکترونیک، شناسایی سیستم، مواد و سازه‌های هوشمند، شبیه‌سازی و مدل‌سازی در بیومکترونیک
پژوهش و مدیریت آن، تهیه گزارش و محتوی علمی، جستجو و پژوهش علمی، ارائه علمی، ارتباطات علمی،	سمینار، پایان نامه

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

دانش آموختگان رشته‌های مهندسی مکانیک، مهندسی برق، مهندسی کامپیوتر و همچنین سایر رشته‌های مهندسی طبق سیاست‌های وزارت علوم، تحقیقات و فناوری شرایط ورود به این رشته را دارند.

چ) شرایط، ضوابط و الزامات اجرا و گسترش رشته

در اجرای رشته علاوه بر امکانات عمومی آموزشی و پژوهشی، با توجه به وجود دروس عملی و ارتباط تنگاتنگ مهندسی مکترونیک با پیاده سازی عملی، وجود آزمایشگاه و تجهیزات سخت افزاری جهت پیاده سازی آزمایشات تجربی در دروس و در پایان نامه دانشجویان بایستی مدنظر قرار گیرد. طول دوره دکتری ۸ نیمسال تحصیلی است. دانشجویان طی دوره آموزشی علاوه بر دروس جبرانی که در ترمهای اول و دوم می‌گذرانند، ۳ درس اصلی (۹ واحد)، ۳ درس اختیاری (۹ واحد) مطابق با زمینه تخصصی و نظر استاد راهنما و ۱۸ واحد پایان نامه تحقیقاتی اخذ می‌نمایند.

دروس جبرانی بنا بر نیاز هر دانشجو توسط شورای تحصیلات تکمیلی از جدول ۲ یا از دوره‌های کارشناسی/کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، مهندسی برق، مهندسی کامپیوتر و مهندسی پزشکی تعیین می‌گردد. در صورت تشخیص گروه آموزشی، دانشجو می‌تواند از گذراندن تمامی یا بعضی از دروس فوق معاف گردد.

دانشجویانی که دروس کنترل خطی، ریاضی مهندسی پیشرفته، مکترونیک ۱ و مکترونیک ۲ را در مقاطع تحصیلی قبلی نگذرانده باشند، باید این دروس را از دانشکده‌های مربوطه اخذ کنند. حداکثر دروس جبرانی ۱۲ واحد می‌باشد.



دانشجویان با مدرک کارشناسی مکترونیک موظف به اخذ دروس جبرانی اجباری نیستند. دانشجو بایستی دروس جبرانی خود را در ترمهای اول و دوم بگذرانند. واحد پایان نامه از ترم سوم به بعد قابل اخذ می باشد.

دانشجویانی که کلیه دروس مرحله آموزشی خود و قبولی در ارزشیابی زبان انگلیسی طبق ضوابط دانشگاه را با موفقیت گذرانده باشند لازم است در آزمون جامع، که به صورت کتبی و شفاهی برگزار می شود، شرکت کنند. این آزمون بر اساس محتویات دروس تحصیلات تکمیلی مربوطه تدوین می گردد و دانشجو حداکثر دو بار می تواند در آن شرکت نماید. جزئیات و شرایط برگزاری آزمون مطابق دستورالعمل مصوب شورای عالی برنامه ریزی تعیین خواهد شد.

صرفاً دانشجویانی که در امتحان جامع قبول شده باشند مجاز به شرکت در مرحله تدوین رساله خواهند بود. ارزش رساله تحقیقاتی معادل ۱۸ واحد است که دانشجو در هر ترم ۶ واحد از آن را ثبت نام می نماید.

تبصره ۱: دانشجو موظف است حداکثر ظرف مدت سه ماه بعد از قبولی در آزمون جامع، پیشنهاد نهایی رساله خود را با راهنمایی و همکاری اساتید راهنما و مشاور تهیه کند، که پس از تأیید توسط ایشان در کمیته تحصیلات تکمیلی دانشگاه و یا دانشکده (برای دانشگاه های جامع) ارائه خواهد شد. در صورت عدم تصویب موضوع رساله، کمیته تحصیلات تکمیلی می تواند حداکثر سه ماه برای تصحیح، تکمیل و یا تغییر موضوع، مهلت اضافی قائل شود.

ح) زمینه های شغلی حال و آینده

مهندسين مکترونیک با تسلطی که روی کلیات یک سیستم مهندسی متشکل از بخشهای الکترونیکی، مکانیکی و نرم افزاری پیدا می کنند، در زمینه تخصصی خود از اجزاء مادر در همه پروژه های مهندسی هستند، شرایط شغلی بسیار مناسبی خواهند داشت. از طرفی تسلط جامع آنها امکان مدیریت فنی پروژه های بین رشته ای متشکل از زیربخش های الکترونیکی، مکانیکی و نرم افزاری را فراهم می آورد. از طرفی از آنجایی که بسیاری از محصولات جدید مورد استفاده در جامعه و صنعت دارای ساختار مکترونیک هستند و توسعه محصولات و خدمات در این زمینه لزوماً نیازمند سرمایه گذاری زیادی نبوده و لذا بسیار ظرفیت مناسبی برای کارآفرین ها جهت راه اندازی کسب و کارها نوپا ایجاد می نماید. لذا نه تنها فارغ التحصیلان این رشته مشکل اشتغال ندارند، می توانند کمک زیادی به ایجاد شغل در کشور نمایند.

خ) جایگاه تمدنی، فرهنگی و اجتماعی (جایگاه رشته تحصیلی در حوزه تمدنی گذشته، حال و آینده و بافت فرهنگی و اجتماعی کشور)

به کارگیری ماشینهای مکانیکی چون آسیابها و ادوات مکانیکی پردازشگر مانند ساعت یا وسایل مورد استفاده در نجوم در ایران باستان سابقه دارد. ولی صنعت الکترونیک و نرم افزار در جهان سابقه چند صد ساله بیشتر ندارد و رشد فزاینده آن به دهه های اخیر باز می گردد. ترکیب این تکنولوژی با ادوات مکانیکی سنتی و مدرن و ارائه دستاوردهای خلاقانه در این حوزه از حوزه های نوظهور و بین رشته ای بوده که توسط محققین و دانشمندان ایرانی می تواند اثر جدی در رشد مهندسی در کشور و جهان در آینده ایفا نماید.



فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس



جدول (۲) - عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی دوره دکتری رشته مهندسی مکترونیک

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع				تعداد جلسات	تعداد ساعات*		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	پروژه	کارگاه		نظری	عملی		
۱	مکترونیک ۱	۳	۲	۱	✓			۴۸	۰	-	-
۲	مکترونیک ۲	۳	۲	۱	✓			۴۸	۰	-	-



جدول (۳) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی دوره دکتری رشته مهندسی مکاترونیک

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	تعداد ساعات*		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	پروژه		نظری	عملی		
۱	مکاترونیک پیشرفته	۳	۲	۱	۰	۱۶	۳۲	۳۲	-	
۲	مدل سازی و شبیه سازی پیشرفته در مکاترونیک	۳	۳	۰	۰	۱۶	۴۸	۰		
۳	یادگیری و هوش ماشین	۳	۳	۰	۰	۱۶	۴۸	۰		
	جمع کل	۹	۸	۱		۴۸	۱۲۸	۳۲		

*: ساعت آموزش برای هر واحد نظری ۱۶ ساعت، عملی ۳۲ ساعت، عملی (از نوع کارگاهی) ۴۸ ساعت، کارآموزی و کارورزی ۶۴ یا ۱۲۸ ساعت است.



جدول (۴) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری دوره دکتری رشته مهندسی مکترونیک

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات*		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی		مرتبط نیست.	مرتبط است.	نظری	عملی		
۱	کنترل صنعتی پیشرفته و اتوماسیون	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-
۲	ابزار دقیق پیشرفته	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-
۳	شناسایی سیستم‌ها	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-
۴	طراحی سیستم‌های کنترل دیجیتال	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-
۵	ارتعاشات پیشرفته	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-
۶	کنترل خودکار پیشرفته	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-
۷	رباتیک پیشرفته	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-
۸	دینامیک پیشرفته	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-
۹	ربات‌های موازی	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-
۱۰	سیستم‌های کنترل تطبیقی	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	کنترل خودکار پیشرفته	-
۱۱	طراحی سیستم‌های کنترل غیرخطی	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	کنترل خودکار پیشرفته	-
۱۲	کنترل بهینه	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	کنترل خودکار پیشرفته	-
۱۳	ربات‌های پایه متحرک چرخدار	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	رباتیک پیشرفته	-



ادامه جدول (۴) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری دوره دکتری رشته مهندسی مکترونیک

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات*		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی		مرتبط نیست.	مرتبط است.	نظری	عملی		
۱۴	واقعیت مجازی و هپتیک	۳	۳	-	-	۱۶		✓	۴۸	۰	-	-
۱۵	بیومکانیک پایه	۳	۳	-	-	۱۶		✓	۴۸	۰	-	-
۱۶	سیستم های کنترل مقاوم	۳	۳	-	-	۱۶		✓	۴۸	۰	-	-
۱۷	کنترل فازی	۳	۳	-	-	۱۶		✓	۴۸	۰	-	-
۱۸	حسگرهای زیستی (بیوسنسورها)	۳	۳	-	-	۱۶		✓	۴۸	۰	-	-
۱۹	مباحث پیشرفته در کنترل و یادگیری حرکات انسان	۳	۳	-	-	۱۶		✓	۴۸	۰	-	-
۲۰	مدل سازی سامانه های مکترونیک	۳	۳	-	-	۱۶		✓	۴۸	۰	-	-
۲۱	مدل سازی و شبیه سازی بیومکترونیک	۳	۳	-	-	۱۶		✓	۴۸	۰	-	-
۲۲	سیستم های دینامیکی و کنترل	۳	۳	-	-	۱۶		✓	۴۸	۰	-	-
۲۳	برنامه نویسی پیشرفته	۳	۳	-	-	۱۶		✓	۴۸	۰	-	-
۲۴	کنترل فازی عصبی	۳	۳	-	-	۱۶		✓	۴۸	۰	-	-
۲۵	هوش مصنوعی	۳	۳	-	-	۱۶		✓	۴۸	۰	-	-
۲۶	تئوری و تکنولوژی ساخت نیمه هادی	۳	۳	-	-	۱۶		✓	۴۸	۰	-	-
۲۷	سیستم های میکرونانو الکترومکانیکی	۳	۳	-	-	۱۶		✓	۴۸	۰	-	-
۲۸	سیستم های بلادرنگ	۳	۳	-	-	۱۶		✓	۴۸	۰	-	-
۲۹	بنیای ماشین	۳	۳	-	-	۱۶		✓	۴۸	۰	-	-



ادامه جدول (۴) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری دوره دکتری رشته مهندسی مکترونیک

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات*		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی		مرتبط نیست.	مرتبط است.	نظری	عملی		
۳۰	پردازش سیگنالهای دیجیتال	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-
۳۱	سامانه های نهفته	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-
۳۲	میکرونانو رباتیک	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-
۳۳	ریاضیات مهندسی پیشرفته ۲	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	ریاضیات مهندسی پیشرفته ۱	-
۳۴	تحلیل و طراحی سیستم های کنترل چند متغیره	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-
۳۵	شناسایی الگو	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-
۳۶	شبکه های عصبی مصنوعی	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-
۳۷	محاسبات نرم	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-
۳۸	یادگیری ماشین	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-
۳۹	یادگیری عمیق	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	شبکه های عصبی مصنوعی	-
۴۰	داده کاوی	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-
۴۱	کنترل محرکه های الکتریکی	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-
۴۲	روش اجزاء محدود	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-
۴۳	مواد و سازه های هوشمند	۳	۳	-	-	۱۶	✓		۴۸	۰	-	-



ادامه جدول (۴) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری دوره دکتری رشته مهندسی مکترونیک

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات*		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی		مرتبط نیست.	مرتبط است.	نظری	عملی		
۴۴	هیدرولیک و نیوماتیک پیشرفته	۳	۳	-	-	۱۶		✓	۴۸	۰	-	-
۴۵	مباحث ویژه گرایش مکترونیک	۳	۳	-	-	۱۶		✓	۴۸	۰	-	-

* ساعت آموزش برای هر واحد نظری ۱۶ ساعت، عملی ۳۲ ساعت، عملی (از نوع کارگاهی) ۴۸ ساعت، کارآموزی و کارورزی ۶۴ یا ۱۲۸ ساعت است.

دانشجو می تواند یک درس اختیاری خود را از سایر گروه ها و دانشکده ها مرتبط با پژوهش پایان نامه با تایید استاد راهنما بصورت خارج سرفصل اخذ نماید.

- دانشجو موظف به گذراندن ۱۴ واحد از جدول دروس فوق می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: مکترونیک پیشرفته				
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Mechatronics		نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:		-		پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:		-		تخصصی الزامی ☒ عملی ☐
تعداد واحد:		۳	۲ واحد نظری ۱ واحد عملی	
تعداد ساعت:		۶۴	تخصصی اختیاری ☐ رساله ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐	

ب) هدف کلی:

این درس برای آشنایی دانشجویان با دانش مکترونیک در سطح سیستم‌های پیچیده و در حقیقت بکارگیری مکترونیک در سیستم‌های با تکنولوژی بالا و نوین روز برای کاربردهای با دقت و سطح تکنولوژی بالا (High Tech) می‌باشد. همچنین آموزش سیستم‌ها و پروتکل‌های ارتباطی با سرعت‌ها و تکنولوژی بالا، سیستم‌های Embedded، پردازنده‌های ۳۲ بیتی و FPGAها. همچنین آشنایی با آشنایی با عمگرها و مواد هوشمند و نحوه به کارگیری آنها در طراحی و ساخت سیستم‌های مکترونیک

اهداف ویژه:

- تسلط بر مدل‌سازی و سیستم‌های کنترلی: دانشجویان باید توانایی مدل‌سازی سیستم‌های اندازه‌گیری و کنترلی پیشرفته را کسب کنند و با مفاهیم و تکنیک‌های مرتبط آشنا شوند.
- آشنایی با فناوری‌های پردازشی و سیستم‌های Embedded: هدف این است که دانشجویان با سیستم‌های پردازشی پیشرفته مانند FPGA و DSP و همچنین سیستم عامل‌های لینوکس و بلادرنگ برای کاربردهای مکترونیکی آشنا شوند.
- تقویت مهارت‌های برنامه‌نویسی و ارتباطی: دانشجویان باید مهارت‌های لازم برای برنامه‌نویسی PLCها، کار با پروتکل‌های ارتباطی و باس‌های ارتباطی را به دست آورند و توانایی پیاده‌سازی پروژه‌های عملی را تقویت کنند.

پ) سرفصل‌ها:

- مدل‌سازی سیستم‌های اندازه‌گیری و کنترلی پیشرفته
- سیستم‌های پردازشی و سخت‌افزاری با تکنولوژی بالا: آرایه برنامه‌پذیر منطقی (Field Programmable Gate Array)، پردازنده‌های سیگنال‌های دیجیتال (Digital Signal Processors) و پردازنده‌های ۳۲ بیتی نوین مانند پردازنده‌های با هسته پردازشی ARM
- سیستم عامل لینوکس و سیستم‌های Embedded برای کاربردهای کنترل سیستم‌های مکترونیک و رباتیکی
- سیستم عامل بلادرنگ (Real Time OS) مورد کاربرد در سیستم‌های مکترونیکی با دقت و حساسیت مشخص و بیان مفاهیم مرتبط با سیستم‌های Embedded و Real-Time.
- بررسی دقیق‌تر FreeRTOS یا یک سیستم عامل بلادرنگ دیگر در سیستم‌های Embedded
- پروتکل‌های ارتباطی
- باس‌های ارتباطی CAN، Profibus، ProfiNet و ...
- برنامه‌نویسی‌های سطح بالا برای PLCها و کار با وقفه‌ها، سیستم‌های آنالوگ و ... و همچنین زبان برنامه‌نویسی STL
- آشنایی با انواع مواد هوشمند، مواد پیزوالکتریک، مواد الکترواستریکتیو و مگنتواستریکتیو، مواد الکترو رئولوژیکال و مگنتو رئولوژیکال، آلیاژهای حافظه دار، پلیمرهای هوشمند و ...
- مدل‌سازی مواد هوشمند
- انواع حسگرها بر پایه مواد هوشمند اعم از شتاب، نیرو، گشتاور فشار و حسگرهای MEMS
- انواع محرک‌ها بر پایه مواد هوشمند شامل محرک نیرو، محرک جابجایی، جاذب ارتعاشات، پمپ سیال و موتورهای



- ترانسديوسرهای فراصوتي و صوتي
- روش‌های کنترل مواد هوشمند
- اندازه‌گیری و درایو مواد هوشمند در سیستم‌های مکترونیک کاربردی
- طراحی سیستم‌های مکترونیک با مواد هوشمند
- به‌کارگیری مواد هوشمند در سازه‌های هوشمند
- انجام آزمایش‌های تعیین شده در حین پیشرفت درس متناسب با عناوین فوق

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش‌های یاددهی و یادگیری باید به گونه‌ای طراحی شوند که دانشجویان بتوانند با مفاهیم پیچیده مدل‌سازی سیستم‌های اندازه‌گیری و کنترلی پیشرفته آشنا شوند. در بخش نظری، از ارائه‌های تعاملی و مطالعات موردی برای آموزش سیستم‌های پردازشی و سخت‌افزاری با تکنولوژی بالا مانند FPGA و DSP استفاده می‌شود در بخش عملگرهای هوشمند نیز به همین روش خواهد بود. آموزش‌های عملی شامل برنامه‌نویسی و کار با سیستم‌های Embedded و Real-Time به دانشجویان این امکان را می‌دهد که مهارت‌های عملی خود را تقویت کنند. همچنین، انجام آزمایش‌های تعیین شده و تحویل پروژه‌های عملی در بخش‌های مختلف و همچنین بخش عملگرهای هوشمند به دانشجویان کمک می‌کند تا توانایی حل مسائل واقعی را پیدا کنند و تجربه‌ای کاربردی از پروتکل‌های ارتباطی و باس‌های ارتباطی و عملگرهای هوشمند کسب کنند. این رویکرد ترکیبی، یادگیری فعال و مشارکتی را تشویق می‌کند و به دانشجویان کمک می‌کند تا درک عمیق‌تری از فناوری‌های پیشرفته مکترونیک پیدا کنند.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.



چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. R.K. Rajput, A Textbook of Mechatronics, S. Chand Publishing, 1st Edition, India, 2024.
2. G. W. Roberts, Advanced Mechatronics: Principles and Applications, Wiley, 1st Edition, United States, 2017.
3. M. A. Hsieh, Advanced Mechatronics Systems: Design and Applications, Springer, 1st Edition, Germany, 2020.
4. Histan, Michael B., and David G. Alciatore. Introduction to Mechatronics and Measurement systems. Tata McGraw-Hill Education, 2007.
5. Figliola, Richard S., Donald E. Beasley, and R. S. Figliola. Theory and design for mechanical measurements. Wiley, 1995.
6. Bolton William., Mechatronics: Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering. Prentice Hall, 2013.
7. Bishop Robert H., The Mechatronics Handbook. CRC Press, 2002.
8. Readler Blaine. Verilog by Example: A Concise Introduction for FPGA Design, Full Arc Press, 2011.
9. Petruzella Frank. Programmable Logic Controllers. McGraw-Hill; 3th Edition, 2004.
10. Venkataramani B. Digital Signal Processors e/2. Mcgraw Hill Education, 2010.
11. Hallinan Christopher. Embedded Linux Primer: A Practical Real-World Approach. Prentice Hall; 2 edition, 2010.
12. Popovic Miroslav. Communication Protocol Engineering. CRC Press, 2006.
13. Kilts Steve, Advanced FPGA Design: Architecture, Implementation, and Optimization. Wiley-IEEE Press, 2007.
14. Crockett Louise H, Elliot Ross A, Enderwitz Martin A, Stewart Robert W. The Zynq Book: Embedded Processing with the Arm Cortex-A9 on the Xilinx Zynq-7000 All Programmable Soc. Strathclyde Academic Media, 2014.
15. Kuo Sen M., Gan Woon-Seng S. Digital Signal Processors: Architectures, Implementations, and Applications. Prentice Hall, 2004.
16. Nicholson Joe. Starting Embedded Linux Development on an ARM Architecture. Newnes, 2016.
17. Smart Structures: Physical Behaviour, Mathematical Modelling and Applications by Paolo Gaudenzi, Wiley, 2016.
18. Dynamics of Smart Systems and Structures: Concepts and Applications by Vicente Lopes Junior, Valder Steffen Jr., and Marcelo Amorim Savi, Springer, 2016.
19. Smart Materials and Structures by Bohua Sun, Cape Peninsula University of Technology, 2015.
20. Smart Structures Theory by Inderjit Chopra and Jayant Sirohi, Cambridge University Press, 2016.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد



الف) عنوان درس به فارسی: مدل سازی و شبیه سازی پیشرفته در مکترونیک		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Modelling of Mechatronics Systems	نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:	-	تخصصی الزامی ☒ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐

ب) هدف کلی:

هدف این درس، آموزش اصول و روش های مدل سازی، تحلیل و شبیه سازی سامانه های مکترونیکی است. دانشجویان با مدل سازی ریاضی، روش های تحلیل دینامیکی، و طراحی سیستم های کنترلی در سامانه های مکترونیکی آشنا می شوند و یاد می گیرند که چگونه سیستم های الکترومکانیکی، هیدرولیکی، پنوماتیکی و رباتیک را تحلیل و بهینه سازی کنند. پس از گذراندن این درس، دانشجویان قادر خواهند بود: مدل سازی دینامیکی و سینماتیکی سیستم های مکترونیکی را انجام دهند. تحلیل سیستم های چند دامنه ای شامل ترکیب مکانیک، الکترونیک، و کنترل را انجام دهند. از ابزارهای نرم افزاری مانند MATLAB/Simulink، Simscape و Adams برای شبیه سازی سیستم های مکترونیکی استفاده کنند. روش های کنترلی پیشرفته برای بهینه سازی عملکرد سیستم های مکترونیکی را طراحی و پیاده سازی کنند. کاربردهای عملی در رباتیک، خودروهای هوشمند، و سیستم های صنعتی خودکار را بررسی کنند.

اهداف ویژه:

این درس با هدف ارائه دانش و مهارت های پیشرفته در مدل سازی، تحلیل و شبیه سازی سامانه های مکترونیکی طراحی شده است. اهداف ویژه آن عبارتند از: درک اصول مدل سازی سامانه های مکترونیکی، مدل سازی ریاضی و شبیه سازی سیستم های مکترونیکی، بررسی سیستم های دینامیکی و کنترل در مکترونیک، مدل سازی و شبیه سازی سیستم های رباتیک و خودکار، تحلیل و بهینه سازی سیستم های مکترونیکی، کاربردهای صنعتی و پژوهشی مدل سازی مکترونیکی، توسعه مهارت های عملی و تحقیقاتی در مدل سازی مکترونیکی

پ) سرفصل ها:

- مقدمه، تعاریف اولیه و اصلاحات، انواع مدل ها، روش های مدل سازی (تحلیلی و تجربی)
- مدل سازی تحلیلی: سیستم های آنالوگ (الکتریکی، مکانیکی، هیدرولیکی، حرکتی، حرارتی، نیوماتیکی، شیمیایی)، استفاده از روش های انرژی مبنا (روش های لاگرانژ، همیلتون، کین و ...)، گراف خطی، باند گراف، مدل های فشرده و گسترده، مدل های غیرخطی
- مدل سازی به کمک روش های عددی، استفادی از روش های مدل سازی عددی شامل مدل سازی فازی، مدل سازی عصبی-فازی، ANFIS و ... برای مدل سازی سیستم های مکترونیکی.
- مدل سازی تجربی (شناسایی سیستم)، روش های کلاسیک زمانی و فرکانسی (پاسخ ضربه، پاسخ پله، پاسخ فرکانسی)، روش های آنالیز همبستگی (Correlation Analysis)، روش تخمین طیف، مدل های پارامتری (AR, MA, ARMA)، مدل سازی سیستم های چند ورودی - چند خروجی



- روش‌های تخمین پارامترهای (Parameter Estimation)، روش حداقل مربعات (Least Square)، روش متغیرهای ابزاری (Instrumental Variable)، روش ماکزیمم احتمال (Maximum Likelihood)، روش خطای پیش‌بینی (Prediction Error Method)
- یادگیری روش‌های صحنه‌گذاری مدل استخراج شده توسط ترکیب نرم افزارها شامل MATLAB، Adams، Simmechanics و ..

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

دانشجویان پس از گذراندن این درس باید قادر باشند مدل‌سازی فیزیکی و ریاضی سیستم‌های مکاترونیکی را انجام دهند. تحلیل دینامیکی و کنترل سامانه‌های مکاترونیکی را درک کنند. از ابزارهای نرم‌افزاری مانند MATLAB/Simulink، Maple، Simscape و Adams برای شبیه‌سازی استفاده کنند. سیستم‌های مکاترونیکی را از طریق ترکیب سنسورها، عملگرها و کنترلرها تحلیل و طراحی کنند. تدریس از طریق مثال‌های عملی مانند مدل‌سازی بازوی رباتیک، خودروهای خودران، و سیستم‌های میکروالکترومکانیکی (MEMS).

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه‌ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. P. Zarafshan, Modeling and Simulation of Dynamical Systems, Elsevier, 2025.
1. A. Preumont, Mechatronics: Dynamics of Electromechanical and Piezoelectric Systems, Springer, 2011.
2. D. Shetty and R. A. Kolk, Mechatronics System Design, 2nd ed., Cengage Learning, 2011.
3. W. Bolton, Mechatronics: Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering, 7th ed., Pearson, 2021.
4. K. Craig, Introduction to Mechatronic System Design, Pearson, 2022.
5. D. Alciatore and M. Hstand, Introduction to Mechatronics and Measurement Systems, 5th ed., McGraw-Hill, 2018.
6. J. H. Ginsberg, Mechanical and Structural Vibrations: Theory and Applications, Wiley, 2013.
7. D. Karnopp, D. L. Margolis, and R. C. Rosenberg, System Dynamics: Modeling, Simulation, and Control of Mechatronic Systems, 5th ed., Wiley, 2012.
8. B. K. Bose, Modern Power Electronics and AC Drives, Prentice Hall, 2001.
9. R. Isermann, Mechatronic Systems: Fundamentals, Springer, 2005.



- 10.H. K. Khalil, Nonlinear Systems, 3rd ed., Pearson, 2002.
- 11.M. Spong, S. Hutchinson, and M. Vidyasagar, Robot Modeling and Control, Wiley, 2005.
- 12.F. L. Lewis, D. M. Dawson, and C. T. Abdallah, Robot Manipulator Control: Theory and Practice, 2nd ed., CRC Press, 2003.
- 13.K. Ogata, System Dynamics, 4th ed., Pearson, 2003.
- 14.G. F. Franklin, J. D. Powell, and A. Emami-Naeini, Feedback Control of Dynamic Systems, 8th ed., Pearson, 2019.
- 15.J. J. Craig, Introduction to Robotics: Mechanics and Control, 4th ed., Pearson, 2017.
- 16.S. L. Campbell, J. P. Chancelier, and R. Nikoukhah, Modeling and Simulation in Scilab/Scicos with ScicosLab 4.4, Springer, 2010.
- 17.S. S. Rao, Engineering Optimization: Theory and Practice, 5th ed., Wiley, 2019.
- 18.B. Armstrong-Hélouvry, Control of Machines with Friction, Springer, 1991.
- 19.S. C. Chapra and R. P. Canale, Numerical Methods for Engineers, 7th ed., McGraw-Hill, 2015.
- 20.H. P. Gavin, The Mathematics of Control Theory and Systems Engineering, Cambridge University Press, 2022.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان آرایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: یادگیری و هوش ماشین			
عنوان درس به انگلیسی:		Learning and Machine Intelligence	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:	-	تخصصی الزامی ☒ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	
		رساله ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مبانی و اصول یادگیری ماشین و هوش مصنوعی: دانشجویان باید به اصول اساسی و مفاهیم پایه‌ای یادگیری ماشین و هوش مصنوعی مسلط شوند.
- پیاده‌سازی و به کارگیری الگوریتم‌های یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی: هدف دیگر، آموزش نحوه‌ی پیاده‌سازی و استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی در دنیای واقعی است.

اهداف ویژه:

- درک مفاهیم پیشرفته‌ی یادگیری عمیق و شبکه‌های عصبی: دانشجویان باید بتوانند مباحث پیشرفته‌ی یادگیری عمیق و شبکه‌های عصبی را درک کرده و در پروژه‌های خود به کار گیرند.
- کاربرد منطق فازی در مسائل مهندسی: دانشجویان باید بتوانند مفاهیم و کاربردهای منطق فازی را در مسائل مهندسی بکار برند.
- آشنایی با تکنیک‌های پیاده‌سازی Tiny ML: دانشجویان باید با تکنیک‌های پیاده‌سازی الگوریتم‌های یادگیری ماشین روی میکروکنترلرها (Tiny ML) آشنا شوند.

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر یادگیری ماشین و هوش مصنوعی
- مفاهیم پایه‌ای یادگیری ماشین
- تکنیک‌های جمع‌آوری و پیش‌پردازش داده‌ها
- ارزیابی و بهینه‌سازی الگوریتم‌های یادگیری ماشین
- کاربردهای یادگیری ماشین در صنعت و مهندسی
- شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق
- تکنیک‌های پیشرفته‌ی یادگیری ماشین
- منطق فازی و کاربردهای آن
- پیاده‌سازی الگوریتم‌های یادگیری ماشین
- آشنایی با میکروکنترلرها و پلتفرم‌های Tiny ML
- چالش‌ها و مسائل اخلاقی در هوش مصنوعی



ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس مبتنی بر پروژه: دانشجویان باید با پروژه‌های عملی و کاربردی در طول دوره آشنا شوند و بتوانند مفاهیم یاد گرفته شده را به کار گیرند.

بحث و گفتگو: ایجاد فضا برای بحث‌های گروهی و تبادل نظر بین دانشجویان و اساتید.

آزمایشگاه‌های عملی: فراهم کردن فرصت‌های عملی برای پیاده‌سازی و آزمایش الگوریتم‌ها.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۵ درصد
آزمون پایانی	۲۵ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.
2. Raschka, S., & Mirjalili, V. (2017). Python Machine Learning. 2nd ed. Packt Publishing.
3. Geron, A. (2019). Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. 2nd ed. O'Reilly Media.
4. Alpaydin, E. (2020). Introduction to Machine Learning. 4th ed. MIT Press.
5. Lane, N. D., Bhattacharya, S., Mathur, A., & Seneviratne, A. (2020). TinyML: Machine Learning with TensorFlow Lite on Arduino and Ultra-Low-Power Microcontrollers. O'Reilly Media.
6. Zhang, C., & Ma, Y. (2017). Ensemble Machine Learning: Methods and Applications. Springer.
7. Aggarwal, C. C. (2018). Neural Networks and Deep Learning: A Textbook. Springer.
8. Chollet, F. (2018). Deep Learning with Python. Manning Publications.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می‌باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: کنترل صنعتی پیشرفته و اتوماسیون			
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Industrial Control and Automation	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش ☒	موسسه نیست ☐ موسسه است ☒

ب) هدف کلی:

- درک اصول پیشرفته صنعت اتوماسیون و استفاده سیستم‌های کنترل در آن.
- توانمندسازی دانشجویان در زمینه صنعت اتوماسیون پیشرفته.

اهداف ویژه:

- درک اصول پیشرفته صنعت اتوماسیون و استفاده سیستم‌های کنترل در آن.
- درک مدل‌سازی سیستم‌های صنعتی.
- یادگیری روشهای کنترل سیستم‌های صنعتی.
- طراحی و پیاده‌سازی کنترل سیستم‌های صنعتی.

پ) سرفصل‌ها:

بخش اتوماسیون

- مقدمه ای بر اتوماسیون صنعتی
- اجزای پنوماتیکی اتوماسیون صنعتی
- پردازش سیگنالهای متداول محرک و حسگر در اتوماسیون
- مبانی سخت‌افزار و برنامه‌نویسی PLC ها
- مقدمه ای بر پروتکل‌های پیشرفته صنعتی در سیستم‌های اتوماسیون
- مقدمه ای بر زبانهای پیشرفته برنامه نویسی استاندارد و نرم افزارهای رابط کاربر در زمینه اتوماسیون
- واسطه‌های انسان و ماشین

بخش کنترل

- سیستم‌های کنترل گسترده
- گستره سازی و تحلیل سیستم‌های گسترده زمان
- سیستم‌های کنترل بلادرنگ



- نیازهای و الزامات سیستم عامل‌های بلادرنگ در کاربردهای صنعتی
- تکنولوژی کنترل.

(ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش تدریس این درس ترکیبی از سخنرانی‌های تئوری، حل تمرین‌ها، شبیه‌سازی‌های عملی و پروژه‌های کلاسی خواهد بود. ابتدا مفاهیم پایه کنترل صنعتی و اتوماسیون به‌طور تئوری توضیح داده می‌شود، سپس دانشجویان از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی برای پیاده‌سازی مدل‌ها و طراحی سیستم‌های مختلف استفاده خواهند کرد. پروژه‌های عملی برای تسلط بیشتر بر مفاهیم ارائه می‌شوند، به‌طوری که دانشجویان با روش‌های مختلف طراحی کنترل صنعتی و اتوماسیون آشنایی پیدا کنند.

(ث) روش ارزشیابی (پیشهادی):

تمرین در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه‌ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

(چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱. ح.د. تقی راد، مقدمه‌ای بر اتوماسیون و کنترل فرآیندهای صنعتی، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۷.

2. Peng Zhang, Advanced Industrial Control Technology, Elsevier, 1st Edition, United States, 2017.
3. Michael J. Grimble, Advanced Control Engineering, Butterworth-Heinemann, 2nd Edition, United Kingdom, 2019.
4. D. A. Lawrence, Industrial Automation: Hands On, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2nd Edition, United States, 2020.
5. F. Lamb, Industrial Automation: Hands-On, 1st Edition, McGraw-Hill Education, 2013.
6. J. Stenerson, Industrial Automation and Process Control, Prentice Hall, 2002.



7. K. K. Tan, A. S. Putra, Drives and Control for Industrial Automation
8. (Advances in Industrial Control), Springer, 2011.
9. Terry L.M. Bartelt, Industrial Automated Systems: Instrumentation and Motion Control, , Cengage Learning, 2011.
10. T. L.M. Bartelt, Industrial Automated Systems: Instrumentation and Motion Control, Cengage Learning, 2011.
11. R. Filer and G. Leinonen, Programmable Controllers Using Control Logic, Allen– Bradley, 2002.
12. K. Ogata, Discrete-time control systems, Prentice Hall, 1995.
13. C. L. Phillips, H. T. Nagle, Digital control system analysis and design, Prentice-Hall, 1984.
14. N. P. Mahalik , Fieldbus Technology(Industrial Network Standards for Real-Time Distributed Control), Springer, 2003.
15. F. Petruzella, Programmable logic controllers., Tata McGraw-Hill Education, 2005.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می‌باشد



الف) عنوان درس به فارسی: ابزار دقیق پیشرفته				
نوع درس و واحد		Advanced Instrumentation		عنوان درس به انگلیسی:
نظری	پایه	-		دروس پیش نیاز:
عملی	تخصصی الزامی	-		دروس هم نیاز:
نظری-عملی	تخصصی اختیاری	نظری	۳	تعداد واحد:
رساله			۴۸	تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری				
مرتبط با مأموریت /آمایش	مرتبط با آمایش /مأموریت	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
موسسه است	موسسه نیست			

ب) هدف کلی:

- آشنایی با حسگر ها و ابزارهای دقیق متداول در صنعت و اتوماسیون.
- توانمندسازی دانشجویان در زمینه حسگر ها و ابزارهای دقیق در صنعت و اتوماسیون.

اهداف ویژه:

- درک اصول پیشرفته ابزارهای دقیق در صنعت و اتوماسیون.
- یادگیری روشهای اندازه گیری.
- درک یک سیستم حس کننده هوشمند.
- طراحی و پیاده سازی سیستم اندازه گیری و ابزار دقیق در صنایع.

پ) سرفصل ها:

- معرفی حسگرهای مورد استفاده در مبدلهای صنعتی
- بررسی وسایل اندازه گیری جابه جایی خطی و دورانی
- مدارهای بهسازی
- مبانی نمونه برداری در سیستمهای ابزار دقیق
- کنترل پروسس
- طراحی نقشه های P&ID
- حسگرهای هوشمند
- بررسی یک سیستم حس کننده هوشمند
- ترکیب حسگرها
- اجرای سمینار تخصصی در این درس با توجه به پیشرفت های لحظه ای این بخش از علوم مهندسی الزامی است



ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش تدریس این درس ترکیبی از سخنرانی‌های تئوری، حل تمرین‌ها، شبیه‌سازی‌های عملی و پروژه‌های کلاسی خواهد بود. ابتدا مفاهیم پایه ابزار دقیق و اندازه‌گیری به‌طور تئوری توضیح داده می‌شود. روش‌های پیاده‌سازی مدارهای بهسازی براساس مفاهیم مکترونیک ارایه شده و پروژه‌های عملی برای بهکارگیری مفاهیم و سائل اندازه‌گیری و ابزار دقیق در شرایط واقعی طراحی خواهد شد.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱. د. تقی‌راد، مبانی اندازه‌گیری در سیستم‌های ابزار دقیق، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۴۰۰.

2. R.S. Figliola, D. E. Beasley, Theory and design for mechanical measurements 7th, Wiley, 2019.
3. E. A. Parr, Advanced Instrumentation and Computer I/O Design, Wiley, 2nd Edition, United States, 2018.
4. William Bolton, Instrumentation and Control Systems, Newnes, 2nd Edition, United Kingdom, 2016.
5. J. G. Webster, Electrical Measurement, Signal Processing, and Displays, Wiley, 4th Edition, United States, 2017.
6. A. D. Helfrick and W. D. Cooper, Modern electronic instrumentation and measurement techniques, Prentice Hall, 1990.
7. B. G. Liptak, Instrument Engineers Handbook, Vol. I and II, Third Edition, Chilton and Book Company, 4th edition, 2005.
8. J.P. Bentley, Principles of measurement systems, Pearson Education Canada, 4th edition, 2004.



9. J.E. Brignell and N.M. White, Intelligent sensor systems, revised edition, Taylor & Francis, Rev Sub edition, 1996.
10. D. E. Seborg, D. A. Mellichamp, T. F. Edgar, F. J. Doyle, Process dynamics and control, John Wiley & Sons, 2010.
11. S. Sumathi, P. Surekha, LabVIEW based Advanced Instrumentation Systems, Springer; 1 edition, 2007
12. P. H. Garrett, Advanced Instrumentation and Computer I/O Design: Defined Accuracy Decision, Control, and Process Applications, 2nd Edition, Wiley, 2010.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: شناسایی سیستم ها			
نوع درس و واحد		Systems Identification	عنوان درس به انگلیسی:
نظری ☒	پایه ☐	-	دروس پیش نیاز:
عملی ☐	تخصصی الزامی ☐	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی ☐	تخصصی اختیاری ☒	نظری	تعداد واحد:
رساله ☐			۳
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			۴۸
مرتبط با مأموریت/آمایش ☒	مرتبط با مأموریت ☐	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	
موسسه است ☒	موسسه نیست ☐		

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مباحث شناسایی سیستم ها و کاربرد آن در کنترل
- توانمندسازی دانشجویان در شناسایی سیستم ها و کنترل پروسه های مختلف در صنایع.

اهداف ویژه:

- درک اصول شناسایی سیستم ها.
- یادگیری روشهای شناسایی سیستم ها.
- درک اصول مدل سازی، تسلط بر روش های کلاسیک و تجربی، و آشنایی با روش های حداقل مربعات و بازگشتی است. همچنین، دانشجویان باید توانایی شناسایی سیستم های دینامیکی خطی و غیر خطی، بهینه سازی پارامترها، و شناسایی فضای حالت را کسب کنند.

پ) سرفصل ها:

- مقدمه ای بر اصول مدل سازی و شناسایی در سیستم های کنترل
- شناسایی سیستم ها به روش های کلاسیک
- شناسایی سیستم های کنترل به روش تجربی (پاسخ محور)
- روش شناسایی حداقل مربعات
- روش های شناسایی بازگشتی
- شناسایی سیستم های دینامیکی خطی و مباحث طراحی کنترل
- بهینه سازی و تخمین پارامتر در سیستم های کنترلی ساختار معلوم
- شناسایی سیستم های کنترل غیر خطی استاتیکی و دینامیکی
- شناسایی برخط در سیستم های کنترل پیش بین
- شناسایی به منظور کنترل
- شناسایی فضای حالت



(ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش تدریس این درس ترکیبی از سخنرانی‌های تئوری، حل تمرین‌ها، شبیه‌سازی‌های عملی و پروژه‌های کلاسی خواهد بود. در مقدمه، اصول مدل‌سازی با مثال‌های عملی معرفی می‌شود. برای شناسایی کلاسیک، تحلیل سیستم‌ها با تمرین‌های گروهی انجام می‌شود. در شناسایی تجربی، پروژه‌های جمع‌آوری داده‌ها به کار می‌روند. روش حداقل مربعات و شناسایی بازگشتی با حل مسائل و شبیه‌سازی‌های کامپیوتری آموزش داده می‌شوند. مباحث دینامیکی خطی و طراحی کنترل از طریق پروژه‌های درسی بررسی می‌شوند. همچنین، بهینه‌سازی و تخمین پارامترها با تمرین‌های مربوطه تقویت می‌شود. شناسایی سیستم‌های غیرخطی و برخط آموزش داده می‌شود. در نهایت، ارتباط شناسایی با کنترل و فضای حالت از طریق شبیه‌سازی‌های کاربردی بررسی می‌شود. این روش‌ها به درک عمیق‌تر مفاهیم کمک می‌کنند.

(ث) روش ارزشیابی (پیشهادی):

تمرین در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه: ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

(چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱. م. کراری، شناسایی سیستم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۸.

2. O. Nelles, Nonlinear System Identification by, Springer, 2020.
3. L. Ljung, System Identification: Theory for the User, Prentice Hall, 2nd Edition, United States, 2019.
4. A. K. Tangirala, Principles of System Identification: Theory and Practice, Wiley, 2018, India.
5. A. Isermann, System Identification: An Introduction, Springer, 2021, Germany.
6. K.J. Keesman, System Identification: An Introduction (Advanced Textbooks in Control and Signal Processing), springer, 2011.
7. A.K. Tangirala, Principles of System Identification, CRC Press, 2015.
8. L. Lennart, System identification: theory for the user. PTR Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1999.
9. T. Liu, and F. Gao, Industrial Process Identification and Control Design, Springer, 2012.
10. J. Mikleš, and M. Fikar, Process Modelling, Identification, and Control, Springer, 2007.
11. P.R. Kumar, Pravin Varaiya, Stochastic Systems: Estimation, Identification, and Adaptive Control, Prentice Hall. Inc., 1986.
12. J. H. Lilly, Fuzzy Control and Identification, Wiley, 1 edition, 2010.

(ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

(خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می‌باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: طراحی سیستم‌های کنترل دیجیتال			
عنوان درس به انگلیسی:		Digital Control Systems Design	
نوع درس و واحد			
دروس پیش‌نیاز:	-	☐ پایه ☒ نظری	
دروس هم‌نیاز:	-	☐ تخصصی الزامی ☐ عملی	
تعداد واحد:	۳	☒ تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی	
تعداد ساعت:	۴۸	☐ رساله ☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت	مرتبط با مأموریت/آمایش
		☐ موسسه نیست	☒ موسسه است

ب) هدف کلی:

هدف کلی این درس آشنایی دانشجویان با مزایای سیستم‌های کنترل دیجیتال و ارتباط آن با سیستم‌های پیوسته می‌باشد. در این درس علاوه بر آشنایی با روش‌های تحلیل سیستم‌های دیجیتال دانشجویان با کنترل‌کننده دیجیتال و نحوه پیاده‌سازی آنها آشنا می‌شوند.

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفاهیم پایه سیستم‌های دیجیتال: دانشجویان باید با سیستم‌های دیجیتال، نمونه‌برداری، تبدیل Z و ارتباط آن با تبدیل لاپلاس آشنا شوند و توانایی تحلیل و طراحی سیستم‌های حلقه باز و حلقه بسته را پیدا کنند.
- تحلیل پایداری و پاسخ سیستم‌ها: هدف این است که دانشجویان توانایی تحلیل پایداری سیستم‌های دیجیتال و بررسی پاسخ پله و خطای حالت دائمی را کسب کنند و با مکان هندسی ریشه‌ها آشنا شوند.
- طراحی و پیاده‌سازی کنترل‌کننده‌ها: دانشجویان باید مهارت‌های لازم برای طراحی کنترل‌کننده‌های دیجیتال مانند LQR و LQG، فیلتر کالمن و شناسایی سیستم‌های گسسته را به دست آورند و نکات مربوط به پیاده‌سازی را یاد بگیرند.

پ) سرفصل‌ها:

- آشنایی با سیستم‌های دیجیتال و نمونه برداری
- تبدیل Z، عکس تبدیل Z، تبدیل ستاره و ارتباط تبدیل ستاره تبدیل لاپلاس و تبدیل Z
- نمونه بردار و نگه دارنده
- تابع انتقال پالس سیستم‌های حلقه باز و حلقه بسته و فرمول بهره میسون
- پایداری سیستم‌های دیجیتال
- پاسخ پله سیستم‌های دیجیتال و خطای حالت دائمی
- مکان هندسی ریشه‌های سیستم‌های دیجیتال خطی
- دیاگرام بود سیستم‌های دیجیتال خطی
- طراحی کنترل‌کننده برای سیستم‌های دیجیتال خطی
- تحلیل فضای حالت زمان گسسته



- آنالیز پایداری تابع لیاپانوف برای سیستم‌های گسسته و طراحی کنترل‌کننده‌های دیجیتال غیرخطی
- طراحی کنترل‌کننده‌های LQR و LQG گسسته زمان
- طراحی فیلتر کالمن و رویتگرهای گسسته زمان
- شناسایی سیستم‌های گسسته و طراحی کنترل‌کننده جایاب قطب سیستم‌های دیجیتال
- نکات عملی پیاده‌سازی سیستم‌های دیجیتال
- مثال‌های عملی

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

برای درس طراحی سیستم‌های کنترل دیجیتال، روش‌های یاددهی و یادگیری باید به گونه‌ای باشد که دانشجویان بتوانند به خوبی با مفاهیم پیچیده آشنا شوند. در ابتدا، با استفاده از ارائه‌های تعاملی و مفاهیم آموزشی، مباحث پایه‌ای مانند سیستم‌های دیجیتال و نمونه‌برداری معرفی می‌شود. سپس، با برگزاری آموزشهای مربوطه، دانشجویان می‌توانند به طراحی و تحلیل سیستم‌های حلقه باز و حلقه بسته پردازند. همچنین، استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی برای تحلیل پایداری و طراحی کنترل‌کننده‌های دیجیتال، به یادگیری عمیق‌تر کمک می‌کند. در نهایت، با ارائه پروژه‌های مربوطه و مثال‌های لازم، دانشجویان توانایی پیاده‌سازی سیستم‌های دیجیتال را پیدا می‌کنند و مهارت‌های لازم برای طراحی کنترل‌کننده‌های پیشرفته را به دست می‌آورند. این رویکرد ترکیبی، یادگیری فعال و مشارکتی را تشویق می‌کند.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه‌ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. G. F. Franklin, J. D. Powell, A. Emami-Naeini, Digital Control of Dynamic Systems, Pearson, 4th Edition, United States, 2019.
2. M. Gopal, Digital Control Engineering: Analysis and Design, New Age International Publishers, 3rd Edition, India, 2016.



4. B. C. Kuo, Digital Control Systems, Oxford University Press, 3rd Edition, United States, 2018.
5. C. L. Philips and H. T. Nagle, Digital Control System Analysis and Design, 3rd Ed., Prentice Hall Englewood Cliffs, 1995.
6. M. Sami Fadali, Antonio Visioli, "Digital Control Engineering: Analysis and Design" 2nd ed., Academic Press, 2012.
7. Dogan Ibrahim, "Microcontroller Based Applied Digital Control," 1st Edition, Wiley, 2006
8. K. Ogata, Discrete-Time Control Systems, 2ed Ed., Prentice Hall International Inc., 1995.
9. K. J. Astrom and B. Wittenmark, Adaptive Control, 2ed ED., Prentice Hall, 1994.
10. B. C. Kou, Digital Control Systems, 2nd Ed., Holt, Rinehart and Winston, 1980
11. K. J. Astrom and B. Wittenmark, Computer Controlled Systems, 1st Ed., Prentice Hall, 1996

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: ارتعاشات پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Vibrations	
دروس پیش نیاز:		-	
دروس هم نیاز:		-	
تعداد واحد:	۳	نظری	نوع درس و واحد
			☐ پایه ☐ تخصصی الزامی ☒ تخصصی اختیاری ☐ رساله ☐ مهارتی-اشتغال پذیری
تعداد ساعت:	۴۸		
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
مرتبط با آمایش/مأموریت		مرتبط با مأموریت/آمایش	
☐ موسسه نیست		☒ موسسه است	

ب) هدف کلی:

آشنایی با ارتعاشات سیستم‌های ممتد و کاربرد آن در حل بسیاری از مسائل مهندسی و همچنین استخراج معادلات از قبیل: ارتعاشات پیچشی محورها و ارتعاشات طولی میله‌ها، ارتعاشات عرضی غشا و تیر و صفحه، استفاده از روشهای مختلف عددی و تحلیلی برای حل معادلات ارتعاشی سیستم‌های ممتد.

اهداف ویژه:

- فهم مبانی نظری ارتعاشات: دانشجویان باید با مفاهیم پایه‌ای ارتعاشات، حساب تغییرات، لاگرانژ و اصل هامیلتون آشنا شوند و توانایی تحلیل سیستم‌های مختلف را پیدا کنند.
- تحلیل سیستم‌های ممتد: هدف این است که دانشجویان توانایی تحلیل و مدل‌سازی ارتعاشات در سیستم‌های ممتد مانند میله‌ها، تیرها و غشاها را با استفاده از روش‌های مختلف یاد بگیرند.
- آشنایی با روش‌های عددی و المان محدود: دانشجویان باید با مبانی روش المان محدود و حل عددی و تحلیلی معادلات سیستم‌های ارتعاشی آشنا شوند و کاربردهای عملی این روش‌ها را در مسائل مهندسی درک کنند.

پ) سرفصل‌ها:

- مبانی ارتعاشات، حساب تغییرات، لاگرانژ و اصل هامیلتون
- ارتعاشات سیستم‌های ممتد (میله، ریسمان، تیر اویلر-برنولی و تیموشنکو، تیر خمیده، صفحه کلاسیک و مرتبه اول، غشا)
- روش جمع مد برای سیستم‌های ممتد
- روشهای کلاسیک
- مبانی روش المان محدود برای سیستم‌های ارتعاشی
- حل عددی و تحلیلی معادلات سیستم‌های ارتعاشی
- کاربردها

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

برای درس ارتعاشات پیشرفته، روش‌های یاددهی و یادگیری باید به گونه‌ای طراحی شوند که دانشجویان بتوانند مفاهیم پیچیده را به خوبی درک کنند. ابتدا، با استفاده از ارائه‌های تعاملی و فایل‌های آموزشی، مبانی ارتعاشات و اصول لاگرانژ و هامیلتون معرفی می‌شود. سپس، با ارایه مفاهیم مربوطه، دانشجویان به تحلیل سیستم‌های ممتد مانند میله‌ها و تیرها می‌پردازند. در ادامه، با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی، مبانی روش المان محدود و حل عددی معادلات ارتعاشی آموزش داده می‌شود. همچنین، پروژه‌های گروهی و مثال‌های واقعی از کاربردهای



ارتعاشات در صنایع مختلف، به یادگیری عمیق تر کمک می کند. این رویکرد ترکیبی، یادگیری فعال و مشارکتی را تشویق کرده و به دانشجویان امکان می دهد تا مهارت های لازم برای تحلیل و طراحی سیستم های ارتعاشی را به دست آورند.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین در طول نیم سال	۱۰ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

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

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس های درسی نیاز می باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱. تئوری ارتعاشات و کاربرد آن در مهندسی، منصور نیکخواه بهرامی
2. Reza N. Jazar, Advanced Vibrations: Theory and Application, Springer International Publishing, 2nd Edition, 2023.
3. Daniel J. Inman et al., Vibration Analysis and Control, Wiley, 2018.
4. Singiresu S. Rao, Mechanical Vibrations: Theory and Applications, Pearson, 6th Edition, 2020.
5. L. Meirovitch, Fundamentals of Vibrations, McGraw-Hill Book Company, New York, (Second Printing), 2003.
6. S. Graham Kelly, Advanced Vibration Analysis, CRC Press, 1 edition, 2006.
7. L. Meirovitch, Methods of Analytical Dynamics, Dover, New York, 1998.
8. Engineering Vibrations (2nd edition), Daniel J. Inman, Prentice-Hall, 2001.
9. Paolo L. Gatti & Vittorio Ferrari, Applied Structural and Mechanical Vibrations: Theory, methods and measuring instrumentation, Taylor & Francis Group LLC, 2003.
10. William T. Thomson, Marie Dillon Dahleh, Theory of Vibration with Applications, Pearson; 5 edition, 1997.
11. Singiresu S. Rao, Mechanical Vibrations, Pearson, 6 edition, 2016.
12. Timoshenko, Vibration Problems in Engineering, Dead Authors Society, 2017.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: کنترل خودکار پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Automatic Control	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:	کنترل کلاسیک	☐ پایه ☒ نظری	
دروس هم نیاز:	-	☐ تخصصی الزامی ☐ عملی	
تعداد واحد:	۳	☒ تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی	
تعداد ساعت:	۴۸	☐ رساله ☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت	مرتبط با مأموریت/آمایش
		☐ موسسه نیست	☒ موسسه است

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با مفاهیم تحلیل و طراحی کنترل در فضای حالت برای سیستم‌های خطی نامتغیر با زمان (LTI).
- توانمندسازی دانشجویان در تحلیل و طراحی کنترلکننده‌های فیدبک حالت و رؤیتگرهای حالت در سیستم‌های خطی پیوسته زمانی.

اهداف ویژه:

- تسلط بر جبر خطی و مفاهیم پایه‌ای آن که برای تحلیل سیستم‌های خطی در فضای حالت ضروری است.
- درک و طراحی کنترل کننده‌های فیدبک حالت برای سیستم‌های خطی پیوسته زمانی.
- تحلیل کنترل پذیری، مشاهده پذیری، و پایداری سیستم‌های خطی در فضای حالت.
- طراحی رؤیتگرهای حالت (State Observers) و تحلیل عملکرد آنها در سیستم‌های کنترل پیشرفته.

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر کنترل در فضای حالت: معرفی سیستم‌های خطی نامتغیر با زمان و مفاهیم اولیه فضای حالت.
- مروری بر جبر خطی و ابزارهای آن: ماتریسها، بردارهای حالت، و عملیاتهای پایه‌ای در جبر خطی.
- مدل سازی سیستم‌های خطی در فضای حالت: تبدیل معادلات دیفرانسیل به مدل فضای حالت.
- پاسخ سیستم‌های خطی پیوسته زمانی: تحلیل پاسخ سیستم‌های LTI به ورودیها.
- کنترل پذیری و مشاهده پذیری: مفاهیم کنترل پذیری و مشاهده پذیری و آزمونهای مربوطه.
- تئوری تحقق و بازسازی
- پایداری سیستم‌های خطی در فضای حالت: معیارهای پایداری در فضای حالت و تحلیل آنها.
- طراحی کنترل کننده‌های فیدبک حالت: استفاده از فیدبک حالت برای طراحی سیستم‌های کنترل.
- طراحی رؤیتگرهای حالت (State Observers): نحوه طراحی رؤیتگر برای تخمین وضعیتهای سیستم و ترکیب آن با کنترل فیدبک حالت خطی
- تبدیل سیستم‌های پیوسته به سیستم‌های گسسته و مبانی کنترل دیجیتال: معرفی و مقدمات کنترل دیجیتال برای سیستم‌های خطی.



ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

در این درس، ترکیب روشهای تدریس تئوری، حل مسائل و شبیه سازی استفاده میشود. ابتدا مفاهیم اصلی از طریق سخنرانیها و خواندن منابع درسی تدریس میشود. سپس دانشجویان با استفاده از نرم افزار MATLAB/Simulink سیستم ها را شبیه سازی و تحلیل میکنند. پروژه های عملی و کلاسی برای تسلط بیشتر بر مفاهیم طراحی و پیاده سازی سیستم های کنترل در فضای حالت طراحی شده اند. جلسات کلاسی شامل حل تمرینهای مربوط به کنترل پذیری، مشاهده پذیری و طراحی فیدبک حالت است که در کنار شبیه سازیهای عملی به عمق درک دانشجویان از مفاهیم میافزاید.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین در طول نیم سال	۱۰ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

سایر موارد در صورت نیاز قید- شود.

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

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس های درسی نیاز می باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Zhou, K., Doyle, J. C., & Glover, K. (2018). Robust and Optimal Control. 2nd ed. Prentice Hall.
2. Astrom, K. J., & Murray, R. M. (2020). Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers. 2nd ed. Princeton University Press.
3. Kailath, T., Sayed, A. H., & Hassibi, B. (2021). Linear Systems. 2nd ed. Pearson Education.
4. Cheng, D., & Li, J. (2019). Linear Control System Analysis and Design: Conventional and Modern. 2nd ed. CRC Press.
5. D'Azzo, J. J., & Houpis, C. H. (2019). Linear Control System Analysis and Design: Sixth Edition. CRC Press.
6. Ogata, K. (2010). Modern Control Engineering. 5th ed. Pearson Education.
7. Dorf, R. C., & Bishop, R. H. (2017). Modern Control Systems. 13th ed. Pearson.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان آرایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: رباتیک پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Robotics	
دروس پیش نیاز:		-	
دروس هم نیاز:		-	
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ■
	۴۸		تخصصی الزامی □
تعداد ساعت:		مهارتی-اشتغال پذیری □	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با مأموریت/آمایش	
		موسسه نیست □	
		مرتبط با مأموریت/آمایش	
		موسسه است ■	

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با مفاهیم مدل سازی سینماتیک و دینامیک برای بازوهای رباتیک سری و چگونگی تحلیل و طراحی آنها.
- توانمندسازی دانشجویان در زمینه طراحی و پیاده سازی سیستم های کنترل حرکت و کنترل نیرو برای بازوهای رباتیک سری.

اهداف ویژه:

- تسلط بر مدل سازی سینماتیک برای بازوهای رباتیک سری، شامل تحلیل حرکت و توصیف وضعیتها.
- درک مدل سازی دینامیک سیستم های رباتیک سری، به ویژه شبیه سازی نیروها و گشتاورها.
- یادگیری روشهای کنترل حرکت برای حرکت دهی به بازوهای رباتیک، مانند کنترل بازخوردی و کنترل مسیریابی.
- طراحی و پیاده سازی کنترل نیرو برای بازوهای رباتیک سری، با تمرکز بر سیستم های تعاملی و مهار نیروهای خارجی.

پ) سرفصل ها:

- مقدمه ای بر رباتیک و انواع رباتها: معرفی مفاهیم پایه، کاربردها و انواع رباتها.
- مدل سازی سینماتیک بازوهای رباتیک سری: توصیف حرکت و مدل سازی سینماتیک (ماتریسهای تبدیل و معادلات سینماتیکی).
- روشهای حل سینماتیکی: حل مسائل سینماتیکی مستقیم و معکوس برای بازوهای رباتیک سری.
- مدل سازی دینامیک بازوهای رباتیک سری: تحلیل نیروها و گشتاورهای وارد بر بازوهای رباتیک با استفاده از قوانین نیوتن و لاگرانژ.
- معادلات دینامیکی بازوهای رباتیک: روشهای به دست آوردن معادلات حرکت و تأثیر آنها در طراحی کنترل.
- طراحی تراژکتوری در فضای مفصلی و کاری برای ربات های سری به شکل های مختلف، طراحی تراژکتوری بهینه ی زمانی حرکت
- کنترل حرکت بازوهای رباتیک: آشنایی با طراحی و پیاده سازی کنترل کننده های حرکت خطی و غیر خطی برای بازوهای رباتیک
- سری مانند کنترل PID و روش خطی سازی فیدبک
- کنترل نیرو و تعامل با محیط: معرفی مفاهیم کنترل نیرو برای ربات های تعاملی و نحوه طراحی کنترلر نیرو/امپدانس برای مهار نیروهای خارجی.
- روشهای شبیه سازی حرکت و نیرو: استفاده از نرم افزارهای شبیه سازی برای تحلیل حرکت و نیرو در رباتها.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش تدریس این درس ترکیبی از سخنرانیهای تئوری، حل تمرینها، شبیه سازیهای عملی و پروژه های کلاسی خواهد بود. ابتدا مفاهیم پایه سینماتیک و دینامیک به طور تئوری توضیح داده میشود، سپس دانشجویان از نرم افزارهای شبیه سازی مانند MATLAB و Simulink برای



پیاده‌سازی مدلها و طراحی کنترلرهای مختلف استفاده خواهند کرد. پروژه‌های عملی برای تسلط بیشتر بر مفاهیم ارائه میشوند، به‌طوری که دانشجویان درک بهتری از مفاهیم تئوری ارائه شده به دست آورند.

ث) روش ارزشیابی (پیشهادی):

تمرین در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه‌ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Siciliano, B., Khatib, O., & Luca, A. D. (2016). Springer Handbook of Robotics. 2nd ed. Springer.
2. Spong, M. W., Hutchinson, S., & Vidyasagar, M. (2018). Robot Modeling and Control. Wiley.
3. Craig, J. J. (2018). Introduction to Robotics: Mechanics and Control. 4th ed. Pearson Education.
4. Jazar, R. N. (2020). Theory of Applied Robotics: Kinematics, Dynamics, and Control. 3rd ed. Springer.
5. Mahadevan, S., & Ponce, J. (2019). Robotics: Control, Sensing, Vision, and Intelligence. 2nd ed. McGraw-Hill Education.
6. Lynch, K. M., & Park, F. C. (2017). Modern Robotics: Mechanics, Planning, and Control. Cambridge University Press.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه‌ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می‌باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: دینامیک پیشرفته				
نوع درس و واحد		Advanced Dynamics		عنوان درس به انگلیسی:
پایه ☐ نظری ☒		-		دروس پیش نیاز:
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		-		دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		نظری	۳	تعداد واحد:
رساله ☐			۴۸	تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری ☐				
مرتبط با مأموریت/آمایش ☒ موسسه است		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
مرتبط با مأموریت ☐ موسسه نیست				

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با مفاهیم پیشرفته دینامیک، شامل سینماتیک و سینتیک اجسام صلب و همچنین تحلیل سیستم‌های ذرات و مجموعه ذرات.
- توانمندسازی دانشجویان در استفاده از روشهای تحلیلی پیشرفته (لاگرانژ، هامیلتون و کین) برای تحلیل سیستم‌های دینامیکی مقید و نامقید

اهداف ویژه:

- تسلط بر سینماتیک اجسام صلب در حالت‌های مختلف (صفحه‌ای و سه بعدی) و استفاده از آن در تحلیل حرکت.
- درک و تحلیل سینتیک اجسام صلب با استفاده از اصول بنیادی دینامیک و محاسبه نیروها و گشتاورهای وارد بر سیستم‌ها.
- یادگیری و استفاده از روش لاگرانژ برای تحلیل سیستم‌های دینامیکی مقید و نامقید.
- آشنایی با روشهای هامیلتونی و روش کین (Kane) برای حل مسائل دینامیکی پیچیده و سیستم‌های با قیود.

پ) سرفصل‌ها:

- سیستم مختصات کارتزینی اینرسی، حرکت نسبت به دستگاه‌های متحرک، دستگاه مختصات مماسی و عمودی، دستگاه مختصات استوانه‌ای و قطبی، حرکت سه بعدی، تبدیل در دستگاه مختصات دوار، حرکت تای بسیار کوچک و بردار سرعت زاویه‌ای، حرکت نسبت به کره‌ی زمین دوار
- دینامیک درات، قوانین نیوتن و متدهای ممنتوم
- دینامیک اجسام صلب، قوانین نیوتن و روش‌های انرژی و ممنتوم، معادلات حرکت یک جسم.
- مفاهیم اولیه‌ی دینامیک تحلیلی، مختصات تعمیم یافته، درجات آزادی و قیود، اصل کار مجازی، اصل هامیلتون. معادلات لاگرانژ برای حرکت مقید و نامقید، معادلات استاندارد هامیلتون، زوایای اوپلر و معادلات لاگرانژ برای اجسام صلب
- معرفی و کاربرد روش کین (Kane) در تحلیل دینامیکی سیستم‌ها، مزایا و معایب آن
- معادلات گیبس-اپل (Gibbs-Apple)
- بررسی پاسخ سیستم‌های دینامیکی، وجود و یکتایی پاسخ
- شبیه‌سازی و تحلیل دینامیکی سیستم‌ها: استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی برای حل مسائل دینامیکی و بررسی نتایج.



ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

در این درس، روش تدریس ترکیبی از آموزش تئوری، حل تمرینهای تحلیلی، و شبیه‌سازیهای عملی خواهد بود. ابتدا مفاهیم پایه از سینماتیک و سینتیک یادآوری شده و سپس بر روی تحلیل‌های پیشرفته مانند روشهای لاگرانژ، هامیلتون و کین تمرکز خواهد شد. دانشجویان از طریق حل مسائل و شبیه‌سازیهای نرم‌افزاری (مانند MATLAB یا نرم‌افزارهای دینامیکی دیگر) با فرآیندهای تحلیل سیستم‌های پیچیده آشنا خواهند شد. پروژه‌های عملی برای به کارگیری مفاهیم در شرایط واقعی طراحی خواهد شد.

ث) روش ارزشیابی (پیشهادی):

تمرین های کلاسی در طول نیم سال	۱۰ درصد
پروژه ی کامپیوتری در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Baruh, H. (2019). Analytical Dynamics. 2nd ed. McGraw-Hill Education.
2. Tong, D. (2018). Classical Dynamics. 2nd ed. Cambridge University Press.
3. Goldstein, H., Poole, C., & Safko, J. (2018). Classical Mechanics. 4th ed. Pearson Education.
4. Thornton, S. T., & Marion, J. B. (2018). Classical Dynamics of Particles and Systems. 6th ed. Cengage Learning.
5. Taylor, J. R. (2019). Classical Mechanics. 2nd ed. University Science Books.
6. Hand, L. N., & Finch, J. D. (2019). Analytical Mechanics. 2nd ed. Cambridge University Press.
7. Baruh, H. (2020). Applied Dynamics. 3rd ed. CRC Press.
8. Greenwood, D. T. (2019). Principles of Dynamics. 3rd ed. Prentice Hall.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می‌باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: ربات‌های موازی			
عنوان درس به انگلیسی:		Parallel Robots	
دروس پیش نیاز:		-	
دروس هم نیاز:		-	
تعداد واحد:	۳	نظری	نوع درس و واحد
	۴۸		مهارتی-اشتغال پذیری
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت	
		مرتبط با آمورش/مأموریت	
		موسسه است	

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با مدل سازی و کنترل ربات‌های موازی.
- توانمندسازی دانشجویان در تحلیل و طراحی ربات‌های موازی با ساختار سینماتیکی حلقه بسته.

اهداف ویژه:

- تسلط بر مفاهیم ریاضی و فیزیکی مورد نیاز برای تحلیل ربات‌های موازی.
- درک و طراحی سینماتیک و دینامیک ربات‌های موازی.
- تحلیل و طراحی کنترل کننده‌های مختلف برای ربات‌های موازی.

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه: شامل معیار گروبلر، معیار حرکت حلقه، دسته‌بندی ربات‌ها.
- تبدیلات ریاضی: تعریف موقعیت، سرعت و جهت گیری، ماتریس دوران، ماتریس تبدیل و زوایای اویلر.
- سینماتیک مستقیم و معکوس: شامل سینماتیک ربات‌های موازی، روش حلقه‌های سرعت، روش‌های حل تحلیلی و عددی.
- تحلیل ژاکوبین: شامل سرعت‌های خطی و زاویه‌ای، ماتریس‌های ژاکوبین در ربات‌های موازی، تحلیل ژاکوبین بر روی چند ربات موازی.
- دینامیک: شامل شتاب خطی و زاویه‌ای، روش نیوتن-اویلر، روش کار مجازی، روش لاگرانژ.
- تولید مسیر: شامل روش‌های طراحی مسیر در فضای مفصلی و کارتزینی، طراحی مسیر براساس توابع درجه سه.
- طراحی کنترل کننده‌های خطی و غیرخطی: شامل کنترل موقعیت ربات‌های موازی، کنترل مقاوم، کنترل تطبیقی و روش‌های Passivity.
- کنترل نیرو در ربات‌های موازی



ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

در این درس، ترکیبی از روش‌های تدریس تئوری، حل مسائل و شبیه‌سازی استفاده می‌شود. مفاهیم اصلی از طریق سخنرانی‌ها و منابع درسی تدریس می‌شوند. دانشجویان با استفاده از نرم‌افزار MATLAB/Simulink سیستم‌ها را شبیه‌سازی و تحلیل می‌کنند. پروژه‌های عملی برای تسلط بیشتر بر مفاهیم طراحی و پیاده‌سازی ربات‌های موازی طراحی شده‌اند.

ث) روش ارزشیابی (پیشهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۳۵ درصد
پروژه‌ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Wu, G. (2021). Parallel PnP Robots: Dynamic Control and Motion Planning. Springer Singapore.
2. Klimchik, A., Pashkevich, A., & Chablat, D. (2025). Stiffness Modeling of Parallel Robots. Springer.
3. Grosch, P., & Thomas, F. (2019). Parallel Robots with Unconventional Joints: Kinematics and Motion Planning. Springer.
4. Staicu, S. (2019). Dynamics of Parallel Robots. Springer.
5. Taghirad, H. D. (2013). Parallel Robots: Mechanics and Control. Taylor and Francis LLC., CRC Press.
6. Ghosal, A. (2006). Robotics: Fundamental Concepts and Analysis. Oxford University Press.
7. Siciliano, B., & Khatib, O. (2016). Springer Handbook of Robotics. Springer.
8. Craig, J. J. (2018). Introduction to Robotics: Mechanics and Control. 4h Ed., Pearson Education.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه‌ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می‌باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: سیستم های کنترل تطبیقی				
نوع درس و واحد		Adaptive Control Systems		عنوان درس به انگلیسی:
☐ پایه		☐ نظری		دروس پیش نیاز:
☐ عملی		☐ تخصصی الزامی		دروس هم نیاز:
☐ نظری-عملی		☒ تخصصی اختیاری		تعداد واحد:
☐ رساله		☐ مهارتی-اشتغال پذیری		
☐ اشتغال پذیری		☐ نظری		تعداد ساعت:
مرتبط با مأموریت/آمایش		مرتبط با آمایش/مأموریت		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس
☒ موسسه است		☐ موسسه نیست		

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با سیستم های نامعین و متغیر بازمان و روش های طراحی سیستم های کنترل برای اینگونه سیستم ها بر پایه روش های کنترل تطبیقی.
- توانمندسازی دانشجویان در تحلیل و طراحی کنترل کننده های تطبیقی برای سیستم های دینامیکی.

اهداف ویژه:

- تسلط بر تعاریف و روش های کنترل تطبیقی.
- درک و طراحی تنظیم کننده های خود تنظیم برای سیستم های دینامیکی.
- تحلیل و پیاده سازی کنترل کننده های تطبیقی پیش بین.

پ) سرفصل ها:

- آشنایی با کنترل تطبیقی و تاریخچه آن.
- معرفی روش های شناسایی سیستم های دینامیکی و روش حداقل مربعات خطا.
- تنظیم کننده های خود تنظیم جایاب قطب با فیدبک خروجی.
- روش های مستقیم و غیرمستقیم طراحی تنظیم کننده های خود تنظیم.
- معرفی کنترل کننده های تطبیقی پیش بین.
- سیستم های کنترل تطبیقی مدل مرجع و تحلیل پایداری آنها.
- کنترل کننده های خود تنظیم PID.
- کاربردها و ملاحظات عملی در پیاده سازی کنترل کننده های تطبیقی.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

در این درس، ترکیبی از روش های تدریس تئوری، حل مسائل و شبیه سازی استفاده می شود. مفاهیم اصلی از طریق سخنرانی ها و منابع درسی تدریس می شوند. دانشجویان با استفاده از نرم افزار MATLAB/Simulink سیستم ها را شبیه سازی و تحلیل می کنند. پروژه های عملی برای تسلط بیشتر بر مفاهیم طراحی و پیاده سازی سیستم های کنترل تطبیقی به دانشجویان داده خواهد شد.



ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۱۰ درصد	فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
۳۰ درصد	آزمون پایان نیم‌سال
۳۵ درصد	آزمون پایانی
۲۵ درصد	پروژه ی جامع کامپیوتری

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Astrom, K. J. (1995). Adaptive Control. 2nd ed. Wesley.
2. Ioannou, P., & Fidan, B. (2006). Adaptive Control Tutorial. SIAM Advances in Design and Control.
3. Camacho, E. F., & Bordons, C. (2006). Model Predictive Control. Springer.
4. Landau, I. D., Lozano, R., & M'Saad, M. (2015). Adaptive Control: Algorithms, Analysis and Applications. Springer.
5. Sastry, S., & Bodson, M. (2017). Adaptive Control: Stability, Convergence, and Robustness. Courier Corporation.
6. Ioannou, P. A., & Sun, J. (2018). Robust Adaptive Control. Courier Corporation.
7. Narendra, K. S., & Annaswamy, A. M. (2015). Stable Adaptive Systems. Dover Publications.
8. Tao, G. (2014). Adaptive Control Design and Analysis. John Wiley & Sons.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می‌باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: طراحی سیستم های کنترل غیر خطی				
نوع درس و واحد		Design of Nonlinear Controller Systems		عنوان درس به انگلیسی:
نظری ☒	پایه ☐	کنترل خودکار پیشرفته		دروس پیش نیاز:
عملی ☐	تخصصی الزامی ☐	-		دروس هم نیاز:
نظری-عملی ☐	تخصصی اختیاری ☒	نظری	۳	تعداد واحد:
	رساله ☐		۴۸	تعداد ساعت:
	مهارتی-اشتغال پذیری ☐			
مرتبط با مأموریت/آمایش ☒		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
موسسه است ☒				
مرتبط با مأموریت ☐				
موسسه نیست ☐				

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با روش های تحلیل سیستم های غیر خطی.
- توانمندسازی دانشجویان در طراحی کنترل کننده های متداول غیر خطی.

اهداف ویژه:

- تسلط بر معادلات حالت و تحلیل پایداری سیستم های غیر خطی.
- درک و طراحی کنترل کننده های غیر خطی با استفاده از نظریه لیاپانوف.
- تحلیل و پیاده سازی کنترل کننده های مد لغزشی و خطی سازی با فیدبک.

پ) سرفصل ها:

- معرفی سیستم های غیر خطی و معادلات حالت.
- تحلیل پایداری مقدماتی شامل تعاریف پایداری و قضایای لیاپانوف.
- تحلیل فاز شامل خصوصیات سیستم های غیر خطی مرتبه دو و ترسیم نمودار فاز.
- تحلیل پایداری پیشرفته شامل قضایای سیستم های متغیر با زمان و معیار دایره و پوپوف.
- تحلیل چرخه حدی شامل تعریف و خصوصیات چرخه حدی و تحلیل پایداری چرخه حدی با استفاده از توابع توصیفی.
- مروری بر طراحی کنترلر غیر خطی
- طراحی کنترل کننده خطی ساز با فیدبک شامل ریاضیات لازم و جبر Lie.
- کنترل پسگام انتگرالی.
- طراحی کنترل کننده مد لغزشی شامل تعریف سطوح لغزش و قوانین کنترل مد لغزشی.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

در این درس، ترکیبی از روش های تدریس تئوری، حل مسائل و شبیه سازی استفاده می شود. مفاهیم اصلی از طریق سخنرانی ها و منابع درسی تدریس می شوند. دانشجویان با استفاده از نرم افزار MATLAB/Simulink سیستم ها را شبیه سازی و تحلیل می کنند. پروژه های عملی برای تسلط بیشتر بر مفاهیم طراحی و پیاده سازی کنترل کننده های غیر خطی طراحی شده اند.



ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۱۰ درصد	فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
۴۰ درصد	آزمون پایان نیم‌سال
۳۵ درصد	آزمون پایانی
۱۵ درصد	پروژه ی جامع کامپیوتری

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Khalil, H. K. (2002). Nonlinear Systems. 3rd ed. Prentice Hall.
2. Slotine, J. J., & Li, W. (1991). Applied Nonlinear Control. Prentice Hall.
3. Isidori, A. (1995). Nonlinear Control Systems. Springer.
4. Vidyasagar, M. (1993). Nonlinear System Analysis. Prentice-Hall.
5. Krstic, M., Kanellakopoulos, I., & Kokotovic, P. V. (2015). Nonlinear and Adaptive Control Design. Wiley.
6. Sastry, S. (2019). Nonlinear Systems: Analysis, Stability, and Control. Springer.
7. Sepulchre, R., Jankovic, M., & Kokotovic, P. V. (2019). Constructive Nonlinear Control. Springer.
8. Khalil, H. K., & Grizzle, J. W. (2017). Nonlinear Control Systems: An Introduction. Courier Corporation.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می‌باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: کنترل بهینه				
نوع درس و واحد		Optimal Control		عنوان درس به انگلیسی:
نظری	پایه	کنترل خودکار پیشرفته		دروس پیش نیاز:
عملی	تخصصی الزامی	-		دروس هم نیاز:
نظری-عملی	تخصصی اختیاری	نظری	۳	تعداد واحد:
	رساله		۴۸	تعداد ساعت:
	مهارتی-اشتغال پذیری			
مرتبط با مأموریت/آمایش		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
موسسه است		موسسه نیست		

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با انواع مسائل کنترل بهینه.
- توانمندسازی دانشجویان در تحلیل و طراحی کنترل کننده های بهینه

اهداف ویژه:

- تسلط بر مفاهیم تابع معیار و ارزیابی عملکرد برای مسائل مختلف.
- درک روش های بهینه سازی پارامتری و ساختاری.
- تحلیل و طراحی کنترل کننده های بهینه در مسائل ردیابی و تنظیم

پ) سرفصل ها:

- مبانی ریاضیات لازم و مقدمه ای بر کنترل بهینه.
- تابع معیار و ارزیابی عملکرد برای مسائل حداقل زمان و کنترل وضعیت نهایی.
- طراحی کنترلرهای بهینه رگولاتوری مربعی برای سیستم های خطی
- برنامه ریزی پویا و اصل بهینگی بلمن.
- معادله های هامیلتون-ژاکوبی-بلمن.
- بهینه سازی ساختاری شامل تعیین ورودی به کمک حساب تغییرات.
- بهینه سازی استاتیک بدون قید و با وجود قید.
- کنترل کننده بهینه خطی زمان گسسته و معادله ریکاتی زمان گسسته.
- روش های عددی حل معادلات دیفرانسیل با شرایط مرزی گسسته
- برنامه ریزی پویای تطبیقی و یادگیری تقویتی

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

در این درس، ترکیبی از روش های تدریس تئوری، حل مسائل و شبیه سازی استفاده می شود. مفاهیم اصلی از طریق سخنرانی ها و منابع درسی تدریس می شوند. دانشجویان با استفاده از نرم افزار MATLAB/Simulink سیستم ها را شبیه سازی و تحلیل می کنند. پروژه های عملی برای تسلط بیشتر بر مفاهیم طراحی و پیاده سازی کنترل کننده های بهینه طراحی شده اند.



ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۱۵ درصد	فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
۲۵ درصد	آزمون پایان نیم‌سال
۲۵ درصد	آزمون پایانی
۳۵ درصد	پروژه ی جامع کامپیوتری

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Lewis, F. L., Vrabie, D., & Syrmos, V. L. (2012). Optimal Control. 3rd ed. John Wiley and Sons.
2. Kirk, D. E. (1970). Optimal Control Theory: An Introduction. Prentice-Hall.
3. Anderson, B. D. O., & Moore, J. B. (1987). Optimal Control: Linear Quadratic Methods. Dover Publications.
4. Bryson, A. E., & Ho, Y. C. (1975). Applied Optimal Control. Hemisphere.
5. Kwakernaak, H., & Sivan, S. (1972). Linear Optimal Control Systems. Wiley.
6. Borrelli, F., Bemporad, A., & Morari, M. (2017). Predictive Control for Linear and Hybrid Systems. Cambridge University Press.
7. Bemporad, A., & Morari, M. (2018). Robust Model Predictive Control: A Simple Approach. Springer.
8. Rawlings, J. B., Mayne, D. Q., & Diehl, M. (2017). Model Predictive Control: Theory, Computation, and Design. 2nd ed. Nob Hill Publishing.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می‌باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: ربات‌های پایه متحرک چرخدار			
عنوان درس به انگلیسی:		Wheeled Mobile Robots	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:	رباتیک پیشرفته	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش ☒
		موسسه نیست ☐	موسسه است ☒

ب) هدف کلی:

- آشنایی جامع دانشجویان با انواع ربات‌های پایه متحرک چرخدار.
- توانمندسازی دانشجویان در تحلیل و مدل‌سازی ربات‌های چرخدار

اهداف ویژه:

- تسلط بر تحلیل سینماتیک و دینامیک ربات‌های پایه متحرک چرخدار.
- آشنایی با مدل‌های اصطکاک چرخ‌ها و تغییر مدل‌های سینماتیک و دینامیک.
- درک و طراحی کنترل حرکت و مسیر حرکت ربات‌های پایه متحرک چرخدار.

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه.
- انواع ربات‌های پایه متحرک: مزایا و معایب.
- تاریخچه ربات‌های پایه متحرک چرخدار.
- مدل‌سازی ربات‌های پایه متحرک چرخدار.
- تحلیل سینماتیک ربات‌های پایه متحرک چرخدار دیفرانسیلی: سینماتیک مستقیم و معکوس.
- تحلیل سینماتیک ربات‌های پایه متحرک چرخدار Synchronous Drive.
- انواع قیود: هولونومیک و غیرهولونومیک.
- کنترل سینماتیکی و کنترل دینامیکی: مزایا و معایب آن‌ها.
- طراحی مسیر حرکت در ربات‌های پایه متحرک چرخدار.
- نمایش محیط برای طراحی مسیر حرکت ربات چرخدار: میدان پتانسیل مصنوعی، RRT، PRM.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

در این درس، ترکیبی از روش‌های تدریس تئوری، حل مسائل و شبیه‌سازی استفاده می‌شود. مفاهیم اصلی از طریق سخنرانی‌ها و منابع درسی تدریس می‌شوند. دانشجویان با استفاده از نرم‌افزار MATLAB/Simulink سیستم‌ها را شبیه‌سازی و تحلیل می‌کنند. پروژه‌های عملی برای تسلط بیشتر بر مفاهیم طراحی و پیاده‌سازی ربات‌های چرخدار طراحی شده‌اند.



ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۱۵ درصد	فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
۲۵ درصد	آزمون پایان نیم‌سال
۲۵ درصد	آزمون پایانی
۳۵ درصد	پروژه ی جامع کامپیوتری

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Martins, N. A., & Bertol, D. W. (2021). Wheeled Mobile Robot Control: Theory, Simulation, and Experimentation. Springer Nature.
2. Klancar, G., et al. (2017). Wheeled mobile robotics: from fundamentals towards autonomous systems. Butterworth-Heinemann.
3. Siciliano, B., Khatib, O., & Kröger, T., eds. (2017). Springer Handbook of Robotics. 2nd ed., Springer.
4. Corke, P. (2021). Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms in MATLAB. 3rd ed., Springer.
5. Siegwart, R., & Nourbakhsh, I. R. (2018). Introduction to Autonomous Mobile Robots. 2nd ed., MIT Press.
6. Rubio, F., Valero, F., & Llopis-Albert, C. (2019). Robotics: Computational Algorithms, Engineering Systems, and Industrial Applications. CRC Press.
7. Behnke, S. (2017). Autonomous Mobile Robots: Applications and Case Studies. CRC Press.
8. De Luca, A., Oriolo, G., & Vendittelli, M. (2022). Control of Wheeled Mobile Robots. Springer.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می‌باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: واقعیت مجازی و هپتیک			
عنوان درس به انگلیسی:		Virtual Reality and Haptics	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با مأموریت/آمایش	مرتبط با مأموریت
		موسسه است ☒	موسسه نیست ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با اجرای سیستم‌های واقعیت مجازی و نحوه طراحی آن‌ها.
- توانمندسازی دانشجویان در طراحی سیستم‌های هپتیک

اهداف ویژه:

- تسلط بر سنسورها و نحوه عملکرد آن‌ها در سیستم‌های واقعیت مجازی.
- درک نحوه طراحی صدای سه بعدی و تصویر سه بعدی.
- آشنایی با واسطه‌های لامسه‌ای و طراحی آن

پ) سرفصل‌ها:

- آشنایی با کلیات واقعیت مجازی و کاربردهای آن.
- سنسورهای مورد استفاده در سیستم‌های واقعیت مجازی و نحوه عملکرد آن‌ها.
- نحوه طراحی صدای سه بعدی.
- نحوه طراحی تصویر سه بعدی.
- واسطه‌های لامسه‌ای و طراحی آن.
- آشنایی با OpenCV و بکارگیری آن در سیستم‌های واقعیت مجازی.
- آشنایی با سیستم‌های واقعیت افزوده و تفاوت آن با واقعیت مجازی.
- واقعیت توسعه یافته (Extended Reality)
- فاکتورهای انسانی در واقعیت مجازی

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

در این درس، ترکیبی از روش‌های تدریس تئوری، حل مسائل و پروژه‌های عملی استفاده می‌شود. مفاهیم اصلی از طریق سخنرانی‌ها و منابع درسی تدریس می‌شوند. دانشجویان با استفاده از نرم‌افزارها و ابزارهای مربوط به واقعیت مجازی و هپتیک سیستم‌ها را طراحی و شبیه‌سازی می‌کنند. پروژه‌های عملی برای تسلط بیشتر بر مفاهیم طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های واقعیت مجازی و هپتیک طراحی شده‌اند.



ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۱۵ درصد	فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
۲۵ درصد	آزمون پایان نیم‌سال
۳۰ درصد	آزمون پایانی
۳۰ درصد	پروژه ی جامع کامپیوتری

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Burdea, G. C., & Coiffet, P. (2017). Virtual Reality Technology. 3rd ed. John Wiley & Sons.
2. LaValle, S. M. (2020). Virtual Reality. 2nd ed. Cambridge University Press.
3. Jerald, J. (2015). The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality. ACM Books.
4. Slater, M., & Sanchez-Vives, M. V. (2021). Enhancing Virtual Reality Experiences: From Theory to Practice. Springer.
5. Bowman, D. A., Kruijff, E., LaViola, J. J., & Poupyrev, I. (2016). 3D User Interfaces: Theory and Practice. Addison-Wesley.
6. Lin, M. C., & Otaduy, M. A. (2016). Haptic Rendering: Foundations, Algorithms, and Applications. 2nd ed. A K Peters/CRC Press.
7. Coelho, P. M. (2018). Introduction to Haptics. MIT Press.
8. Steuer, J. (2016). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. Springer.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می‌باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: بیومکانیک پایه					
نوع درس و واحد		General Biomechanics		عنوان درس به انگلیسی:	
نظری ☒		پایه ☐		دروس پیش نیاز: -	
عملی ☐		تخصصی الزامی ☐		دروس هم نیاز: -	
نظری-عملی ☐		تخصصی اختیاری ☒		نظری	تعداد واحد: ۳
رساله ☐					تعداد ساعت: ۴۸
مهارتی-اشتغال پذیری ☐					
مرتبط با مأموریت /آمایش		مرتبط با مأموریت /مأموریت		وضعیت آمایشی /مأموریتی درس	
موسسه است ☒		موسسه نیست ☐			

ب) هدف کلی:

- آشنایی با آناتومی حرکت در انسان و مکانیزم‌های مولد آن و تحلیل آن‌ها به کمک اصول مکانیک
- آشنایی با ساختار و عملکرد بافت‌ها، کاربرد روابط تنش-کرنش و قوانین اساسی در بافت‌ها
- مقدمه‌ای بر مدل‌سازی ویسکوالاستیک بافت‌ها

اهداف ویژه:

- تحلیل دینامیکی نیرو و حرکت در انسان
- سیستم‌های کنترل حرکت و بیومکانیک راه رفتن
- تحلیل و مدل‌سازی بیومکانیک سلولی (نانو بیومکانیک)
- بررسی بیومکانیک حرکت سیال در بدن و کاربرد آن در دو مورد گردش خون و سیستم تنفسی

پ) سرفصل‌ها:

- بررسی ساختمان و آناتومی سیستم عضلانی
- بررسی مبانی مکانیک عضله
- کنترل عصبی حرکت: رفلکس و کنترل موتور
- بررسی بیومکانیک سلولی
- تحلیل خواص مکانیکی بافت‌ها
- بررسی و تحلیل یومکانیک قلب
- مدل‌سازی گردش خون
- بررسی رشد و مدل‌سازی مجدد
- بیودینامیک: بیومکانیک راه رفتن
- بیومکانیک سیستم تنفسی

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ارائه مفاهیم پایه مانند قوانین نیوتن، استاتیک و دینامیک، همراه با طرح پرسش‌های مفهومی برای درگیر کردن دانشجویان. نمایش انیمیشن‌ها، شبیه‌سازی‌های تعاملی و نرم‌افزارهایی مانند MATLAB، OpenSim یا AnyBody برای درک بهتر مفاهیم بیومکانیکی. بررسی کاربردهای واقعی مفاهیم بیومکانیکی در حوزه‌های مهندسی پزشکی، فیزیوتراپی و ورزش. دانشجویان را به گروه‌های



کوچک تقسیم کنید تا حرکت مفصل زانو، آرنج یا مچ را با استفاده از قوانین مکانیک تحلیل کنند. بررسی یک مشکل واقعی مانند آسیب ACL (رباط صلیبی قدامی) و پیشنهاد راه حل های مهندسی برای کاهش فشار روی مفصل. دانشجویان یک وسیله کمکی ساده مانند اسپلینت دست یا کفش ارتوپدی طراحی کرده و تحلیل بیومکانیکی آن را انجام دهند. بررسی حرکت یک ورزشکار و ارائه راهکارهای بهینه سازی آن از دیدگاه بیومکانیک.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین در طول نیم سال	۱۰ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری و سمینار	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

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

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس های درسی نیاز می باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Y. C. Fung, Biomechanics: Mechanical Properties of Living Tissues, 2nd ed. Springer, 1993.
2. D. Knudson, Fundamentals of Biomechanics, 3rd ed. Springer, 2021.
3. S. Hall, Basic Biomechanics, 8th ed. McGraw-Hill Education, 2018.
4. D. A. Winter, Biomechanics and Motor Control of Human Movement, 4th ed. Wiley, 2009.
5. C. R. Ethier and C. A. Simmons, Introduction to Biomechanics: A Human Perspective. Cambridge University Press, 2007.
- A. Tözeren, Human Body Dynamics: Classical Mechanics and Human Movement. Springer, 2000.
6. R. McNeill Alexander, Principles of Animal Locomotion. Princeton University Press, 2003.
7. N. Berme and A. Cappozzo (Eds.), Biomechanics of Human Movement: Applications in Rehabilitation, Sports and Ergonomics. Springer, 1990.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: سیستم‌های کنترل مقاوم			
عنوان درس به انگلیسی: Robust Control Systems		نوع درس و واحد	
-		پایه ☐ نظری ☒	دروس پیش نیاز:
-		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	دروس هم نیاز:
نظری	۳	تخصصی اختیاری ☒ رساله ☐	تعداد واحد:
	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	تعداد ساعت:
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش ☒	موسسه نیست ☐ موسسه است ☒

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مفاهیم پایه‌ای در کنترل مقاوم: نرم‌ها، مدل سازی نامعینی، پایداری داخلی، قضیه بهره کوچک، ...
- توانایی تحلیل پایداری و کارایی سیستم‌های نامعین

اهداف ویژه:

- تسلط بر مفاهیم نظری ایجاد کنترل کننده‌های مقاوم شامل کنترل H_{∞}
- سنتر μ و طراحی آن‌ها توسط جعبه ابزارهای نرم افزار متلب و کاربرد در مسائل عملی مطرح در پروژه‌های تحقیقاتی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر کنترل مقاوم، تابع تبدیل حساسیت و مسئله عمومی تنظیم
- نرم‌ها: نرم بردار و ماتریس، نرم سیگنال و سیستم، روش‌های محاسبه نرم‌ها، مقادیر تکین و مقدمه‌ای بر فضاها نرم دار
- مدل سازی نامعینی: ساختار یافته و بدون ساختار، پیکربندی استاندارد مسائل تحلیل و طراحی کنترل مقاوم
- تحلیل (آنالیز) پایداری و کارایی سیستم‌های کنترل مقاوم: پایداری داخلی، قضیه بهره کوچک، پایداری و کارایی نامی و مقاوم
- ایجاد (سنتر) سیستم‌های کنترل مقاوم: کنترل کننده پارامتری
- محدودیت‌های طراحی: قیده‌های جبری و تحلیلی، نحوه انتخاب توابع وزنی
- حل بهینه مسئله عمومی تنظیم: حل مسایل کنترلی H_2 و H_{∞} به روش‌های ریکاتی و LMI، مسئله ترکیبی H_2 - H_{∞}
- طراحی مقاوم براساس مقدار تکین ساختاریافته: سنتر μ

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از تخته و اسلایدهای پاورپوینت برای بیان اصول اولیه، تعاریف و قضایا. ارائه مثال‌های عددی و تحلیل سیستم‌ها برای درک بهتر مفاهیم. معرفی روش‌های مختلف طراحی کنترل مقاوم (مانند H_{∞} ، μ -تحلیل، کنترل مقاوم با نامساوی‌های ماتریسی خطی (LMI)). پرسش و پاسخ در کلاس برای تشویق تفکر انتقادی. برگزاری جلسات حل تمرین با دانشجویان، به خصوص در قالب گروه‌های کوچک. استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی و محاسباتی آموزش MATLAB و Simulink برای شبیه‌سازی سیستم‌های کنترل مقاوم. ارائه پروژه‌های عملی برای مدل سازی و تحلیل سیستم‌های واقعی. یادگیری مبتنی بر حل مسئله (PBL) دانشجویان باید مسائل واقعی و پیچیده‌ای را در حوزه کنترل مقاوم تحلیل کنند. ارائه تمرینات گام به گام از طراحی تا پیاده‌سازی کنترلر مقاوم. تعریف پروژه‌های تحقیقاتی یا صنعتی مرتبط، مانند طراحی کنترل کننده مقاوم برای ربات‌ها، سیستم‌های هوافضا، یا فرآیندهای صنعتی.



ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین در طول نیم سال	۱۰ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری و سمینار	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس های درسی نیاز می باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. K. Zhou, J. C. Doyle, and K. Glover, Robust and Optimal Control. Prentice Hall, 1996.
2. G. E. Dullerud and F. Paganini, A Course in Robust Control Theory: A Convex Approach. Springer Science & Business Media, 2013.
3. K. Zhou and J. C. Doyle, Essentials of Robust Control. Prentice Hall, 1998.
4. S. Skogestad and I. Postlethwaite, Multivariable Feedback Control: Analysis and Design. John Wiley & Sons, 2005.
5. T. Basar and P. Bernhard, H_∞ -Optimal Control and Related Minimax Design Problems: A Dynamic Game Approach. Springer Science & Business Media, 2008.
6. P. Apkarian and D. Noll, "Nonsmooth optimization for multidisk H_∞ synthesis," European Journal of Control, vol. 12, no. 3, pp. 229–244, 2006.
7. M. Green and D. J. N. Limebeer, Linear Robust Control. Courier Corporation, 1995.
8. Packard and J. C. Doyle, "The complex structured singular value," Automatica, vol. 29, no. 1, pp. 71–109, 1993.
9. J. G. VanAntwerp and R. D. Braatz, "A tutorial on robust control tools," Journal of Process Control, vol. 10, no. 4, pp. 355–377, 2000.
10. M. G. Safonov, Stability and Robustness of Multivariable Feedback Systems. MIT Press, 1980.
11. D. O. Anderson, J. B. Moore, and M. Dehghani, Optimal and Robust Control: Advanced Topics with MATLAB. Springer, 2019.
12. M. Z. Q. Chen and T. Zhou, H-infinity Engineering and Robust Control of Feedback Systems. Springer, 2021.
13. P. Seiler, Robust Control of Uncertain Dynamic Systems: A Linear State Space Approach. Cambridge University Press, 2022.
14. Lanzon and Y. Wang, Linear Parameter-Varying System Identification and Control. Springer, 2023.
15. H. Rotstein and M. E. J. Newman, Robust and Optimal Control for Nonlinear Systems. Springer, 2020.
16. [M. Safonov and P. Gahinet, Robust Control Toolbox: User's Guide. MathWorks, 2022.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: کنترل فازی			
عنوان درس به انگلیسی:		Fuzzy Control	
دروس پیش نیاز:		-	
دروس هم نیاز:		-	
تعداد واحد:	۳	نظری	نوع درس و واحد
			تخصصی الزامی ☐ پایه ☐ نظری ☒ عملی ☐
			تخصصی اختیاری ☒ رساله ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت ☐ موسسه نیست	
		مرتبط با مأموریت/آمایش ☒ موسسه است	

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مفاهیم، تعاریف و سابقه تئوری و منطق فازی
- آشنایی با مجموعه‌ها، روابط و ریاضیات فازی
- مرور کاربردهای سیستم‌های فازی در مسائل مهندسی

اهداف ویژه:

- بررسی روش‌های گوناگون مدل‌سازی فازی
- طراحی سیستم‌های کنترلی به روش فازی
- آشنایی با کنترل‌کننده‌های هیبرید فازی و پیاده‌سازی آن‌ها در مسائل مهندسی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه، تعاریف و مفاهیم
- منطق فازی
- مجموعه‌ها و روابط فازی
- سیستم‌های فازی
- پایگاه قواعد فازی
- مدل‌سازی فازی سیستم‌های فازی
- کنترل فازی

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

شروع درس با معرفی مبانی منطق فازی، از جمله مجموعه‌های فازی، توابع عضویت و عملگرهای فازی. ارائه تئوری کنترل فازی، شامل قوانین فازی، استنتاج فازی و فازی‌زدایی. بررسی انواع کنترل‌کننده‌های فازی، مانند کنترل‌کننده‌های فازی ممدانی و تاکاگی-سوگنو. (T-S) پرسش و پاسخ در کلاس برای بررسی درک دانشجویان از مفاهیم. بحث گروهی درباره مقایسه کنترل فازی با روش‌های کنترل کلاسیک. حل تمرینات گام‌به‌گام برای درک بهتر چگونگی تنظیم پارامترهای سیستم فازی. آموزش MATLAB & Simulink برای طراحی و شبیه‌سازی کنترل‌کننده‌های فازی. معرفی جعبه‌ابزار Fuzzy Logic Toolbox در MATLAB برای پیاده‌سازی سیستم‌های فازی. دانشجویان باید مسائل واقعی را بررسی کنند، مانند کنترل فازی در سیستم‌های هوشمند، خودروهای خودران، و سیستم‌های صنعتی. طراحی یک سیستم کنترل فازی عملی برای یک کاربرد خاص مانند کنترل سرعت یک موتور. (DC) مقایسه عملکرد کنترل فازی با کنترل PID و تحلیل مزایا و معایب آن.



(ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۱۰ درصد	تمرین در طول نیم سال
۲۵ درصد	پروژه ی جامع کامپیوتری
۳۵ درصد	آزمون پایان نیم سال
۳۰ درصد	آزمون پایانی

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس های درسی نیاز می باشد.

(چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. J. M. Mendel, Uncertain Rule-Based Fuzzy Logic Systems: Introduction and New Directions, 2nd ed. Springer, 2017.
2. T. J. Ross, Fuzzy Logic with Engineering Applications, 4th ed. Wiley, 2020.
3. H. J. Zimmermann, Fuzzy Set Theory—and Its Applications, 4th ed. Springer Science & Business Media, 2001.
4. J. Yen and R. Langari, Fuzzy Logic: Intelligence, Control, and Information, 1st ed. Pearson, 1998.
5. K. Passino and S. Yurkovich, Fuzzy Control, 1st ed. Addison-Wesley, 1998.
6. J. M. Mendel, Fuzzy Logic Systems for Engineering: A Tutorial, IEEE Press, 1995.
7. O. Castillo and P. Melin, Type-2 Fuzzy Logic: Theory and Applications, Springer, 2008.
8. D. Driankov, H. Hellendoorn, and M. Reinfrank, An Introduction to Fuzzy Control, 2nd ed. Springer, 1996.
9. H. Ying, Fuzzy Control and Modeling: Analytical Foundations and Applications, IEEE Press, 2000.
10. M. Sugeno, Industrial Applications of Fuzzy Control, Elsevier, 1985.
11. H. R. Berenji and P. Khedkar, Learning and Tuning Fuzzy Logic Controllers through Reinforcements, IEEE Press, 1992.
12. O. Castillo, P. Melin, W. Pedrycz, and J. Kacprzyk, Hybrid Intelligent Systems: Analysis and Design, Springer, 2008.
13. L. A. Zadeh, Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Systems: Selected Papers, World Scientific, 1996.
14. M. Negnevitsky, Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems, 3rd ed. Pearson, 2011.
15. E. Cox, The Fuzzy Systems Handbook: A Practitioner's Guide to Building, Using, and Maintaining Fuzzy Systems, 2nd ed. AP Professional, 1999.
16. C. Wagner, H. Hagra, R. S. Yager, and T. Fukuda, Fuzzy Logic in Intelligent System Design: Theory and Applications. Springer, 2023.
17. P. Angelov, Explainable Fuzzy Systems: Interpretability, Trustworthiness, and Transparency. Springer, 2021.
18. O. Castillo and P. Melin, Hybrid Intelligent Systems: Analysis and Design. Springer, 2023.
19. M. Sugeno and T. Terano, Industrial Applications of Fuzzy Control, 2nd ed. Springer, 2022.
20. T. Takagi, Advances in Fuzzy Control Systems: Theory and Applications. Springer, 2021.
21. M. Gacto and F. Fernández, Fuzzy Logic-Based Control Systems and Applications. CRC Press, 2020.
22. O. Castillo, P. Melin, and W. Pedrycz, Recent Advances in Interval Type-2 Fuzzy Systems. Springer, 2021.

(ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

(خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: حسگرهای زیستی (بیوسنسورها)			
عنوان درس به انگلیسی:	Biosensors	نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
	۴۸	رساله ☐	
تعداد ساعت:		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
		مرتبط با آمایش/مأموریت ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش ☒
		موسسه نیست ☐	موسسه است ☒

ب) هدف کلی:

هدف اصلی درس حسگرهای زیستی (بیوسنسورها)، فراهم کردن درک جامع از اصول، طراحی، ساخت و کاربردهای حسگرهای زیستی در حوزه‌های مختلف از جمله تشخیص پزشکی، پایش محیطی، ایمنی غذایی و زیست فناوری است. پس از گذراندن این درس، دانشجویان باید قادر باشند: اصول پایه‌ای حسگرهای زیستی از جمله عناصر شناسایی زیستی و مکانیزم‌های تبدیل سیگنال را درک کنند. تحلیل و طراحی سیستم‌های حسگر زیستی مبتنی بر تکنیک‌های الکتروشیمیایی، نوری، پیزوالکتریک و سایر روش‌های تبدیل سیگنال را انجام دهند. مهارت‌های عملی در ساخت، مشخصه‌یابی و تحلیل داده‌های حسگرهای زیستی را از طریق آزمایش‌های آزمایشگاهی کسب کنند. فناوری حسگرهای زیستی را برای حل مشکلات دنیای واقعی مانند تشخیص بیماری‌ها، پایش آلودگی و کشف دارو به کار بگیرند. عملکرد، حساسیت، ویژگی‌پذیری و محدودیت‌های انواع مختلف حسگرهای زیستی را ارزیابی کنند. با روندهای نوین در حوزه حسگرهای زیستی، مانند حسگرهای پوشیدنی، حسگرهای مبتنی بر فناوری نانو و سیستم‌های هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی، آشنا شوند.

اهداف ویژه:

این درس با هدف توسعه دانش و مهارت‌های دانشجویان در زمینه طراحی، تحلیل و کاربرد حسگرهای زیستی تدوین شده است. اهداف ویژه آن عبارتند از: درک اصول و مبانی حسگرهای زیستی، شناخت انواع مختلف حسگرهای زیستی و ویژگی‌های آن‌ها، توانایی طراحی و تحلیل عملکرد حسگرهای زیستی، یادگیری روش‌های عملی و تجربی در کار با حسگرهای زیستی، کاربرد حسگرهای زیستی در حوزه‌های مختلف علمی و صنعتی، آشنایی با روندهای نوین و فناوری‌های آینده در حسگرهای زیستی، تقویت مهارت‌های پژوهشی و صنعتی در زمینه حسگرهای زیستی.

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه، تعاریف و مفاهیم
- تاریخچه: سنسورها، بیوسنسورها، نانوبیوسنسورها
- اصول اولیه بیوسنسورها، نانوبیوسنسورها (ساختار، اجزاء، تقسیم بندی)
- دریافت کننده‌های زیستی (آنزیم‌ها، میکرو ارگانیسم‌ها، ایمنی، شیمیایی و ...)
- انتخاب مبدل
- انواع روش‌ها بر اساس روش جذب و تبدیل
- روش‌های فیزیکی (الکتروشیمیایی، پتانسیومتری، آمپرومتری، گرمایی، پیزوالکتریک و فتومتریک)
- روش‌های شیمیایی (واکنش تغییر حالت و ماهیت، جفت شدن)



- روش‌های اپتیکی (EW, SPR)
- تثبیت دریافت کننده‌های زیستی بر اساس روش کار (به تله انداختن فیزیکی، پیوند عرضی و ...)
- روش‌های اندازه‌گیری در حد نانو
- مقایسه روش‌های فوق
- کاربردها (تشخیص پزشکی، صنایع غذایی، محیط زیست، تصویربرداری، علامت گذاری و ...)
- پیشرفت‌های اخیر در زمینه نانوبیوسنسورها

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

معرفی انواع بیوسنسورها، ساختار، اصول عملکرد، و کاربردها. اجزای کلیدی بیوسنسورها: معرفی بیورسپتورها (آنزیم‌ها، آنتی‌بادی‌ها، DNA و سلول‌ها)، مبدل‌های حسگر (الکتروشیمیایی، نوری، پیزوالکتریک و حرارتی) و روش‌های آشکارسازی. ویژگی‌های عملکردی بیوسنسورها: حساسیت، گزینش پذیری، حد تشخیص، پایداری و قابلیت تکرار. کاربردهای بیوسنسورها در پزشکی (تشخیص بیماری‌ها)، صنایع غذایی، پایش محیط زیست و امنیت زیستی. بیوسنسورهای مدرن و آینده: نانوبیوسنسورها، بیوسنسورهای مبتنی بر هوش مصنوعی و اینترنت اشیا (IoT). استفاده از ارائه‌های تصویری و انیمیشن‌های آموزشی برای درک بهتر مفاهیم پیچیده. ارائه مطالعات موردی (Case Studies) از بیوسنسورهای تجاری و تحقیقاتی. برگزاری جلسات بحث گروهی برای مقایسه تکنولوژی‌های مختلف بیوسنسوری. استفاده از MATLAB و Python برای پردازش داده‌های حسگری. طراحی مدارهای الکترونیکی برای بیوسنسورها در نرم‌افزار Proteus یا LTspice. پروژه‌های عملی در زمینه بیوسنسورها: طراحی و توسعه بیوسنسورهای پوشیدنی برای پایش سلامت. بررسی امکان‌سنجی ساخت بیوسنسورهای نانویی برای تشخیص سریع ویروس‌ها. طراحی بیوسنسورهای هوشمند متصل به اینترنت اشیا (IoT) برای نظارت بر کیفیت آب.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه‌ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. B. D. Malhotra and M. P. Rajesh, Handbook of Biosensors and Biochips, Wiley, 2007.
 2. P. F. Turner, I. Karube, and G. S. Wilson, Biosensors: Fundamentals and Applications, Oxford University Press, 1987.
 3. E. Palecek, F. Scheller, and J. Wang, Electrochemical Sensors, Biosensors, and Their Biomedical Applications, Elsevier, 2005.
 4. P. R. Carey, Biophysical Chemistry of Proteins: An Introduction to Laboratory Methods, Cambridge University Press, 2000.
 5. J. Homola, Surface Plasmon Resonance Based Sensors, Springer, 2006.
 6. G. G. Guilbault, Practical Biosensors, Wiley, 1984.
 7. K. R. Rogers, A. Mulchandani, and W. Wang, Enzyme and Microbial Biosensors: Techniques and Protocols, Humana Press, 1998.
 8. D. Diamond, Principles of Chemical and Biological Sensors, Wiley, 1998.
- A. Hierlemann, Integrated Chemical Microsensor Systems in CMOS Technology, Springer, 2005.



9. M. J. Schöning and A. Poghossian, Bio Sensorics: Fundamentals and Applications, Springer, 2006.
10. B. Eggins, Biosensors: An Introduction, Wiley, 2002.
11. G. S. Wilson and A. P. F. Turner, Glucose Biosensors for Diabetes Monitoring, Taylor & Francis, 1992.
- A. J. Cunningham, Introduction to Bioanalytical Sensors, Wiley, 1998.
12. J. Wang, Electrochemical Glucose Biosensors, CRC Press, 2008.
13. P. V. Zima, Biosensors and Nanotechnology, CRC Press, 2014.
14. P. R. F. Oliveira, Biosensors Engineering: Materials, Devices, and Applications, 1st ed. Elsevier, 2022.
15. B. D. Malhotra and M. P. Pathak, Bioelectronics and Biosensors, 1st ed. Elsevier, 2023.
16. S. Chandra, A. Agarwal, and R. Prasad, Biosensors in Agriculture: Recent Trends and Future Perspectives, 1st ed. Elsevier, 2022.
- A. Turner, S. Karube, and G. S. Wilson, Biosensors: Fundamentals and Applications, Reprint ed. Oxford University Press, 2020.
- B. K. O'Sullivan, Biosensors and Molecular Technologies for Cancer Diagnostics, 1st ed. CRC Press, 2020.
17. Tiwari and J. Turner, Intelligent Nanomaterials for Biosensors: Applications and Future Prospects, 1st ed. Elsevier, 2023.
18. T. Rinken, Biosensors in Medicine and Engineering, 1st ed. Springer, 2021.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: مباحث پیشرفته در کنترل و یادگیری حرکات انسان			
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Methods in Motor Control and Human Learning	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری ☐ رساله ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت	مرتبط با مأموریت/آمایش
		موسسه نیست ☐	موسسه است ☒

ب) هدف کلی:

هدف اصلی این درس، درک عمیق از اصول کنترل و یادگیری حرکات انسان از دیدگاه بیومکانیک، مهندسی عصبی-عضلانی، و علوم شناختی است. دانشجویان با مدل سازی، تحلیل و بهینه سازی سیستم های کنترل حرکتی در انسان آشنا شده و کاربردهای آن را در توانبخشی، رباتیک پزشکی، و بهبود عملکرد حرکتی بررسی خواهند کرد. پس از گذراندن این درس، دانشجویان باید بتوانند: مفاهیم پیشرفته کنترل سیستم های زیستی و نظریه های کنترل بازخوردی و پیش خور در حرکات انسان را درک کنند. مکانیزم های یادگیری حرکتی در انسان و مدل های محاسباتی مرتبط را بررسی و تحلیل کنند. مدل های ریاضی و شبیه سازی حرکات انسان را توسعه دهند و در تحلیل عملکرد سیستم های زیستی به کار بگیرند. کاربردهای یادگیری ماشین و هوش مصنوعی را در تحلیل و کنترل حرکات انسانی مطالعه کنند. کاربردهای عملی و مهندسی مانند رباتیک پوشیدنی، پروتزهای هوشمند، و توانبخشی عصبی را ارزیابی کنند.

اهداف ویژه:

این درس با هدف ارائه دانش و مهارت های پیشرفته در کنترل، یادگیری، و بهینه سازی حرکات انسان طراحی شده است. اهداف ویژه آن عبارتند از: درک عمیق از اصول کنترل حرکتی در انسان، بررسی مدل های یادگیری حرکتی در انسان، مدل سازی و شبیه سازی حرکات انسان، کاربرد هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در کنترل حرکات، مطالعه اختلالات حرکتی و توانبخشی عصبی-عضلانی، کاربردهای عملی در مهندسی پزشکی و رباتیک، توسعه مهارت های پژوهشی و کاربردی

پ) سرفصل ها:

- مقدمه و فلسفه حرکت
- صورت کلی کنترل حرکت
- استراتژی های مختلف موتور کنترل
- اجزایی تشکیل دهنده یک سیستم عصبی و ادراک حرکت
- تجزیه و تحلیل موتور کنترل سیستم های حس - حرکتی
- موتور کنترل حفظ تعادل و وضعیت
- موتور کنترل سلسله مراتبی و یادگیری حرکات ارادی و مهارتی
- کنترل حرکات منظم و تکراری (مانند راه رفتن)
- ضایعات موتور کنترل و استفاده از "FES"
- کنترل Predictive



- Redundancy
- Movement variability

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

مبانی کنترل حرکتی در انسان: آناتومی و فیزیولوژی دستگاه عصبی-عضلانی، مدل‌های سینماتیکی و دینامیکی سیستم اسکلتی-عضلانی. مدل‌سازی و تحلیل سیستم‌های کنترلی در حرکت انسان: مدل‌های کلاسیک کنترل بازخوردی، کنترل بهینه، و کنترل مقاوم. کنترل تطبیقی و یادگیری در سیستم‌های زیستی. سیستم‌های حسگری و بازخورد در کنترل حرکت: نقش حسگرهای زیستی (مانند EMG، EEG، و IMU) پردازش سیگنال‌های عصبی و عضلانی برای کنترل حرکت. یادگیری حرکتی و سازگاری عصبی-عضلانی: یادگیری حرکتی مبتنی بر شبکه‌های عصبی. مدل‌های یادگیری تقویتی در حرکت انسان. کاربردهای پیشرفته در کنترل و یادگیری حرکات: کنترل سایبرنتیکی و ربات‌های پوشیدنی. توانبخشی عصبی و تعامل انسان-ربات. استفاده از فیلم‌های آموزشی و انیمیشن‌های پزشکی و مهندسی برای نمایش فرآیندهای عصبی-عضلانی. ارائه مطالعات موردی (Case Studies) در حوزه‌های توانبخشی و مهندسی عصبی. جلسات تعاملی و بحث‌های گروهی برای بررسی مقالات علمی جدید. شبیه‌سازی مدل‌های بیومکانیکی بدن انسان در OpenSim، MATLAB/Simulink یا Python. تحلیل داده‌های حسگری و پردازش سیگنال‌های حرکتی با EEG، EMG، و IMU. استفاده از یادگیری ماشینی برای پیش‌بینی و کنترل حرکات انسان. دانشجویان در پروژه‌های گروهی، یک سیستم کنترلی برای یک حرکت خاص طراحی و پیاده‌سازی کنند.

ث) روش ارزشیابی (پیشهادی):

تمرین در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه‌ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. M. L. Latash, Fundamentals of Motor Control, Academic Press, 2012.
2. R. A. Schmidt and T. D. Lee, Motor Learning and Performance: From Principles to Application, 6th ed., Human Kinetics, 2019.
3. M. A. Arbib, How the Brain Got Language: The Mirror System Hypothesis, Oxford University Press, 2012.
4. D. Sternad, Progress in Motor Control: A Multidisciplinary Perspective, Springer, 2009.
5. J. L. Contreras-Vidal, D. F. Benson, and R. J. Stuss, Principles of Neural Science and Movement Disorders, Oxford University Press, 2018.
6. M. L. Latash and F. Lestienne, Motor Control and Learning, Springer, 2006.
7. D. A. Winter, Biomechanics and Motor Control of Human Movement, 4th ed., Wiley, 2009.
8. M. Enoka, Neuromechanics of Human Movement, 5th ed., Human Kinetics, 2022.
9. R. Shadmehr and S. P. Wise, Computational Neurobiology of Reaching and Pointing: A Foundation for Motor Learning, MIT Press, 2005.
10. B. J. Fregly and C. P. Kuo, Advances in the Biomechanics of Human Movement, Springer, 2021.
11. M. Spong, S. Hutchinson, and M. Vidyasagar, Robot Modeling and Control, Wiley, 2005.
12. S. Calinon, Robot Learning from Demonstration, Springer, 2016.
- A. Bicchi, M. Buss, and P. K. Khatib, The Handbook of Robotics: Human Motion and Control, Springer, 2020.
13. R. Pfeifer and J. Bongard, How the Body Shapes the Way We Think: A New View of Intelligence, MIT Press, 2006.



14. S. Schaal and D. J. Ostry, Neural Control of Movement and Robotics, Oxford University Press, 2022.
15. D. Wolpert and Z. Ghahramani, Bayesian Approaches to Motor Control and Learning, MIT Press, 2010.
16. E. Todorov, Optimal Control of Biological Movement, MIT Press, 2018.
17. N. Hogan and D. Sternad, Dynamic Principles of Motor Control, Springer, 2016.
18. R. A. Brooks, Intelligence Without Reason: Embodied Learning and Adaptive Control, MIT Press, 2012.
19. Doya, K. Samejima, and Y. Yoshida, Reinforcement Learning and Motor Control: From Biological to Artificial Systems, Springer, 2018.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: مدل سازی سامانه های مکاترونیکی			
عنوان درس به انگلیسی:		Modelling of Mechatronics Systems	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت	مرتبط با مأموریت/آمایش
		موسسه نیست ☐	موسسه است ☒

ب) هدف کلی:

هدف این درس، آموزش اصول و روش های مدل سازی، تحلیل و شبیه سازی سامانه های مکاترونیکی است. دانشجویان با مدل سازی ریاضی، روش های تحلیل دینامیکی، و طراحی سیستم های کنترلی در سامانه های مکاترونیکی آشنا می شوند و یاد می گیرند که چگونه سیستم های الکترومکانیکی، هیدرولیکی، پنوماتیکی و رباتیک را تحلیل و بهینه سازی کنند. پس از گذراندن این درس، دانشجویان قادر خواهند بود: مدل سازی دینامیکی و سینماتیکی سیستم های مکاترونیکی را انجام دهند. تحلیل سیستم های چند دامنه ای شامل ترکیب مکانیک، الکترونیک، و کنترل را انجام دهند. از ابزارهای نرم افزاری مانند MATLAB/Simulink، Simscape و Adams برای شبیه سازی سیستم های مکاترونیکی استفاده کنند. روش های کنترلی پیشرفته برای بهینه سازی عملکرد سیستم های مکاترونیکی را طراحی و پیاده سازی کنند. کاربردهای عملی در رباتیک، خودروهای هوشمند، و سیستم های صنعتی خودکار را بررسی کنند.

اهداف ویژه:

این درس با هدف ارائه دانش و مهارت های پیشرفته در مدل سازی، تحلیل و شبیه سازی سامانه های مکاترونیکی طراحی شده است. اهداف ویژه آن عبارتند از: درک اصول مدل سازی سامانه های مکاترونیکی، مدل سازی ریاضی و شبیه سازی سیستم های مکاترونیکی، بررسی سیستم های دینامیکی و کنترل در مکاترونیک، مدل سازی و شبیه سازی سیستم های رباتیک و خودکار، تحلیل و بهینه سازی سیستم های مکاترونیکی، کاربردهای صنعتی و پژوهشی مدل سازی مکاترونیکی، توسعه مهارت های عملی و تحقیقاتی در مدل سازی مکاترونیکی

پ) سرفصل ها:

- مقدمه، تعاریف اولیه و اصطلاحات، انواع مدل ها، روش های مدل سازی (تحلیلی و تجربی)
- مدل سازی تحلیلی: سیستم های آنالوگ (الکتریکی، مکانیکی، هیدرولیکی، حرارتی، نیوماتیکی، شیمیایی)، گراف خطی، باند گراف، مدل های فشرده و گسترده، مدل های غیرخطی
- مدل سازی تجربی (شناسایی سیستم)، روش های کلاسیک زمانی و فرکانسی (پاسخ ضربه، پاسخ پله، پاسخ فرکانسی)، روش های آنالیز همبستگی (Correlation Analysis)، روش تخمین طیف، مدل های پارامتری (AR, MA, ARMA)، مدل سازی سیستم های چند ورودی - چند خروجی
- مدل سازی غیرخطی و هوشمند
- روش های تخمین پارامترهای (Parameter Estimation)، روش حداقل مربعات (Least Square)، روش متغیرهای ابزاری (Instrumental Variable)، روش ماکزیمم احتمال (Maximum Likelihood)، روش خطای پیش بینی (Prediction Error Method)
- قابلیت شناسایی، بالا بودن درجه مدل، اثر فیدبک، غنای ورودی



- مثال‌هایی از کاربرد مدل‌سازی در سیستم‌های مرتبط با مکاترونیکی، سیستم‌های رباتیک، سیستم‌های نیوماتیک، سیستم‌های هیدرولیک

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

دانشجویان پس از گذراندن این درس باید قادر باشند مدل‌سازی فیزیکی و ریاضی سیستم‌های مکاترونیکی را انجام دهند. تحلیل دینامیکی و کنترل سامانه‌های مکاترونیکی را درک کنند. از ابزارهای نرم‌افزاری مانند MATLAB/Simulink، Maple، Simscape و Adams برای شبیه‌سازی استفاده کنند. سیستم‌های مکاترونیکی را از طریق ترکیب سنسورها، عملگرها و کنترلرها تحلیل و طراحی کنند. تدریس از طریق مثال‌های عملی مانند مدل‌سازی بازوی رباتیک، خودروهای خودران، و سیستم‌های میکروالکترومکانیکی (MEMS).

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه‌ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. P. Zarafshan, Modeling and Simulation of Dynamical Systems, Elsevier, 2025.
A. Preumont, Mechatronics: Dynamics of Electromechanical and Piezoelectric Systems, Springer, 2011.
2. D. Shetty and R. A. Kolk, Mechatronics System Design, 2nd ed., Cengage Learning, 2011.
3. W. Bolton, Mechatronics: Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering, 7th ed., Pearson, 2021.
4. K. Craig, Introduction to Mechatronic System Design, Pearson, 2022.
5. D. Alciatore and M. Hstand, Introduction to Mechatronics and Measurement Systems, 5th ed., McGraw-Hill, 2018.
6. J. H. Ginsberg, Mechanical and Structural Vibrations: Theory and Applications, Wiley, 2013.
7. D. Karnopp, D. L. Margolis, and R. C. Rosenberg, System Dynamics: Modeling, Simulation, and Control of Mechatronic Systems, 5th ed., Wiley, 2012.
8. [9] B. K. Bose, Modern Power Electronics and AC Drives, Prentice Hall, 2001.
9. R. Isermann, Mechatronic Systems: Fundamentals, Springer, 2005.



10. H. K. Khalil, Nonlinear Systems, 3rd ed., Pearson, 2002.
11. M. Spong, S. Hutchinson, and M. Vidyasagar, Robot Modeling and Control, Wiley, 2005.
12. F. L. Lewis, D. M. Dawson, and C. T. Abdallah, Robot Manipulator Control: Theory and Practice, 2nd ed., CRC Press, 2003.
13. K. Ogata, System Dynamics, 4th ed., Pearson, 2003.
14. G. F. Franklin, J. D. Powell, and A. Emami-Naeini, Feedback Control of Dynamic Systems, 8th ed., Pearson, 2019.
15. J. J. Craig, Introduction to Robotics: Mechanics and Control, 4th ed., Pearson, 2017.
16. S. L. Campbell, J. P. Chancelier, and R. Nikoukhah, Modeling and Simulation in Scilab/Scicos with ScicosLab 4.4, Springer, 2010.
17. S. S. Rao, Engineering Optimization: Theory and Practice, 5th ed., Wiley, 2019.
18. B. Armstrong-Hélouvry, Control of Machines with Friction, Springer, 1991.
19. S. C. Chapra and R. P. Canale, Numerical Methods for Engineers, 7th ed., McGraw-Hill, 2015.
20. H. P. Gavin, The Mathematics of Control Theory and Systems Engineering, Cambridge University Press, 2022.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: مدل سازی و شبیه سازی بیومکاترونیک					
نوع درس و واحد		Modelling and Simulation of Bio-Mechatronics Systems		عنوان درس به انگلیسی:	
☐ پایه		-		دروس پیش نیاز:	
☐ نظری		-		دروس هم نیاز:	
☐ عملی		نظری		تعداد واحد:	
☐ تخصصی الزامی					
☐ نظری-عملی				۳	تعداد ساعت:
☐ تخصصی اختیاری					
☐ رساله		۴۸			
☐ مهارتی-اشتغال پذیری					
مرتبط با مأموریت /آمایش		وضعیت آمایشی /مأموریتی درس			
☐ موسسه نیست					
☒ موسسه است					

ب) هدف کلی:

هدف کلی درس مدل سازی و شبیه سازی بیومکاترونیک، آموزش دانشجویان برای طراحی و تحلیل سیستم های بیومکاترونیک با استفاده از روش های مدل سازی و شبیه سازی است. این هدف به دنبال توانمندسازی دانشجویان برای: درک مفاهیم بیومکانیکی و بیولوژیکی: آشنایی با اصول حرکت بدن انسان، عملکرد عضلات و سیستم های عصبی و چگونگی کاربرد این مفاهیم در طراحی سیستم های مصنوعی و رباتیک. استفاده از ابزارهای شبیه سازی: آموختن نحوه استفاده از نرم افزارهای شبیه سازی برای مدل سازی و شبیه سازی سیستم های بیومکاترونیک، مانند شبیه سازی حرکات بدن انسان و مدل های مکانیکی و کنترل ربات ها. طراحی و ارزیابی سیستم های بیومکاترونیک: توانایی طراحی سیستم های مصنوعی و رباتیک برای اهداف پزشکی، توان بخشی، یا جراحی، و ارزیابی کارایی و اثربخشی این سیستم ها از نظر بیومکانیکی. بهینه سازی عملکرد سیستم ها: استفاده از شبیه سازی برای بهینه سازی عملکرد دستگاه ها و سیستم های بیومکاترونیک در شرایط مختلف عملیاتی. درک و تحلیل داده های بیولوژیکی: تحلیل داده های حاصل از سیگنال های زیستی مانند ECG، EMG و سیگنال های عصبی به منظور بهبود تعاملات بین سیستم های بیومکاترونیک و بدن انسان.

اهداف ویژه:

اهداف ویژه برای درس مدل سازی و شبیه سازی بیومکاترونیک به تفصیل عبارتند از: آشنایی با مفاهیم پایه ای بیومکانیک، توسعه و استفاده از مدل های مکانیکی برای شبیه سازی حرکات بدن، تحلیل و شبیه سازی سیستم های رباتیک پزشکی، طراحی و شبیه سازی اندام های مصنوعی، مدل سازی و شبیه سازی سیگنال های زیستی، تحلیل داده های سیگنال های بیولوژیکی و استفاده از آن ها در طراحی سیستم های بیومکاترونیک، آموزش در مورد سیستم های کنترلی پیشرفته برای بیومکاترونیک، شبیه سازی فرآیندهای بالینی و ارزیابی عملکرد سیستم های بیومکاترونیک، آشنایی با نرم افزارها و ابزارهای شبیه سازی

پ) سرفصل ها:

- مقدمه ای بر بیومکاترونیک: تعریف بیومکاترونیک و اهمیت آن در مهندسی، کاربردهای بیومکاترونیک در پزشکی و توان بخشی، معرفی روش های مدل سازی و شبیه سازی
- مدل سازی سیستم های بیولوژیکی: اصول مدل سازی ریاضی سیستم های زیستی، مدل های سینماتیکی و دینامیکی در بیومکاترونیک، مدل سازی سیستم های عضلانی-اسکلتی، معرفی معادلات دیفرانسیل در توصیف سیستم های بیولوژیکی
- شبیه سازی سیستم های مکانیکی و بیومکاترونیک: روش های عددی در حل معادلات دینامیکی، شبیه سازی حرکت اعضای بدن، مدل های کامپیوتری برای سیستم های بیومکاترونیک، نرم افزارهای مورد استفاده در شبیه سازی مانند MATLAB،

AnyBody, OpenSim, Simulink



- کنترل و پردازش سیگنال در سیستم‌های بیومکاترونیکی: مدل‌سازی و کنترل پروتزها و ارتزها، روش‌های کنترل مبتنی بر یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی، پردازش سیگنال‌های زیستی EEG، EMG، ECG، حسگرها و رابط‌های مغز-ماشین (BCI)
- بیومکانیک و تحلیل سیستم‌های حرکتی: مدل‌سازی بیومکانیکی حرکت انسان، تحلیل نیروها و گشتاورها در مفاصل، روش‌های تحلیل معکوس و مستقیم سینماتیک و دینامیک
- سیستم‌های رباتیک در بیومکاترونیکی: معرفی ربات‌های پزشکی و توانبخشی، مدل‌سازی و شبیه‌سازی پروتزهای رباتیک، تعامل انسان و ربات در کاربردهای پزشکی، سیستم‌های پوشیدنی هوشمند و اسکلت‌های بیرونی
- مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌های فیزیولوژیکی: مدل‌سازی قلب و عروق، مدل‌سازی سیستم عصبی و مغز، شبیه‌سازی سیستم‌های تنفسی و حرکتی
- کاربردهای یادگیری ماشین و هوش مصنوعی در بیومکاترونیکی: استفاده از شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی حرکت، یادگیری تقویتی در سیستم‌های پروتزی، الگوریتم‌های بهینه‌سازی برای مدل‌سازی و شبیه‌سازی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

دانشجویان پس از گذراندن این درس باید قادر باشند مدل‌سازی فیزیکی و ریاضی سیستم‌های بیومکاترونیکی را انجام دهند. تحلیل دینامیکی و کنترل سامانه‌های بیومکاترونیکی را درک کنند. از ابزارهای نرم‌افزاری مانند MATLAB/Simulink، Maple، Simscape و Adams برای شبیه‌سازی استفاده کنند. سیستم‌های بیومکاترونیکی را از طریق ترکیب سنسورها، عملگرها و کنترلرها تحلیل و طراحی کنند. تدریس از طریق مثال‌های عملی مانند مدل‌سازی بازوی رباتیک، خودروهای خودران، و سیستم‌های میکروالکترومکانیکی (MEMS).

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.



چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. M. Viceconti, Multiscale Modeling of the Skeletal System. Cambridge, MA, USA: Cambridge University Press, 2011.
2. D. Knudson, Fundamentals of Biomechanics, 3rd ed. New York, NY, USA: Springer, 2021.
3. R. P. N. Rao, Brain-Computer Interfacing: An Introduction. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2013.
4. J. D. Humphrey and S. L. Delange, An Introduction to Biomechanics: Solids and Fluids, Analysis and Design, 2nd ed. New York, NY, USA: Springer, 2014.
5. M. H. Raibert, Legged Robots That Balance. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 1986.
6. T. R. Nichols and K. G. Murphey, Neuromechanics: From Neural Plasticity to Rehabilitation Robotics. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2020.
- A. Popovic and D. B. Popovic, Biomimetic Robotics: Mechanisms and Control. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2018.
7. M. C. Hall and T. P. Y. Kuiken, Neural Engineering and Rehabilitation Robotics. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2019.
8. S. C. Jacobsen and B. R. Donald, Biomechatronics in Medicine and Healthcare. New York, NY, USA: CRC Press, 2016.
9. P. Dario and B. Siciliano, Springer Handbook of Robotics, 2nd ed. Cham, Switzerland: Springer, 2016.
10. J. N. Newman, Marine Hydrodynamics, rev. ed. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2018.
11. K. S. Fu, R. C. Gonzalez, and C. S. G. Lee, Robotics: Control, Sensing, Vision, and Intelligence. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 1987.
12. J. L. Meriam and L. G. Kraige, Engineering Mechanics: Dynamics, 9th ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2020.
13. R. McNeill Alexander, Principles of Animal Locomotion. Princeton, NJ, USA: Princeton University Press, 2003.
14. B. Siciliano and O. Khatib, Springer Handbook of Automation. Cham, Switzerland: Springer, 2009.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: سیستم‌های دینامیکی و کنترل			
نوع درس و واحد		Dynamical Systems and Control	
نظری	پایه	-	دروس پیش نیاز:
عملی	تخصصی الزامی	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی	تخصصی اختیاری	نظری	تعداد واحد:
رساله			تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری		۴۸	
مرتبط با مأموریت/آمایش	مرتبط با آمایش/مأموریت	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	
موسسه است	موسسه نیست		

ب) هدف کلی:

هدف کلی درس سیستم‌های دینامیکی و کنترل، آموزش اصول و تکنیک‌های تحلیل و طراحی سیستم‌های دینامیکی است که در آن‌ها رفتار سیستم‌ها با گذشت زمان تحت تأثیر ورودی‌ها و شرایط اولیه قرار می‌گیرد. این درس به دنبال توانمندسازی دانشجویان برای درک رفتار دینامیکی سیستم‌ها: آشنایی با اصول پایه‌ای سیستم‌های دینامیکی، شامل مدل‌سازی ریاضی، تحلیل پایداری، پاسخ به ورودی‌ها و شبیه‌سازی سیستم‌ها. طراحی سیستم‌های کنترل: یادگیری روش‌های طراحی سیستم‌های کنترل برای دستیابی به رفتار مطلوب، مانند طراحی سیستم‌های کنترل بازخوردی، کنترل بهینه و کنترل مقاوم. تحلیل پایداری و پاسخ دینامیکی سیستم‌ها: توانایی تحلیل پایداری سیستم‌های دینامیکی و ارزیابی نحوه واکنش سیستم به ورودی‌های مختلف، از جمله بررسی پاسخ گذرا و دائم. شبیه‌سازی و مدل‌سازی سیستم‌ها: استفاده از ابزارهای شبیه‌سازی کامپیوتری برای مدل‌سازی و تحلیل سیستم‌های دینامیکی و کنترل آن‌ها در محیط‌های مختلف. درک کاربردهای عملی سیستم‌های کنترل: آشنایی با کاربردهای سیستم‌های دینامیکی و کنترل در حوزه‌های مختلف صنعتی، پزشکی، رباتیک، حمل و نقل و انرژی.

اهداف ویژه:

اهداف ویژه برای درس سیستم‌های دینامیکی و کنترل عبارتند از: مدل‌سازی سیستم‌های دینامیکی، تحلیل پایداری سیستم‌ها، طراحی سیستم‌های کنترل خطی، تحلیل پاسخ دینامیکی سیستم‌ها، کنترل بهینه و مقاوم، مدل‌سازی و شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزارها، تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل در شرایط واقعی، ارزیابی عملکرد و بهینه‌سازی سیستم‌های کنترل، کاربرد در سیستم‌های غیرخطی و پیچیده

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر سیستم‌های دینامیکی و کنترل: تعریف سیستم‌های دینامیکی و مفاهیم اولیه، مدل‌سازی سیستم‌های مکانیکی، الکتریکی، حرارتی و بیولوژیکی، انواع سیستم‌های دینامیکی (پیوسته، گسسته، خطی، غیرخطی)، مثال‌هایی از سیستم‌های کنترلی در مهندسی
- مدل‌سازی ریاضی سیستم‌های دینامیکی: معادلات دیفرانسیل حاکم بر سیستم‌ها، تابع تبدیل و نمایش فضای حالت، مدل‌سازی سیستم‌های مکانیکی، الکتریکی و سیالاتی، اصل تعادل انرژی و قوانین لاگرانژ
- تحلیل پاسخ زمانی سیستم‌های دینامیکی: پاسخ گذرا و ماندگار، تحلیل پایداری سیستم‌ها، مشخصه‌های عملکردی (زمان نشست، بیش‌جهش، خطای حالت پایدار)، سیستم‌های مرتبه اول و دوم
- تحلیل فرکانسی سیستم‌های دینامیکی: تبدیل لاپلاس و تبدیل فوریه، نمودار بود و ناپکوئیست، پاسخ فرکانسی و حاشیه‌های پایداری، طراحی کنترل بر اساس تحلیل فرکانسی
- کنترل کلاسیک سیستم‌های دینامیکی: مفاهیم اساسی کنترل فیدبک، طراحی و تنظیم کنترل‌کننده‌های PID، تحلیل و طراحی مکان هندسی ریشه‌ها (Root Locus)، بهینه‌سازی پاسخ سیستم با کنترل‌کننده‌های مختلف



- معرفی فضای حالت و کنترل مدرن: نمایش سیستم‌های دینامیکی در فضای حالت، مقایسه روش‌های تابع تبدیل و فضای حالت، کنترل‌پذیری و رویت‌پذیری، طراحی کنترل‌کننده‌های حالت
- روش‌های کنترل پیشرفته: کنترل تطبیقی و یادگیری ماشین در کنترل، کنترل مقاوم و بهینه، کنترل غیرخطی و سیستم‌های آشوب، کنترل بهینه (LQR) و کنترل پیش‌بین مدل (MPC)
- پیاده‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌های کنترلی: نرم‌افزارهای MATLAB/Simulink برای شبیه‌سازی: پیاده‌سازی کنترل‌کننده‌ها روی سیستم‌های فیزیکی، استفاده از میکروکنترلرها و سیستم‌های نهفته در کنترل واقعی

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

دانشجویان پس از گذراندن این درس باید قادر باشند مدل‌سازی فیزیکی و ریاضی سیستم‌های دینامیکی را انجام دهند. تحلیل دینامیکی و کنترل سامانه‌های دینامیکی را درک کنند. از ابزارهای نرم‌افزاری مانند MATLAB/Simulink، Maple، Simscape و Adams برای شبیه‌سازی استفاده کنند. سیستم‌های دینامیکی را از طریق ترکیب سنسورها، عملگرها و کنترلرها تحلیل و طراحی کنند. تدریس از طریق مثال‌های عملی مانند مدل‌سازی بازوی رباتیک، خودروهای خودران، و سیستم‌های میکروالکترومکانیکی (MEMS).

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. P. Zarafshan, Modeling and Simulation of Dynamical Systems, Elsevier, 2025.
2. K. Ogata, Modern Control Engineering, 5th ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 2010.
3. R. C. Dorf and R. H. Bishop, Modern Control Systems, 13th ed. Hoboken, NJ, USA: Pearson, 2016.
4. N. S. Nise, Control Systems Engineering, 7th ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2019.
5. G. F. Franklin, J. D. Powell, and A. Emami-Naeini, Feedback Control of Dynamic Systems, 8th ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson, 2019.
6. J. J. D'Azzo and C. H. Houpis, Linear Control System Analysis and Design: Conventional and Modern, 6th ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2013.
7. B. C. Kuo and F. Golnaraghi, Automatic Control Systems, 9th ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2014.
8. W. J. Palm III, Modeling, Analysis, and Control of Dynamic Systems, 2nd ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2020.
9. H. Khalil, Nonlinear Systems, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 2002.
10. J. E. Slotine and W. Li, Applied Nonlinear Control. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall, 1991.



11. K. J. Åström and R. M. Murray, Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers, Princeton, NJ, USA: Princeton University Press, 2008.
12. L. A. Zadeh and C. A. Desoer, Linear System Theory: The State Space Approach. Mineola, NY, USA: Dover Publications, 2008.
13. B. D. Anderson and J. B. Moore, Optimal Control: Linear Quadratic Methods. Mineola, NY, USA: Dover Publications, 2007.
14. F. L. Lewis, D. Vrabie, and V. L. Syrmos, Optimal Control, 3rd ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2012.
15. D. P. Bertsekas, Dynamic Programming and Optimal Control, 4th ed. Belmont, MA, USA: Athena Scientific, 2017.
16. M. Vidyasagar, Nonlinear Systems Analysis, 2nd ed. Philadelphia, PA, USA: SIAM, 2002.
17. R. H. Cannon Jr., Dynamics of Physical Systems. Mineola, NY, USA: Dover Publications, 2012.
18. L. Meirovitch, Methods of Analytical Dynamics. Mineola, NY, USA: Dover Publications, 2003.
19. J. L. Meriam and L. G. Kraige, Engineering Mechanics: Dynamics, 9th ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2020.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: برنامه نویسی پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Programming	
دروس پیش نیاز:		-	
دروس هم نیاز:		-	
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ■
			نظری-عملی □
			پایه □
تعداد ساعت:	۴۸		تخصصی الزامی □
			مهارتی-اشتغال پذیری □
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت	مرتبط با مأموریت/آمایش
		موسسه نیست □	موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف این درس، ارتقای مهارت‌های برنامه‌نویسی دانشجویان به سطحی است که بتوانند مسائل پیچیده‌ی نرم‌افزاری را طراحی، تحلیل و پیاده‌سازی کنند. در این راستا، دانشجویان با مفاهیم پیشرفته‌ی برنامه‌نویسی، الگوهای طراحی، مدیریت منابع، بهینه‌سازی کد، و توسعه نرم‌افزارهای مقیاس‌پذیر و کارا آشنا خواهند شد. این درس همچنین مهارت‌های تفکر الگوریتمی، حل مسئله، کار تیمی و توسعه کد استاندارد را تقویت می‌کند تا دانشجویان بتوانند در پروژه‌های واقعی و صنعتی به صورت مؤثر مشارکت کنند.

اهداف ویژه:

این درس به دانشجویان کمک می‌کند تا مهارت‌های برنامه‌نویسی خود را در سطحی پیشرفته و کاربردی گسترش دهند.

پ) سرفصل‌ها:

- مرور مبانی برنامه‌نویسی: مروری بر مفاهیم اساسی (انواع داده، متغیرها، توابع، حلقه‌ها و شرط‌ها)، اصول طراحی الگوریتم و تحلیل پیچیدگی زمانی و فضایی، مدیریت حافظه و تخصیص پویا
- برنامه‌نویسی شی‌گرا (Object-Oriented Programming - OOP): مفاهیم کلاس و شیء، سازنده‌ها و مخرب‌ها (Constructors & Destructors)، اصول چهارگانه شی‌گرایی: وراثت (Inheritance)، چندریختی (Polymorphism)، کپسوله‌سازی (Encapsulation)، انتزاع، (Abstraction) الگوهای طراحی (Design Patterns)
- پرکاربرد
- مدیریت حافظه و اشاره گرها: تخصیص و آزادسازی حافظه پویا (Dynamic Memory Allocation)، مدیریت اشاره گرها و اشاره گرهای هوشمند (Smart Pointers)، نشانی حافظه و ابزارهای مدیریت آن
- مدیریت استثنا (Exception Handling): خطاهای زمان اجرا و مدیریت آنها، استفاده از ساختارهای try, catch, finally
- تعریف استثناهای سفارشی
- ساختمان داده‌ها و الگوریتم‌ها: لیست‌های پیوندی، پشته (Stack) و صف (Queue)، درخت‌ها، گراف‌ها و الگوریتم‌های جستجو، الگوریتم‌های مرتب‌سازی (Sorting Algorithms)، طراحی و تحلیل الگوریتم‌های بهینه
- برنامه‌نویسی موازی و چندنخی (Multithreading & Parallel Programming): مفاهیم همزمانی (Concurrency) و پردازش موازی، مدیریت نخ‌ها (Threads) و همگام‌سازی (Synchronization)، شرایط رقابتی (Race Conditions) و راه‌های جلوگیری از آن



(ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش سخنرانی کوتاه + مثال‌های عملی: معرفی مفاهیم پیچیده مانند برنامه‌نویسی شی گرا (OOP)، الگوهای طراحی (Design Patterns)، مدیریت حافظه، چندنخی (Multithreading) با ارائه مثال‌های عملی. کلاس‌های تعاملی و حل تمرین: بررسی کدهای واقعی همراه با تحلیل و رفع اشکال در کلاس. یادگیری مبتنی بر پروژه (Project-Based Learning - PBL) پروژه‌های مرحله‌ای: دانشجویان پروژه‌های کوچک و تدریجی را تکمیل کنند، مانند ساخت بازی ساده، سیستم مدیریت داده، و API تحت وب. پروژه نهایی: توسعه یک نرم‌افزار کامل که مهارت‌های تدریس شده را پوشش دهد. روش یادگیری از طریق کدنویسی عملی (Hands-On Learning) تمرین‌های کدنویسی در کلاس: (Live Coding) حل مثال‌ها به صورت زنده توسط استاد و دانشجویان. چالش‌های کدنویسی: (Coding Challenges) رقابت‌های کوچک مانند LeetCode، Codeforces، و HackerRank برای افزایش مهارت‌های حل مسئله.

(ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

(چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. S. Meyers, Effective C++: 55 Specific Ways to Improve Your Programs and Designs, 3rd ed. Addison-Wesley, 2005.
2. H. Sutter and A. Alexandrescu, C++ Coding Standards: 101 Rules, Guidelines, and Best Practices. Addison-Wesley, 2004.
3. R. Martin, Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship. Prentice Hall, 2008.
4. E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, and J. Vlissides, Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software. Addison-Wesley, 1994.
5. B. Stroustrup, The C++ Programming Language, 4th ed. Addison-Wesley, 2013.
6. M. Fowler, Refactoring: Improving the Design of Existing Code, 2nd ed. Addison-Wesley, 2018.
7. D. Thomas and A. Hunt, The Pragmatic Programmer: Your Journey to Mastery, 2nd ed. Addison-Wesley, 2019.
- A. Tanenbaum, Modern Operating Systems, 4th ed. Pearson, 2014.
8. G. H. Fairbanks, Just Enough Software Architecture: A Risk-Driven Approach. Marshall & Brainerd, 2010.
9. J. Bloch, Effective Java, 3rd ed. Addison-Wesley, 2018.

(ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

(خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان آرایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می‌باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: کنترل فازی عصبی				
نوع درس و واحد		Neural Fuzzy Control		عنوان درس به انگلیسی:
نظری	پایه			دروس پیش نیاز:
عملی	تخصصی الزامی			دروس هم نیاز:
نظری-عملی	تخصصی اختیاری	نظری	۳	تعداد واحد:
	رساله		۴۸	تعداد ساعت:
	مهارتی-اشتغال پذیری			
مرتبط با مأموریت/آمایش	مرتبط با آمایش/مأموریت	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
موسسه است	موسسه نیست			

ب) هدف کلی:

هدف کلی درس کنترل فازی عصبی، آموزش اصول، مفاهیم و تکنیک‌های هوش محاسباتی برای طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های کنترل هوشمند مبتنی بر منطق فازی و شبکه‌های عصبی مصنوعی است. این درس به دنبال توانمندسازی دانشجویان برای: درک اصول کنترل فازی و شبکه‌های عصبی: آشنایی با مفاهیم پایه‌ای منطق فازی، مجموعه‌های فازی، استنتاج فازی و یادگیری در شبکه‌های عصبی مصنوعی. طراحی سیستم‌های کنترل تطبیقی هوشمند: ترکیب شبکه‌های عصبی و سیستم‌های فازی برای توسعه کنترل‌کننده‌های تطبیقی که قادر به یادگیری و تنظیم خودکار پارامترها باشند. بهبود کنترل سیستم‌های پیچیده و غیرخطی: استفاده از کنترل فازی-عصبی برای مدل‌سازی، تحلیل و کنترل سیستم‌های غیرخطی، نامعین و پیچیده که روش‌های کنترلی کلاسیک برای آن‌ها کافی نیستند. به کارگیری الگوریتم‌های یادگیری و بهینه‌سازی: بررسی روش‌های یادگیری در شبکه‌های عصبی، بهینه‌سازی پارامترهای سیستم‌های فازی و بهبود کارایی کنترل‌کننده‌های هوشمند. کاربرد در مسائل عملی و صنعتی: توسعه و پیاده‌سازی سیستم‌های کنترل هوشمند در حوزه‌های مختلفی مانند رباتیک، خودروهای خودران، کنترل فرآیندهای صنعتی، پزشکی و مهندسی برق.

اهداف ویژه:

اهداف ویژه برای درس سیستم‌های دینامیکی و کنترل عبارتند از: مدل‌سازی سیستم‌های دینامیکی، تحلیل پایداری سیستم‌ها، طراحی سیستم‌های کنترل خطی، تحلیل پاسخ دینامیکی سیستم‌ها، کنترل بهینه و مقاوم، مدل‌سازی و شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزارها، تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل در شرایط واقعی، ارزیابی عملکرد و بهینه‌سازی سیستم‌های کنترل، کاربرد در سیستم‌های غیرخطی و پیچیده

پ) سرفصل‌ها:

- درک اصول اولیه منطق فازی: آشنایی با مجموعه‌های فازی، توابع عضویت، قوانین فازی و روش‌های استنتاج فازی (مانند ممدانی و تاکاگی-سوگنو). توانایی مدل‌سازی سیستم‌های نامعین و غیرخطی با استفاده از منطق فازی.
- درک مفاهیم شبکه‌های عصبی مصنوعی: آشنایی با ساختار و عملکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی، انواع شبکه‌های عصبی و روش‌های یادگیری مانند پس‌انتشار خطا. یادگیری نحوه آموزش و بهینه‌سازی پارامترهای شبکه‌های عصبی برای کاربردهای کنترلی.
- ترکیب منطق فازی و شبکه‌های عصبی: درک چگونگی ترکیب سیستم‌های فازی و شبکه‌های عصبی برای طراحی کنترل‌کننده‌های هوشمند تطبیقی. توسعه سیستم‌های فازی مبتنی بر یادگیری خودکار با استفاده از شبکه‌های عصبی.
- طراحی و پیاده‌سازی کنترل‌کننده‌های فازی-عصبی: توسعه کنترل‌کننده‌های تطبیقی که قادر به تنظیم خودکار قوانین فازی و توابع عضویت باشند. پیاده‌سازی کنترل فازی-عصبی در نرم‌افزارهایی مانند MATLAB/Simulink و Python.



- تحلیل و بهینه‌سازی عملکرد کنترل‌کننده‌های هوشمند: استفاده از الگوریتم‌های یادگیری و بهینه‌سازی مانند الگوریتم‌های ژنتیک (GA) و بهینه‌سازی ازدحام ذرات (PSO) برای بهبود عملکرد کنترل‌کننده‌های فازی-عصبی. مقایسه عملکرد کنترل‌کننده‌های فازی-عصبی با روش‌های کنترلی کلاسیک.
- کاربردهای عملی و صنعتی کنترل فازی-عصبی: پیاده‌سازی کنترل هوشمند در رباتیک، خودروهای خودران، سیستم‌های پزشکی، کنترل فرآیندهای صنعتی و مهندسی برق. مطالعه و تحلیل مطالعات موردی از سیستم‌های کنترل فازی-عصبی در دنیای واقعی.
- شبیه‌سازی و اجرای عملی سیستم‌های کنترل فازی-عصبی: یادگیری نحوه شبیه‌سازی سیستم‌های کنترل فازی-عصبی در محیط‌های مختلف. طراحی و تست کنترل‌کننده‌های هوشمند بر روی سیستم‌های واقعی یا نمونه‌های آزمایشگاهی.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

شروع درس با معرفی مبانی منطق فازی، از جمله مجموعه‌های فازی، توابع عضویت و عملگرهای فازی. ارائه تئوری کنترل فازی-عصبی، شامل قوانین فازی، استنتاج فازی و فازی‌زدایی. بررسی انواع کنترل‌کننده‌های فازی-عصبی، مانند کنترل‌کننده‌های فازی ممدانی و تاکاگی-سوگنو (T-S). پرسش و پاسخ در کلاس برای بررسی درک دانشجویان از مفاهیم. بحث گروهی درباره مقایسه کنترل فازی-عصبی با روش‌های کنترل کلاسیک. حل تمرینات گام‌به‌گام برای درک بهتر چگونگی تنظیم پارامترهای سیستم فازی-عصبی. آموزش MATLAB & Simulink برای طراحی و شبیه‌سازی کنترل‌کننده‌های فازی-عصبی. معرفی جعبه‌ابزار Fuzzy Logic Toolbox در MATLAB برای پیاده‌سازی سیستم‌های فازی-عصبی. دانشجویان باید مسائل واقعی را بررسی کنند، مانند کنترل فازی-عصبی در سیستم‌های هوشمند، خودروهای خودران، و سیستم‌های صنعتی. طراحی یک سیستم کنترل فازی-عصبی عملی برای یک کاربرد خاص مانند کنترل سرعت یک موتور (DC). مقایسه عملکرد کنترل فازی-عصبی با کنترل PID و تحلیل مزایا و معایب آن.

ث) روش ارزشیابی (پیشهادی):

تمرین در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه‌ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.



چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. C. T. Lin and C. S. G. Lee, Neural Fuzzy Systems: A Neuro-Fuzzy Synergism to Intelligent Systems, Prentice Hall, 1996.
2. H. J. Zimmermann, Fuzzy Set Theory and Its Applications, 4th ed., Springer, 2001.
3. J. M. Mendel, Uncertain Rule-Based Fuzzy Systems: Introduction and New Directions, 2nd ed., Springer, 2017.
4. O. Castillo and P. Melin, Soft Computing for Control of Non-Linear Dynamical Systems, Springer, 2001.
5. A. Abraham, Neuro-Fuzzy Systems: Basics and Advances, Springer, 2005.
6. S. Haykin, Neural Networks and Learning Machines, 3rd ed., Pearson, 2009.
7. K. Warwick and A. E. Ekwue, Artificial Neural Networks for Power Systems and Control, IET Press, 1997.
8. K. Gurney, An Introduction to Neural Networks, UCL Press, 1997.
9. J. M. Zurada, Introduction to Artificial Neural Systems, West Publishing, 1992.
10. S. N. Sivanandam and S. N. Deepa, Principles of Soft Computing, 2nd ed., Wiley, 2011.
11. T. J. Ross, Fuzzy Logic with Engineering Applications, 4th ed., Wiley, 2016.
12. L. A. Zadeh, Fuzzy Sets and Applications: Selected Papers, Wiley, 1987.
13. H. R. Berenji and P. Khedkar, Learning and Tuning Fuzzy Logic Controllers through Reinforcements, Springer, 1992.
14. N. Baba and H. Tanaka, Fuzzy Control and Neural Networks, CRC Press, 1994.
15. O. Cordón, Genetic Fuzzy Systems: Evolutionary Tuning and Learning of Fuzzy Knowledge Bases, World Scientific, 2001.
16. G. J. Klir and B. Yuan, Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications, Prentice Hall, 1995.
17. R. R. Yager and D. P. Filev, Essentials of Fuzzy Modeling and Control, Wiley, 1994.
18. A. Konar, Artificial Intelligence and Soft Computing: Behavioral and Cognitive Modeling of the Human Brain, CRC Press, 2018.
19. H. Ying, Fuzzy Control and Modeling: Analytical Foundations and Applications, IEEE Press, 2000.
20. A. Kandel, Fuzzy Expert Systems, CRC Press, 1992.
21. M. Mohammadzadeh, Adaptive Type-2 Neuro-Fuzzy Systems and Control, Bonab University Press, 2020.
22. L.-X. Wang, Fuzzy Systems and Fuzzy Control, 2nd ed., K. N. Toosi University of Technology Press, 2024.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: هوش مصنوعی			
عنوان درس به انگلیسی: Artificial Intelligence		نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
	۴۸	رساله ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با مأموریت/مأموریت ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش ☒	
		موسسه نیست ☐ موسسه است ☒	

ب) اهداف کلی:

- آشنایی دانشجویان با مفاهیم جستجوی هوشمند، روشهای به دست آوردن اطلاعات از روی داده، تصمیم گیری هوشمند، حل مسائل پیچیده، تعامل با محیط.
- توانمندسازی دانشجویان در زمینه طراحی سیستم های هوشمند و یادگیرنده بوسیله خلاصه سازی داده های ورودی و پیاده سازی الگوریتم های هوش مصنوعی با کمک نرم افزار.

اهداف ویژه:

- تسلط بر مدل سازی الگوریتم های مختلف هوش مصنوعی به صورت نرم افزاری.
- درک مدل سازی بر اساس داده
- یادگیری سیستم بر مبنای استفاده از داده
- پیاده سازی انواع الگوریتم های هوش مصنوعی.

پ) سرفصل ها:

- مقدمه ای بر هوش مصنوعی: معرفی تاریخچه؛ مفاهیم پایه و کاربردهای هوش مصنوعی
- آشنایی با زمان برنامه نویسی پایتون: کتابخانه ها، توابع و محیط های مختلف برنامه نویسی
- آشنایی با روش های مختلف حل مسائل: جلو سو، پشت سو، درخت و گراف مسائل، نمایش دانش
- ارائه دانش به کمک استدلال های آماری و احتمالی
- آشنایی با روش های مختلف جستجو
- آشنایی با جستجوی محلی (local)
- تپه نوردی (hill-climbing)، شبیه سازی ذوب (simulated annealing)، جستجوی شعاعی محلی (local beam search)
- الگوریتم ژنتیک (genetic algorithm) جستجوی محلی در فضای پیوسته: روش کاهش در راستای گرادینت (gradient descent)
- معرفی زمینه های کاربردی هوش مصنوعی:
- پردازش زبان طبیعی (Natural Language Processing)
- بینایی ماشین (Computer Vision)
- رباتیک (robotics)
- پروژه های عملی: پیاده سازی برای حل مسائل عملی.



ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش تدریس این درس ترکیبی از سخنرانیهای تئوری، حل تمرینها، شبیه‌سازیهای عملی و پروژههای کلاسی خواهد بود. ابتدا مفاهیم پایه جستجو و حل مساله به طور تئوری توضیح داده میشود، سپس دانشجویان از نرم افزارهای شبیه‌سازی مانند MATLAB و Simulink و برنامه نویسی پایتون برای پیاده سازی مورد استفاده خواهند کرد. پروژه‌های عملی برای تسلط بیشتر بر مفاهیم ارائه میشوند.

ث) روش ارزشیابی (پیشهادی):

تمرین در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Stuart Russell and Peter Norvig. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 3rd Edition, 2009.
2. Michael Miller , Using Artificial Intelligence Absolute Beginner's Guide, 2024.
3. Gloria Lembo, The Complete Beginner's Guide to AI: Your Easy Guide to Artificial Intelligence, Real World Applications, Ethical Issues, and Future Innovations, 2024.
4. Nilsson, Nils J. Principles of artificial intelligence. Morgan Kaufmann, 2014.
5. Rich, Elaine, and Kevin Knight. Artificial intelligence. Computer Science Series. McGraw-Hill 8 (1991).

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می‌باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: تئوری و تکنولوژی ساخت نیمه هادی				
نوع درس و واحد		Semi-conductors Fabrication Theory and Technology		عنوان درس به انگلیسی:
پایه ☐ نظری ☒		-		دروس پیش نیاز:
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		-		دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		نظری	۳	تعداد واحد:
رساله ☐				
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			۴۸	تعداد ساعت:
مرتبط با مأموریت/آمایش ☒ موسسه است		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
مرتبط با مأموریت ☐ موسسه نیست				

ب) اهداف کلی:

- آشنایی با اصول طراحی و ساخت نیمه هادیها و منتج شدن تئوری به ساخت سیستم‌های ریز الکترومکانیکی
- توضیحات: پیشرفت روزافزون قطعات الکترونیکی، وابسته به ساخت ادوات در ابعاد میکرو و نانو است. هر ساله ابعاد ترانزیستورهای که بر روی یک تراشه ساخته می‌شوند، کاهش یافته و موجب افزایش تعداد این ترانزیستورها بر روی یک تراشه می‌شوند که این امر به نوبه خود باعث بهبود عملکرد می‌شود. ساخت ادوات در ابعاد میکرو و نانو باعث پیدایش علوم جدیدی مانند: میکروالکترومکانیک، مدارات مجتمع نوری، زیست حسگرها و... شده است.

اهداف ویژه:

- ساخت ادوات در ابعاد میکرو و نانو
- افزایش تعداد ترانزیستورها بر روی یک تراشه

پ) سرفصل‌ها:

- مدارات مجتمع بر پایه پیوند رشد یافته و آلیاژی
- مدارات مجتمع بر پایه فرایند دو بار نفوذ
- مدارات مجتمع بر پایه فرایند سطحی
- رشد بلور و تهیه ویفر، دیفیوژن
- اکسیداسیون، کاشت یون
- روشهای گوناگون لیتو گرافی (شامل انواع Etching).
- رشد لایه‌های روئشستی (Epitaxy).
- روشهای گوناگون نشان دادن لایه‌های فلزی .
- روشهای گوناگون نشان دادن لایه‌های دی الکتریک و Poly-si.
- فرآیند ساخت ادوات غیر فعال.
- ساخت ادوات در ابعاد میکرو و نانو
- فرآیند ساخت ترانزیستورهای دو قطبی.
- فرآیند ساخت ترانزیستورهای اثر میدانی.



- روشهای گوناگون اندازه گیری پارامترهای فیزیکی در تکنولوژی

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش تدریس این درس ترکیبی از سخنرانیهای تئوری، حل تمرینها، شبیه سازیهای عملی و پروژههای کلاسی خواهد بود. ابتدا مفاهیم پایه ساخت ادوات نیمه هادی به طور تئوری توضیح داده میشود، سپس دانشجویان از نرم افزارهای شبیه سازی برای پیاده سازی استفاده خواهند کرد. پروژههای عملی برای تسلط بیشتر بر مفاهیم ارائه میشوند.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین در طول نیم سال	۱۰ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

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

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاسهای درسی نیاز می باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Robert W. Keyes, Mary Y. Lanzerotti, introductory semiconductor device physics for chip design and manufacturing, Wiley; 1 edition, 2018.
2. J. D. Plummer, M.D. Deal, and P. D. Grifflin, Silicon VLSI Technology, Fundamentals, Practice and Modeling, 2nd ed, Prentice, 2008.
3. R. C. Jaeger, Introduction to Microelectronic Fabrication, 2nd ed, Prentice Hall, 2002.
4. S. M. Sze and K. K. Ng, Physics of Semiconductor Devices, 3rd ed, Wiley, 2006.
5. S. M. Sze and M. K. Lee, Semiconductor Devices: Physics and Technology, 3rd ed, Wiley, 2013.
6. Mary. Lanzerotti, Introductory Semiconductor Device Physics For Chip Design And Manufacturing, Springer NATURE, 2020.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان آرایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: سیستم‌های میکرو و نانو الکترومکانیکی				
نوع درس و واحد		Micro and Nano Electromechanical Systems		عنوان درس به انگلیسی:
پایه ☐ نظری ☒		-		دروس پیش نیاز:
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		-		دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		نظری	۳	تعداد واحد:
رساله ☐			۴۸	تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری ☐				
مرتبط با مأموریت/آمایش مؤسسه است ☒		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
مرتبط با مأموریت مؤسسه نیست ☐				

ب) اهداف کلی:

آشنایی با مقدمات سیستم‌های MEMS و NEMS

اهداف ویژه:

آشنایی با اصول فیزیکی نیمه هادیها و خواص مختلف آنها

پ) سرفصل‌ها:

- اصول فیزیکی نیمه هادی ها، رشد اپی چاه کوانتومی و نقاط کوانتومی
- رشد شیمیایی نانو وایرها
- پلیمرهای انتشار دهنده نوری
- اصول پایه نور هندسی، تئوری الکترومغناطیس
- تصویربرداری و تکنولوژی سنسور
- سیستم‌های نوری میکرو ماشین

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش تدریس این درس ترکیبی از سخنرانیهای تئوری، حل تمرینها، شبیه‌سازیهای عملی و پروژههای کلاسی خواهد بود. ابتدا مفاهیم پایه ساخت ادوات میکرو و نانو به طور تئوری توضیح داده میشود، سپس دانشجویان از نرم افزارهای شبیه‌سازی برای پیاده سازی استفاده خواهند کرد. پروژه‌های عملی برای تسلط بیشتر بر مفاهیم ارائه میشوند.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین در طول نیم سال	۱۰ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۵ درصد



آزمون پایانی

۳۰ درصد

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

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس های درسی نیاز می باشد.

(چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Hsu, Tai-Ran. MEMS & Microsystems: Design, Manufacture, and Nanoscale Engineering. Wiley, 2008.
2. Fedder, Gary K. Structured design of integrated MEMS. Micro Electro Mechanical Systems, 1999. MEMS'99. Twelfth IEEE International Conference on. IEEE, 1999.
3. Hector, J. RF MEMS circuit design for wireless communications. Artech House Publishers, 2002.
4. Pelesko, John A., and David H. Bernstein. Modeling Mems and Nems. CRC press, 2002.
5. Santos, Hector. Principles and applications of NanoMEMS physics. Vol. 15. Springer Science & Business Media, 2006.
6. Kulkarni, Sulabha K. Nanotechnology: principles and practices. Springer, 2015.
7. Alberto Corigliano, Raffaele Ardito, Claudia Comi, Mechanics of Microsystems, wiley, 2018.

(ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

(خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: سیستم‌های بلادرنگ			
نوع درس و واحد		Real-time Systems	
پایه ☐	نظری ☒	-	
تخصصی الزامی ☐	عملی ☐	-	
تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	نظری	۳
رساله ☐			۴۸
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			
مرتبط با آمایش/مأموریت ☐	مرتبط با آمایش/مأموریت ☒	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	
موسسه نیست ☐	موسسه است ☒		

ب) اهداف کلی:

آشنایی با اصول طراحی و کنترل سیستم‌های بلادرنگ

اهداف ویژه:

آشنایی با اصول و وظایف سیستم‌های بلادرنگ و شبکه بندی آنها

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر سیستم‌های بی درنگ و تقسیم بندی ها و کاربردهای آن
- انگیزه ها، تعاریف، انواع وظایف (نرم یا سخت، غیر تناوبی یا متناوب)، اجزای یک سیستم بی درنگ نمونه
- مدل سازی و واریسی ویژگی‌های سیستم‌های بی درنگ
- مسائل علمی و پیاده سازی یک الگوریتم کنترل بر روی یک کامپیوتر دیجیتال از نظر تنظیم دقت
- اطلاعات زمینه در مورد نوع استراتژی کنترل کامپیوتری و سخت افزار و نرم افزار موجود برای پیاده سازی آنها
- بررسی و مدل سازی همروندی، به اشتراک گذاری منابع، زنده و محدود بودن، اجرا یا کار زماندار، برآورد و ارزیابی زمان اجرا و رعایت موعد و محدودیت‌های زمانی
- زمان بندی وظایف دوره ای (Periodic) در تک پردازنده
- زمان بندی وظایف با اولویت‌های ایستا و پویا EDF، monotonic Rate
- بررسی معیارها و شروط زمان بندی پذیری (Schedulability) در سیستم‌های بی درنگ
- زمان بندی وظایف غیر دوره ای (Aperiodic) و پراکنده (Sporadic) و حالت زمان بندی ترکیبی با وظایف دوره ای در تک پردازنده
- شروط زمانبندی پذیری، روش‌های توزیع وظایف
- ارائه ی انواع الگوریتم‌های زمان بندی Sporadic، Slack stealing، Deferred server، Polling server، FCFS
- اشاره ی اجمالی به زمان بندی وظایف در چندپردازنده ها
- بررسی اجمالی مفهوم و نقش قابلیت اطمینان، قابلیت دسترسی و روش‌های تحمل پذیری اشکال در سیستم‌های بی درنگ
- محدودیت‌های زمانی در ارتباطات و پروتکل‌های ارتباطی بی درنگ در شبکه



ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش تدریس این درس ترکیبی از سخنرانیهای تئوری، حل تمرینها، شبیه‌سازیهای عملی و پروژه‌های کلاسی خواهد بود. ابتدا مفاهیم پایه سیستم‌های بلادرنگ به طور تئوری توضیح داده میشود، سپس دانشجویان از نرم افزارهای شبیه‌سازی به پیاده سازی میپردازند. پروژه‌های عملی برای تسلط بیشتر بر مفاهیم ارائه میشوند.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه‌ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Gray, David F. Introduction to the formal design of Real-Time Systems. Springer Science & Business Media, 2012.
2. Buttazzo, Giorgio. Hard real-time computing systems: predictable scheduling algorithms and applications. Vol. 24. Springer Science & Business Media, 2011.
3. J. W. S. Liu. Real-Time Systems. Prentice Hall, 2000.
4. K.C. Wang, Embedded and Real-Time Operating Systems, springer, 2017.
5. Ph. A. Laplante. Real time systems design and analysis. 3rd edition, IEEE Press & Wiley InterScience, 2004.
6. C. M. Krishna and Kang G. Shin. Real-Time Systems. McGraw-Hill, 1997.
7. Some real-time related conference and journal papers.
8. Pop, Paul, Petru Eles, and Zebo Peng. Analysis and Synthesis of Distributed Real-Time Embedded Systems. Springer Science & Business Media, 2013.
9. Chakraborty, Samarjit, and Jörg Eberspächer, eds. Advances in real-time systems. Springer Science & Business Media, 2012.
10. Pedro Mejia Alvarez, Ricardo J. Zavaleta Vazquez, Susana Ortega Cisneros, Raul E. Gonzalez Torres, Real-Time Database Systems, Springer Nature Switzerland, 2023

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه‌ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می‌باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: بینایی ماشین			
عنوان درس به انگلیسی:		Machine Vision	
دروس پیش نیاز:		-	
دروس هم نیاز:		-	
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی الزامی ☐ پایه ☐ نظری ☒
	۴۸		تخصصی اختیاری ☒ رساله ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش ☒	
		موسسه نیست ☐ موسسه است ☒	

ب) اهداف کلی:

معرفی مفاهیم پایه، تئوری و به علاوه الگوریتم‌های متداول بینایی ماشین با رویکرد کاربردهای عملی. برای پیاده سازی الگوریتم‌ها از زبان پایتون و نرم افزار OpenCV استفاده می‌شود. در انتهای درس انتظار می‌رود دانشجویان دانش کافی تئوری و عملی برای طراحی و پیاده سازی پروژه‌های صنعتی بینایی ماشین را به دست آورند.

اهداف ویژه:

- تسلط بر قطعه بندی تصویر
- به دست آوردن ویژگیهای مختلف تصویر
- ترکیب روشهای هوش مصنوعی و بینایی ماشین
- پیاده سازی انواع الگوریتمهای بینایی ماشین

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه و کلیات درس
- مبانی تصاویر دیجیتال، مفاهیم پایه‌ای درک دیداری، نور و اسپکتروم الکترومغناطیس
- آنالیز تصاویر باینری، اپراتورهای مورفولوژی
- روشهای آستانه یابی در نور یکنواخت و غیر یکنواخت
- روشهای قطعه بندی تصویر، استفاده از حرکت در قطعه بندی
- مفاهیم و مدل‌های رنگ. معرفی روش‌های آماری پایداری رنگ
- روشهای تجزیه تحلیل بافت و قطعه بندی مبتنی بر بافت
- توصیف کننده‌های تصویر
- کدهای زنجیره‌ای، امضا، مرز، توصیف کننده‌های فوریه
- روشهای شناسایی اشیا مبتنی بر دسته بندها
- بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا، برچسب گذاری تصویر
- معرفی و استخراج انواع بردارهای ویژگی و روش‌های مقایسه مشابهت تصاویر با استفاده از آن‌ها
- معیارهای ارزیابی کارآیی روشهای بازیابی تصاویر
- تشخیص حرکت در ویدیو، بردارهای حرکت، محاسبه جریان در تصویر
- مدل دوربین و کالیبراسیون



- معادلات لنز و اصلاح اعوجاج لنز
- تشخیص عمق از تصاویر دو بعدی. مدل پرسپکتیو، بینایی استریو و محاسبه عمق
- نور ساخت یافته، محاسبات عمق و استخراج مدل سه بعدی اجسام با استفاده از آن
- تصویر مرجع و کاربردهای کنترل ترافیک
- ردگیری مبتنی بر روش شیفیت میانگین
- ردگیری مبتنی بر Cam-Shift. فیلتر کالمن و کالمن توسعه یافته
- سیستم بینایی همه جته: مبانی طراحی، کالبراسیون و کاربردهای آن در صنعت و روبات‌های متحرک
- معرفی چندین کاربرد صنعتی بینایی ماشین

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش تدریس این درس ترکیبی از سخنرانیهای تئوری، حل تمرینها، شبیه‌سازیهای عملی و پروژههای کلاسی خواهد بود. ابتدا مفاهیم پایه پردازش تصویر و بینایی ماشین به‌طور تئوری توضیح داده میشود، سپس دانشجویان از نرم افزارهای شبیه‌سازی مانند MATLAB و Simulink و برنامه نویسی پایتون پیاده سازی استفاده خواهند کرد. پروژه‌های عملی برای تسلط بیشتر بر مفاهیم ارائه میشوند.

ث) روش ارزشیابی (پیشهادی):

تمرین در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Linda G.Shapiro, George C.Stockman , Computer vision, by, Prentice Hall, 2001.
2. R.C.Gonzalez, R.E.Woods , Digital Image Processing, 3rd edition, by, Prentice Hall, 2008.
3. G.Bradski, A.Kaebler, O'REILLT , Learning OpenCV, Computer vision with the OpenCV, 2008.
4. Carsten Steger, Markus Ulrich, Christian Wiedemann, Machine Vision Algorithms and Applications, 2018.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می‌باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: پردازش سیگنالهای دیجیتال				
نوع درس و واحد		Digital Signal Processing		عنوان درس به انگلیسی:
نظری	پایه	-		دروس پیش نیاز:
عملی	تخصصی الزامی	-		دروس هم نیاز:
نظری-عملی	تخصصی اختیاری	نظری	۳	تعداد واحد:
رساله			۴۸	تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری				
مرتبط با مأموریت/آمایش	مرتبط با آمایش/مأموریت	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
موسسه است	موسسه نیست			

ب) اهداف کلی:

معرفی مفاهیم پایه، تئوری پردازش سیگنال با رویکرد کاربردهای عملی. برای پیاده سازی و ساخت فیلترهای دیجیتال استفاده می شود. در انتهای درس انتظار می رود دانشجویان دانش کافی تئوری و عملی برای طراحی و پیاده سازی پروژه های صنعتی پردازش سیگنال دیجیتال را به دست آورند.

اهداف ویژه:

- آشنایی با نمونه برداری
- آشنایی با فیلترهای دیجیتال و طراحی آنها

پ) سرفصل ها:

- مروری بر سیگنال ها و سیستم ها
- تبدیل فوریه زمان گسسته و خواص آن
- معرفی مقدماتی مفهوم سیگنال های تصادفی و مفهوم چگالی توان آن ها
- مروری بر تبدیل Z و خواص آن
- مرور و تکمیل نظریه نمونه برداری
- قضیه نمونه برداری نایکوئیست
- تغییر نرخ نمونه برداری (Upsampling, Downsampling)
- Multirate Signal Processing و نمایش پلی فاز فیلترها و مفهوم فیلتر بانک
- تبدیل A/D
- تبدیل فوریه گسسته (DFT) و خواص آن
- تحلیل سیستم های LTI در حوزه تبدیل فوریه و تبدیل Z
- سیستم فیلتر کردن، سیستم معکوس، فاز خطی
- ارتباط بین دامنه و فاز پاسخ فرکانسی
- سیستم های تمام گذر (All Pass)
- سیستم های حداقل فاز (Minimum Phase) و خواص آن ها
- سیستم های FIR با فاز خطی
- طراحی فیلترهای گسسته



- مروری بر طراحی فیلترهای آنالوگ (باترورت و چپچف)
- طراحی فیلترهای دیجیتال IIR
- طراحی فیلتر دیجیتال با استفاده از طراحی یک فیلتر آنالوگ و تبدیل آن به دیجیتال (با استفاده از روش های Impulse Invariance, Bilinear Transformation)
- روش های کامپیوتری
- طراحی فیلترهای دیجیتال FIR
- طراحی با استفاده از Windowing
- طراحی با استفاده از Frequency Sampling
- فیلتر بهینه و الگوریتم Parks-McClellan
- ساختارهای مختلف برای پیاده سازی سیستم
- نمایش سیستم با فلوگراف
- فرم های مستقیم، سری، موازی و فرم های transposed
- روش های محاسبه بهینه DFT
- روش های مبتنی بر FFT
- روش های مبتنی بر کانولوشن
- آنالیز فرکانسی و زمان-فرکانسی سیگنال ها
- تبدیل هیلبرت گسسته

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش تدریس این درس ترکیبی از سخنرانیهای تئوری، حل تمرینها، شبیه سازیهای عملی و پروژه های کلاسی خواهد بود. ابتدا مفاهیم پایه پردازش سیگنال به طور تئوری توضیح داده میشود، سپس دانشجویان از نرم افزارهای شبیه سازی مانند MATLAB و Simulink به پیاده سازی خواهند پرداخت. پروژه های عملی برای تسلط بیشتر بر مفاهیم ارائه میشوند.

ث) روش ارزشیابی (پیشهادی):

تمرین در طول نیم سال	۱۰ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

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

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس های درسی نیاز می باشد.



چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Alan V. Oppenheim, Discrete-Time Signals and Systems, Prentice Hall, 1999.
2. McClellan, Burrus, Oppenheim, Parks, Schafer, Schuessler, Computer-Based Exercises for Signal Processing Using MATLAB
3. J. G. Proakis, D. G. Manolakis, Digital Signal Processing; Principles, Algorithms and Applications, 4th Edition, Pearson, 2006.
4. B. Porat, A Course on Digital Signal Processing, Wiley, 1996.
5. W. Alexander and C. M. Williams, Digital Signal Processing; Principles, Algorithms and System Design, Academic Press, 2016.
6. D. Sundararajan, Digital Signal Processing An Introduction, Springer International Publishing, 2021.
7. R. B. Randall, Frequency Analysis, B&K, 1987. Chapters 1-2, 4-8
8. B. P. Lathi, Roger A. Green, Essentials of Digital Signal Processing, Cambridge University Press; 1 edition, 2014.
9. H. G. Stark, Wavelets and Signal Processing: an Application-Based Introduction, Springer, 2005. Chapters 1-3.
10. S.W. Smith, Digital Signal Processing: A Practical Guide for Engineers and Scientists, Newnes, 2002. Chapters 1-2, 8-9, 11-12.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: سامانه‌های نهفته				
نوع درس و واحد		Embedded Systems		عنوان درس به انگلیسی:
نظری	پایه	-		دروس پیش نیاز:
عملی	تخصصی الزامی	-		دروس هم نیاز:
نظری-عملی	تخصصی اختیاری	نظری	۳	تعداد واحد:
	رساله		۴۸	تعداد ساعت:
	مهارتی-اشتغال پذیری			
مرتبط با مأموریت/آمایش	مرتبط با آمایش/مأموریت	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
موسسه است	موسسه نیست			

ب) اهداف کلی:

سیستم نهفته یک سیستم کامپیوتری است که درون سیستم دیگری که معمولاً غیر کامپیوتری است تعبیه (نهفته) شده است و وظایفی از جمله مدیریت و کنترل سیستم بزرگتر را بر عهده دارد. آمارهای موجود از کاربرد کامپیوترها نشان می‌دهد که اکثریت کامپیوترها در دنیا (بیش از ۸۰ درصد) به شکل نهفته هستند. همچنین سیستم‌های نهفته پایه‌ی مفاهیم مهمی در مهندسی کامپیوتر مانند سیستم‌های سایبرفیزیکی و اینترنت اشیاء هستند. هدف از این درس آشنایی با طراحی و تحلیل موضوعات سخت افزاری و نرم افزاری و الگوریتمی در ارتباط با سیستم‌های نهفته است. همچنین در این درس دانشجویان با معماری، ساختار سخت‌افزاری، نرم‌افزار، و چگونگی برنامه‌نویسی برای سیستم‌های نهفته آشنا می‌شوند.

اهداف ویژه:

آشنایی بخشهای مازولار سیستم‌های نهفته

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی سیستم‌های نهفته، مشخصات سامانه‌های نهفته، اهمیت سامانه‌های نهفته، کاربردهای سامانه‌های نهفته، حسگرها و فعال‌سازها، سیستم‌های Reactive
- میکروکنترلرها به عنوان عنصر کلیدی سامانه‌های نهفته
- معرفی میکروکنترلر، دلایل اهمیت میکروکنترلر در سامانه‌های نهفته، معماری میکروکنترلر، تبدیل آنالوگ به دیجیتال، پورت‌ها، ارتباطات سریال در میکروکنترلرها، یک مثال از سیستم‌های کنترلی خودکار
- مدیریت منابع و وظایف در میکروکنترلرها
- پیاده‌سازی نرم‌افزاری یک سیستم نهفته، نقش حلقه‌های نامحدود، Remote Debugger، Emulator، نحوه‌ی برقراری ارتباط با میکروکنترلر از محیط پیرامون، حافظه در میکروکنترلرها
- مروری بر بسترهای سخت‌افزاری رایج سیستم‌های نهفته
- مروری بر بردهای سخت‌افزاری Arduino و Raspberry Pi به عنوان بسترهای سخت‌افزاری رایج کاربردهای نهفته، مقایسه و کاربردهای آن‌ها، مروری بر روش‌های توسعه‌ی نرم‌افزار برای این بسترها
- برنامه‌نویسی مبتنی بر اتوماتا
- مفهوم برنامه‌ریزی مبتنی بر اتوماتا، کاربرد برنامه‌ریزی مبتنی بر اتوماتا در توصیف سیستم‌های Reactive، ساختار سلسله‌مراتبی در برنامه‌ریزی مبتنی بر اتوماتا، مزایای برنامه‌ریزی مبتنی بر اتوماتا برای طراحی سیستم‌های نهفته، توصیف واکنش به صورت Mealy و Moore در برنامه‌ریزی مبتنی بر اتوماتا
- StateCharts



- MoC در StateCharts، توصیف سلسله مراتبی در StateCharts، Or-Super-State و AND-Super-State، طراحی پیمانه‌ای در StateCharts، مثال از توصیف یک سیستم نهفته با StateCharts سیستم منشی تلفنی، Timer ها در StateCharts، اهمیت Timer ها در توصیف بی‌درنگی، توصیف رخداد، شرط و واکنش در StateCharts، مراحل شبیه‌سازی (اجرا) کد StateCharts
- بی‌درنگی، انرژی مصرفی و قابلیت اطمینان در سیستم‌های نهفته
- روش‌های سطح سیستم کاهش انرژی مصرفی در سیستم‌های نهفته، روش‌های افزودنی زمانی بهبود قابلیت اطمینان در سیستم‌های نهفته، اهمیت بی‌درنگی در سیستم‌های نهفته، مروری بر مصالحه میان بی‌درنگی، انرژی مصرفی و قابلیت اطمینان در سیستم‌های نهفته
- معرفی اینترنت اشیا و نقش تعیین‌کننده‌ی سامانه‌های نهفته در شکل‌گیری آن
- بررسی تعاریف ارائه‌شده برای اینترنت اشیا، تفاوت اینترنت اشیا با سامانه‌های سایبرفیزیکی و شبکه‌های حسگر بی‌سیم، بررسی تاریخچه و خواستگاه اینترنت اشیا، کاربردها در دنیای نوین، معماری‌های اینترنت اشیا و تبیین جایگاه هر کدام از لایه‌ها با تأکید بر لایه‌ی شبکه، نقش و اهمیت ارتباطات در سامانه‌های اینترنت اشیا، معرفی ارتباطات D2D و چالش‌های پیرامون آن، اهمیت استفاده مناسب از پهنای باند در اینترنت اشیا، معرفی NB-IoT، معرفی Flashlinq، معرفی و بررسی جایگاه نسل پنجم ارتباطات 5G در ارتباطات اینترنت اشیا، بررسی چالش‌های اینترنت اشیا، چالش انرژی و توان مصرفی در گره‌های موجود در زیرساخت، اشاره به مباحث مطرح در امنیت و حریم خصوصی در اینترنت اشیا، روش‌های ارزیابی انرژی مصرفی در کاربردهای اینترنت اشیا
- چند پردازنده نهفته: روش‌های طراحی چند پردازنده‌ها، معماری‌های چند پردازنده‌ها، روش‌های طراحی چند پردازنده‌ها با مصرف توان پایین، مدل‌های زمان بندی پند پردازنده‌ها
- سیستم‌های عامل نهفته «سیستم‌های عامل بلادرنگ، الگوریتم‌های تعیین کننده زمان بندی، زمان بندی‌های استاتیک و دینامیکی DVFS، مدیریت حافظه، مدل حافظه
- مدل سازی سیستم‌های نهفته: مدل ماشین حالت، معادلات دیفرانسیل، معادلات ترکیبی، مدل عملگر، مدل جریان داده
- الگوریتم‌های طراحی و بهینه سازی: زمانبندی، تخمین حافظه و توان مصرفی، روشهای حل مسئله با ILPT، الگوریتم ژنتیک، Simulated Annealing
- امنیت و قابلیت اطمینان در پردازنده‌های نهفته: مسئله ای ایمنی و قابلیت اطمینان، پشتیبانی وابسته به معماری برای قابلیت اطمینان و ایمنی در پردازنده‌های نهفته

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش تدریس این درس ترکیبی از سخنرانیهای تئوری، حل تمرینها، شبیه‌سازیهای عملی و پروژه‌های کلاسی خواهد بود. ابتدا مفاهیم پایه سیستم‌های نهفته به طور تئوری توضیح داده میشود، سپس دانشجویان از نرم افزارهای شبیه به پیاده سازی خواهند پرداخت. پروژه‌های عملی برای تسلط بیشتر بر مفاهیم ارائه میشوند.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین در طول نیم سال	۱۰ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.



چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Peter Marwedel , Embedded System Design, Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems, springer, 2010.
2. E. A. Lee and S. A. Seshia, Introduction to Embedded Systems. A Cyber-Physical Systems Approach, 2nd edition, MIT Press, 2017.
3. T. H. Cormen, C. E. Leiscrson, and R. E. Rivest, Introduction to Algorithms, 3rd edition, The MIT Press, 2009.
4. P. Lenne and R. Leupers, Customizable Embedded Processors, Morgan Kaufmann, 2006.
5. J. A. Fisher. P. Faraboschi, and C. Young, Embedded computing: A VLIWApproach to an Architecture, Compilers and Tools, Morgan Kaufmann,2004.
6. J. Henkel and S. Parameswar an, Designing Embedded Processors: A Low-Power Perspective, Springer, 2007.
7. W. Wolf, High-Performance Embedded Computing, 2nd edition,. Morgan Kaufmann Publishers. 2014.
8. Peter Marwedel. Embedded System Design. 1st Edition, Springer, 2006.
9. Adrian McEwen and Hakim Cassimally. Designing the Internet of Things. 1st Edition, Wiley, 2013.
10. Online documents on Raspberry Pi and Arduino.
11. Jörg Henkel, Nikil Dutt , Dependable Embedded Systems, Springer International Publishing,2020.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: میکرونانو رباتیک			
عنوان درس به انگلیسی: Micro Nano-Robotics		نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
	۴۸	رساله ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش ☒	
		موسسه نیست ☐ موسسه است ☒	

ب) اهداف کلی:

آشنایی با اصول و مبانی سیستم‌های رباتیک در اندازه‌های میکرو و نانو، کاربرد حسگرها و محرک‌های میکرونانو در سیستم‌های رباتیک.

اهداف ویژه:

آشنایی با اجزای ربات‌های میکرو و نانو

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه، مروری بر سیستم‌های رباتیک میکرو و نانو، اثر اندازه بر پارامترهای الکتریکی، مثالهایی از سیستم رباتیک میکرو و نانو
- حسگرهای میکرو و نانو، روش‌های تصویر برداری میکرو و نانو: SEM, TEM, SPM, STM, AFM، حسگرهای موقعیت، حسگرهای فشار و نیرو، شتاب سنج‌ها، حسگرهای شیمیایی، حسگرهای شارش و غیره.
- محرک‌های میکرو و نانو، محرک‌های پیزوالکتریک، پیزو لوله‌ای، نوع لایه نازک، امواج صوتی سطحی و غیره. محرک‌های پلیمری، محرک‌های نانو لوله کربنی، موتورهای مولکولی زیستی.
- منابع انرژی: باتری‌های فیلم نازک لیتیومی، سلولهای خورشیدی، سلولهای سوخت میکرو، انرژی مغناطیسی، انرژی مولکولی و غیره.
- جابجا کننده‌های میکرو و نانو، پروبهای SPM، انبرک نوری.
- روش‌های طراحی میکرو نانو ربات
- روشهای ساخت میکرو و نانو ربات: روشهای پائین به بالا، روش‌های بالایی: انواع روشهای لیتوگرافی میکرو و نانو، طراحی ماسک، لیتو گرافی نوری، نانو لیتو گرافی. سامانه‌ها و روشهای لایه نشانی فیلم نازک. لایه نشانی اپیتکسی، خواص لایه‌های نازک: مکانیکی، حرارتی، الکتریکی، مغناطیسی، مشخصه یابی لایه‌های نازک. تکنیک زدایش مرطوب، تکنیک برداشتن لایه، سامانه‌ها و تکنیک‌های زدایش خشک. روشهای اکسیداسیون: خشک و مرطوب، آلائش لایه‌ها: نفوذ، کاشت یون. میکرو ماشین کاری: میکرو ماشین کاری سطحی. میکرو ماشین کاری حجمی. میکرو ماشین کاری بر پایه غیر سیلیکن، میکرو ماشین کاری نظیر لیگا و میکرو ماشین کاری لیزری.
- روش‌های کنترل میکرو نانو ربات

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش تدریس این درس ترکیبی از سخنرانیهای تئوری، حل تمرینها، شبیه‌سازیهای عملی و پروژه‌های کلاسی خواهد بود. ابتدا مفاهیم پایه میکرو و نانو به طور تئوری توضیح داده میشود، سپس دانشجویان از نرم افزارهای شبیه‌سازی برای پیاده سازی مورد استفاده قرار خواهند داد. پروژه‌های عملی برای تسلط بیشتر بر مفاهیم ارائه میشوند.



ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین در طول نیم سال	۱۰ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

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

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس های درسی نیاز می باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Guo, Yi, Micro/Nano Robotics for Biomedical applications, Springer, 2011.
2. Yves Bellouard , Microrobotics: Methods and Applications, CRC Press 2010.
3. Chaillet , Microrobotics for Micromanipulation, , Wiley, 2010.
4. Vijay K. Varadan, K. J. Vinoy, S. Gopalakrishnan, Smart Material Systems and MEMS: Design and Development Methodologies, Wiley, 2006.
5. Mark J. Jackson, Microfabrication and Nanomanufacturing, CRC Press, 2006.
6. Ahmed Busnaina , Nanomanufacturing handbook, , CRC Press, 2007.
7. Andrew N. Cleland, Fundamentals of Nanomechanics, Springer, 2003.
8. Sergey Edward Lyshevski , MEMS and NEMS, systems, devices and structures, , CRC Press, 2003.
9. Fengtong Ji, Katherine Villa, Tianlong Li, Yue Dong, Micro/Nanorobots in Nanobiotechnology, Frontiers Media SA, 2024.
10. Constantinos Mavroidis, Antoine Ferreira, Nanorobotics: Current Approaches and Techniques, Springer New York, 2013.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: ریاضیات مهندسی پیشرفته ۲			
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Engineering Mathematics 2	
دروس پیش نیاز:	ریاضیات مهندسی پیشرفته ۱	نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
تعداد واحد:	۳	تخصصی الزامی ☐ تخصصی اختیاری ☒	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با مأموریت/آمایش مؤسسه است ☒	مرتبط با آمایش/مأموریت مؤسسه نیست ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با ابزارهای پیشرفته حل معادلات دیفرانسیل معمولی غیرخطی و معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی خطی و غیرخطی.
- آشنایی با حل معادلات انتگرالی و آنالیز تابعی

اهداف ویژه:

- توانمند شدن دانشجویان در زمینه حل معادلات دیفرانسیل غیرخطی به کمک روش های اغتشاشی
- توانمند شدن دانشجویان در زمینه به دست آوردن تقارن های معادلات دیفرانسیل جزئی و معمولی و آرایه حل های دارای تقارن
- توانمند شدن دانشجویان در زمینه حل برخی از انواع معادلات انتگرالی

پ) سرفصل ها:

- بخش اول: آشنایی با روش های اغتشاشی برای حل معادلات دیفرانسیل
- غتشاش در پارامتر، اغتشاش در مختصات، نمای مرتبه بزرگی و تابع پیمانه، بسط های مجانبی و دنباله ها، همگرایی در سری های مجانبی
- بسط های سراسر (Straightforward) و منبع نایکنواختی، مثال هایی از معادلات دیفرانسیل معمولی و مشتق جزئی و غیر خطی و مشکلات بسط سراسر
- روش لیندشتاد-پوانکاره (Lindstedt-Poincare)، مثال هایی از معادلات دیفرانسیل معمولی و مشتق جزئی و غیر خطی
- روش بسط های مجانبی ترکیبی و به هم متصل شده برای حل مسائل با اغتشاشات تکین
- روش وردش پارامتر و متوسط گیری، روش KBM، مثال هایی از معادلات دیفرانسیل معمولی و مشتق جزئی و غیر خطی
- روش چند مقیاسی (Multiple Scales)، مثال هایی از معادلات دیفرانسیل معمولی و مشتق جزئی و غیر خطی
- روش های مبتنی بر هموتوپ (Homotopy)، اغتشاشات مبتنی بر هموتوپ و آنالیز هموتوپ، مثال هایی از معادلات دیفرانسیل معمولی و مشتق جزئی و غیر خطی
- بخش دوم: آشنایی با گروه های لی و کاربرد آنها در حل معادلات دیفرانسیل
- مفهوم خمینه، تغییر مختصات، نگاشت های بین خمینه ها، شرایط بیشینه رتبه، زیر خمینه ها، خمینه های عالی، خمینه های ضمنی، خم ها و همبندی
- گروه های لی، زیر گروه های لی، گروه های لی محلی، گروه های تبدیلات محلی
- میدان های برداری، جریان های حل، عمل روی توابع، دیفرانسیل ها، براکت لی، فضای مماس و میدان های برداری روی زیر خمینه ها، فضیه فروبنیوس



- جبر لی، زیر گروه های تک پارامتری، زیر جبرها، نگاشت های نمایی، جبرهای لی از گروه های لی محلی
- تقارن های معادلات جبری، زیر مجموعه های ناوردا، توابع ناوردا، ناوردایی بینهایت کوچک، ناوردایی محلی، ناورداها و وابستگی فانکشنال، روش های ساخت ناورداها
- گروه ها و معادلات دیفرانسیل، سیستمی از معادلات دیفرانسیل، امتداد (Prolongation) عمل های گروه، ناورداهای معادلات دیفرانسیل، امتداد میدان های برداری، فرمول امتداد، مشتق کامل، فرمول کلی امتداد، ویژگی های میدان های برداری امتداد یافته، خواص تقارن
- محاسبه گروه های تقارنی معادلات دیفرانسیل
- حل های گروه-ناوردا (حل های تقارنی)، مثال هایی از حل های تقارنی
- بخش سوم: آشنایی با معادلات انتگرالی
- معادله انتگرالی فرد هولم (Fredholm) نوع ۱ و ۲، معادله انتگرالی ولترا (Volterra) نوع ۱ و ۲، آشنایی با روش های حل دقیق، تقریبی و مبتنی بر روش های بازگشتی و اغتشاش
- بخش چهارم: آشنایی با آنالیز تابعی
- فضای باناخ، سری ها در فضای باناخ، نرم فضای خارج قسمتی، فضای متناهی بعد و فشردگی گوی یک بسته، تبدیلات خطی کراندار، تابعک های خطی و دوگان فضای برداری نرم دار، فضای هیلبرت شامل ضرب داخلی، قانون متوازی الضالع، وجود عضو با کمترین نرم در مجموعه های محدب بسته، قضیه تصویر، قضیه نمایش ریس، پایه یکامتعامل، نابرابری بسل، اتحاد پارسوال، سری فوریه، قضیه هان-باناخ و نتایج آن

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

در این درس، ترکیب روشهای تدریس تئوری، و استفاده از نرم افزارهای ریاضی جهت حل مسائل استفاده میشود. ابتدا مفاهیم اصلی از طریق سخنرانیها و خواندن منابع درسی تدریس میشود. سپس دانشجویان با استفاده از نرم افزارهای ریاضی MATHEMATICA, MATLAB یا MAPLE در حل مسایل ریاضی مطرح در درس آشنا می شوند.

ث) روش ارزشیابی (پیشهادی):

تمرین در طول نیم سال	۲۵ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم سال	۲۵ درصد
آزمون پایانی	۲۵ درصد

سایر موارد در صورت نیاز قید- شود.

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس های درسی نیاز می باشد.



چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Pinkall, U., & Gross, O. (2024). Differential Geometry: From Elastic Curves to Willmore Surfaces. Springer.
2. Banerjee, S., & Mandal, B. N. (2023). Integral Equations and Integral Transforms. Springer.
3. Botelho, G., Pellegrino, D., & Teixeira, E. (2025). Introduction to Functional Analysis. Springer.
4. Nayfeh, A. H. (1993). Introduction to Perturbation Techniques. Wiley NY.
5. Nayfeh, A. H. (2004). Perturbation Methods. Wiley VCH.
6. Liao, S. (2003). Beyond Perturbation: Introduction to the Homotopy Analysis Method (Modern Mechanics and Mathematics). Chapman and Hall/CRC.
7. Olver, P. J. (1987). Applications of Lie Groups to Differential Equations. Springer-Verlag, New York.
8. Hackbusch, W. (1995). Integral Equations: Theory and Numerical Treatment. Springer-Verlag.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارایه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل چند متغیره				
نوع درس و واحد		Multivariable Control System Analysis and Design		عنوان درس به انگلیسی:
☐ پایه ☒ نظری		-		دروس پیش نیاز:
☐ عملی ☐ تخصصی الزامی		-		دروس هم نیاز:
☐ نظری-عملی ☒ تخصصی اختیاری		نظری	۳	تعداد واحد:
☐ رساله			۴۸	تعداد ساعت:
☐ مهارتی-اشتغال پذیری				
مرتبط با مأموریت/آمایش		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
☒ موسسه است		☐ موسسه نیست		

ب) اهداف کلی:

هدف کلی این درس آشنایی دانشجویان با مفاهیم سیستم‌های چندمتغیره و مثالهای عملی آنها آشنا می‌شوند. روش‌ها و الگوریتم‌های مختلف تحلیل پایداری، ویژگی‌های پاسخ، کنترل پذیری، رویت پذیری و تحقق این سیستم‌ها بررسی و سیستم‌های کنترل چندمتغیره طراحی و استفاده می‌گردند

اهداف ویژه:

آشنایی با اصول کنترل چند متغیره و خواصهای مختلف آن

پ) سرفصل‌ها:

- آشنایی با سیستم‌های چندمتغیره و نحوه نمایش آنها، و مثالهای عملی
- قطبها و انواع صفرها در سیستم‌های چند متغیره
- کنترل پذیری و رویت پذیری سیستم‌های چندمتغیره
- روشهای تحقق در فضای حالت و دکوپله سازی
- کاهش مرتبه
- تحلیل پایداری با عیارهای مختلف
- تحلیل پایداری سیستم‌های چندمتغره با نامعینی و تحلیل پایداری مقاوم
- مفهوم RGA و اصول کنترل غیرمترکز
- طراحی کنترل کننده PI چندمتغیره و کنترل کننده با بهره بالا
- طراحی کنترل کننده‌های مقاوم
- طراحی کنترل کننده‌های LQG و LQR چندمتغیره
- طراحی رویتگر و کنترل کننده چندمتغیره مد لغزشی و مثالهایی از طراحی با استفاده از مفهوم لیاپاوف
- شبیه سازی سیستم‌های چند متغیره



(ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش تدریس این درس ترکیبی از سخنرانیهای تئوری، حل تمرینها، شبیه‌سازیهای عملی و پروژههای کلاسی خواهد بود. ابتدا مفاهیم پایه کنترل چند متغیره به طور تئوری توضیح داده میشود، سپس دانشجویان از نرم افزارهای شبیه‌سازی مانند MATLAB و Simulink برای پیاده سازی استفاده خواهند کرد. پروژه‌های عملی برای تسلط بیشتر بر مفاهیم ارائه میشوند.

(ث) روش ارزشیابی (پیشهادی):

تمرین در طول نیم سال	۱۰ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

(چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱. علی خاکی صدیق، تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل چندمتغیره، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی، ۱۳۹۰.
2. J. M. Maciejowski, Multivariable Feedback Control, Addison-Wesley, 1989.
3. Sandip K. Lahiri, Multivariable Predictive Control: Applications in Industry, Wiley, 1 edition, 2017.
4. S. Skogestad, I. Postlethwaite, Multivariable Feedback Control, Analysis and Design, John Wiley and Sons, 2005.
5. Skogestad, S., Multivariable Feedback Control: Analysis and Design, Wiley, 2 edition, 2014.
6. P. K. Sinha, Multivariable Control: An Introduction, Marcel Dekker, 1984.
7. Shankar P. Bhattacharyya, Lee H. Keel, Linear Multivariable Control Systems, Cambridge University Press, 2022.

(ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

(خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می‌باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: شناسایی الگو			
نوع درس و واحد		Pattern Recognition	
پایه ☐ نظری ☒		عنوان درس به انگلیسی: دروس پیش نیاز: -	
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		دروس هم نیاز: -	
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		نظری	تعداد واحد: ۳
رساله ☐			تعداد ساعت: ۴۸
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			
مرتبط با آموزش/مأموریت ☒ موسسه است ☒		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	
مرتبط با آموزش/مأموریت ☐ موسسه نیست ☐			

ب) اهداف کلی:

- استخراج اطلاعات به وسیله ماشین و الگوریتم‌های رایانه‌ای به صورت خودکار
- شناسایی، آشکارسازی، دسته‌بندی و یا خوشه‌بندی الگوها
- آشنایی با رفتار آماری داده در طراحی یک سیستم شناسایی الگو
- تخمین تابع چگالی احتمال به روش‌های مختلف پارامتریک و غیرپارامتریک

اهداف ویژه:

- تسلط بر مفاهیم و اصول شناسایی الگو
- آشنایی با بردارهای ویژگی تصادفی و تخمین پارامترها
- آزمون فرضیه
- روش‌های پارامتریک و غیرپارامتریک تخمین تابع چگالی
- روش‌های متنوع طبقه‌بندی، ادغام داده و ترکیب طبقه‌بندها
- انتخاب ویژگی، استخراج ویژگی
- ارزیابی کارایی، رگرسیون و خوشه‌بندی

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی شناسایی الگو و اهمیت آن
- بردارهای تصادفی و توزیعها و تبدیلهای
- آزمون فرض
- تخمین تابع چگالی احتمال
- طبقه بندی
- رگرسیون
- طبقه بندی دسته جمعی و ادغام داده‌ها
- ارزیابی کارایی و انتخاب مدل



- انتخاب ویژگی
- استخراج ویژگی
- خوشه بندی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش تدریس این درس ترکیبی از سخنرانیهای تئوری، حل تمرینها، شبیه سازیهای عملی و پروژههای کلاسی خواهد بود. ابتدا مفاهیم پایه آمار و الگو به طور تئوری توضیح داده میشود، سپس دانشجویان از نرم افزارهای شبیه سازی مانند MATLAB و Simulink و برنامه نویسی پایتون برای پیاده سازی مورد استفاده خواهند کرد. پروژههای عملی برای تسلط بیشتر بر مفاهیم ارائه میشوند.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین در طول نیم سال	۱۰ درصد
پروژه ی جامع کامپیوتری	۲۵ درصد
آزمون نیم سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

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

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس های درسی نیاز می باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Geoff Dougherty, Pattern Recognition and Classification: An Introduction, springer, 2012.
2. Sergios Theodoridis, Konstantinos Koutroumbas, Pattern Recognition, academic press, 2003.
3. Rudolf Frühwirth, Are Strandlie, Pattern Recognition, Tracking and Vertex Reconstruction in Particle Detectors, springer, 2021.
4. Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, springer, 2006.
5. Jürgen Beyerer, Raphael Hagmanns, Daniel Stadler, Pattern Recognition Introduction, Features, Classifiers and Principles, De Gruyter, 2024.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه ی خاصی نیاز نیست.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه درس به صورت تمام الکترونیکی و نیز ترکیبی مقدور می باشد.



الف) عنوان درس به فارسی: شبکه‌های عصبی مصنوعی		
عنوان درس به انگلیسی:	Artificial Neural Networks	نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
مرتبط با آمایش/مأموریت ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش ☒		
موسسه نیست ☐ موسسه است ☒		

ب) هدف کلی:

- این دوره به بررسی جامع شبکه‌های عصبی می‌پردازد و تاریخچه و مبانی زیستی، اصول پایه، تکنیک‌های پیشرفته و کاربردهای آن را پوشش می‌دهد.
- معرفی مفاهیم بنیادی زیستی و محاسباتی شبکه‌های عصبی مصنوعی، مدل‌ها و معماری‌ها و روش‌های آموزش شبکه‌های عصبی مصنوعی.
- آموزش طراحی، پیاده‌سازی و سفارشی‌سازی شبکه‌های عصبی مصنوعی و بکارگیری در دادگان و کاربردهای مختلف، از جمله پردازش تصویر، تحلیل متن و بازشناسی الگو.

اهداف ویژه:

- آشنایی با مدل‌ها و معماری‌های نوین شبکه‌های عصبی پایه و عمیق در پردازش دادگان و کاربردهای مختلف تصویر، سیگنال و متن و نحوه سفارشی‌سازی شبکه با شرایط مساله و ساختار دادگان.
- آشنایی و تسلط بر یادگیری روش‌های بهینه‌سازی و الگوریتم‌های آموزش شبکه‌های عصبی، مانند الگوریتم پس‌انتشار خطا، منظم-سازی و جلوگیری از بیش‌برازش و توسعه مهارت عملی استفاده از پیاده‌سازی‌ها و کتابخانه‌های کدباز.

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر شبکه‌های عصبی، شامل تاریخچه و الهامات زیستی و مروری بر کاربردها.
- مبانی ریاضی یادگیری، شامل مرور مبانی جبرخطی عددی، رگرسیون و طبقه‌بندی خطی و غیرخطی، الگوریتم گرادینان نزولی و پس‌انتشار خطا، توابع زیان و تکنیک‌های بهینه‌سازی.
- شبکه‌های پرسپترون‌های چندلایه، شامل معماری و قوانین یادگیری، محدودیت‌های یادگیری.
- شبکه‌های شعاع-پایه، شامل معماری و روش‌های آموزش توابع شعاع-پایه و مقایسه با شبکه‌های پرسپترون (نقاط قوت و ضعف).
- شبکه‌های نقشه‌های خودسازمانده، شامل سازماندهی شبکه و معماری خاص آن‌ها برای خوشه‌بندی داده‌ها، یادگیری رقابتی کوهونن، مشکلات و روش‌های بهبود آن‌ها.
- شبکه‌های بازگشتی، برای پردازش داده‌های ترتیبی، شبکه‌های LSTM و GRU و کاربردها در تحلیل سری‌های زمانی، تشخیص گفتار و مدل‌سازی زبان.
- شبکه خودکدگذار، شامل معماری و کاربرد در فشرده‌سازی و مصورسازی داده و نقش آن‌ها در مدل‌های مولد.
- آموزش شبکه‌های عصبی، استراتژی‌های مقداردهی اولیه و وزن‌ها، توابع فعال‌سازی، یادگیری پس‌انتشار خطا، تکنیک‌های منظم‌سازی.
- شبکه‌های عصبی کانولوشنی، تاریخچه و الهامات زیستی، اجزای آن (عملگر کانولوشن و ...)، معماری‌های پایه و کاربرد در پردازش تصویر و بینایی ماشین.



- ترکیب شبکه‌های عصبی، شامل ترکیب تقویتی همگرا، اختلاط خبره‌ها و یادگیری همبستگی منفی.
- کاربرد شبکه‌های عصبی در مسائل مکاترونیک.

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس نظری: ارائه مباحث نظری با استفاده از اسلایدها و توضیحات مفهومی برای درک شهودی مفاهیم ریاضیاتی و بهینه‌سازی

تدریس عملی: برگزاری جلسات عملی برای پیاده‌سازی معماری شبکه‌های عصبی با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون

آموزش مسئله‌محور: بررسی مسائل واقعی در حوزه‌های مختلف (مانند مکاترونیک) برای تشویق دانشجویان به تحلیل و ارائه راه‌حل.

ارائه مقالات پژوهشی در کاربرد شبکه‌های عصبی در مکاترونیک: تحلیل و ارائه مقالات پژوهشی مرتبط در خصوص جدیدترین کاربردها و پیشرفت‌های حوزه شبکه‌های عصبی در مکاترونیک

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایانی	۴۵ درصد

سایر موارد در صورت نیاز قید- شود.

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Haykin, S. (1994), Neural Networks: A Comprehensive Foundation. Prentice Hall.
2. Fausett, L. (1994). Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications. Prentice Hall.
3. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.
4. Aggarwal, C. C. (2018). Neural Networks and Deep Learning: A Textbook. Springer.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان برگزاری الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: محاسبات نرم			
عنوان درس به انگلیسی:		Soft Computing	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت	مرتبط با مأموریت/آمایش
		موسسه نیست ☐	موسسه است ☒

ب) هدف کلی:

- محاسبات نرم مجموعه‌ای از مدل‌های محاسباتی و تکنیک‌های پردازشی همگرا و مبتنی بر تکرار است که عمدتاً در مدل‌سازی، تحلیل و بهینه‌سازی سیستم‌های پیچیده‌ای که با عدم قطعیت روبرو هستند بکار می‌رود.
- معرفی مبانی نظری و تکنیک‌های عملی پردازش همگرا و بهینه‌سازی مبتنی بر تکرار
- ایجاد مهارت‌های لازم برای بکارگیری محاسبات نرم در بهینه‌سازی سیستم‌های پیچیده در محیط‌های مبهم و پویا

اهداف ویژه:

- معرفی مفاهیم اساسی و رده‌بندی محاسبات نرم، شامل بهینه‌سازی دسته‌جمعی، بهینه‌سازی مبتنی بر گرادینان، استدلال تقریبی و یادگیری تقویتی
- معرفی مفهوم و پیاده‌سازی رده‌بندی‌های مختلف بهینه‌سازی دسته‌جمعی، شامل الگوریتم‌های تکاملی و بهینه‌سازی ملهم از طبیعت و رفتار کلونی جانداران
- معرفی مفهوم اصول یادگیری در مغز و الهام از آن، پیاده‌سازی الگوریتم‌های شبکه‌های عصبی، مبانی یادگیری عمیق و یادگیری تقویتی و بکارگیری آن‌ها در محیط‌هایی مبهم، پویا و تعاملی
- معرفی مفهوم منطق فازی، شامل مجموعه، روابط، عملیات فازی و استدلال تقریبی، سیستم‌های استنتاج فازی ممدانی و سوگنو

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر محاسبات نرم، محاسبات و استدلال دقیق در مقابل محاسبات نرم، اهمیت و کاربردها.
- اصول منطق و کنترل فازی، مجموعه‌های فازی، عملیات و روابط فازی، سیستم‌های استنتاج فازی: مدل‌های ممدانی و سوگنو.
- اصول شبکه‌های عصبی مصنوعی، مبانی زیستی، الهام از مغز و تاریخچه، پرسپترون‌های چندلایه، الگوریتم پس‌انتشار خطا و معرفی یادگیری عمیق.
- اصول یادگیری تقویتی و منشا بیولوژیک، تاریخچه، مبانی و اجزای یادگیری (عامل‌ها، محیط، پاداش و بهینه‌سازی سیاست)، کاربردها در رباتیک و سیستم‌های تطبیقی.
- اصول استراتژی‌های تکاملی، الگوریتم‌های ژنتیک (بهینه‌سازی گسسته)، الگوریتم‌های تکاملی تفاضلی (بهینه‌سازی پیوسته)
- اصول مبتنی بر هوش جمعی، تاریخچه الهام از طبیعت و رفتار جمعی جانوران، بهینه‌سازی کلونی مورچه یا زنبور و جستجوی هارمونیک ...
- اصول یادگیری جمعی، ترکیب سیستم‌های هوشمند منفرد بر مبنای روش‌های تقویتی، اختلاط خبره‌ها و ...
- اصول یادگیری هیبریدی، ترکیب روش‌های یادگیری مختلف شبکه‌های عصبی، منطق فازی و الگوریتم‌های تکاملی (شبکه عصبی-فازی)



- بکارگیری محاسبات نرم در یادگیری ماشین نوین، شامل یادگیری تقویتی عمیق، ...
- کاربردهای محاسبات نرم در مکترونیک

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس نظری: ارائه مباحث نظری با استفاده از اسلایدها و توضیحات مفهومی و مثال‌های عملی برای درک مبانی محاسبات نرم. نمایش ویدئوهای رفتار جمعی موجودات زنده برای حل مسائل بهینه‌سازی تنازع بقا و جمع‌آوری منابع زیستی. تدریس عملی: برگزاری جلسات عملی برای پیاده‌سازی الگوریتم‌های محاسبات نرم با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون آموزش مسئله‌محور: بررسی مسائل واقعی در حوزه‌های مختلف (مسائل مکترونیک) برای تشویق دانشجویان به تحلیل و ارائه راه‌حل. ارائه مقالات پژوهشی در کاربرد محاسبات نرم در مکترونیک: تحلیل و ارائه مقالات پژوهشی مرتبط در خصوص جدیدترین کاربردها و پیشرفت‌های محاسبات نرم در مکترونیک

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایانی	۴۵ درصد
سایر موارد در صورت نیاز قید-شود.	

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Klir, G. J., & Yuan, B. (1995). Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications. Prentice Hall.
2. J.-S. R. Jang, C.-T. Sun, and E. Mizutani (1997), Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence, Prentice Hall.
3. De Jong, K. A. (2006). Evolutionary Computation: A Unified Approach. MIT Press.
4. Yang, X.-S. (2013). Metaheuristics and Nature-Inspired Computing. Elsevier.
5. Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement Learning: An Introduction (2nd ed.)

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان برگزاری الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: یادگیری ماشین			
نوع درس و واحد		Machine Learning	
نظری	پایه	-	دروس پیش نیاز:
عملی	تخصصی الزامی	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی	تخصصی اختیاری	نظری	تعداد واحد:
رساله			تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری		۴۸	
مرتبط با مأموریت/آمایش	مرتبط با مأموریت	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	
موسسه است	موسسه نیست		

ب) هدف کلی:

- این دوره با هدف آموزش پایه‌های نظری و مهارت‌های عملی به دانشجویان، آن‌ها را برای طراحی، توسعه و استفاده از مدل‌های یادگیری ماشین آماده می‌کند.
- ارائه مفاهیم بنیادی و روش‌های یادگیری ماشین برای تحلیل داده‌ها و مدل‌سازی مسائل دنیای واقعی در چارچوب بهینه‌سازی و قالب‌هایی مانند پیش‌بینی، طبقه‌بندی و کنترل.
- توانمندسازی مهارت‌های عملی در طراحی، پیاده‌سازی و ارزیابی مدل‌های یادگیری ماشین برای کاربردهای مختلف با دادگان سری‌های زمانی، جداول، تصویر، متن و ..

اهداف ویژه:

- تسلط بر مبانی نظری و ریاضیاتی یادگیری ماشین در الگوهای مختلف یادگیری نظارتی، غیرنظارتی شده و یادگیری تقویتی و تعاملی.
- تسلط بر مدل‌سازی مسائل دنیای واقعی در قالب چهارچوب بهینه‌سازی برای پیش‌بینی، طبقه‌بندی، خوشه‌بندی و کنترل.
- تسلط بر فرایند پردازش دادگان و بازشناسی الگو از جمله پیش‌پردازش داده‌ها، کاهش ابعاد، استخراج و انتخاب ویژگی، انتخاب مدل، بهینه‌سازی هدف و جلوگیری از بیش‌برازش.
- تسلط بر ارزیابی فرایند مراحل مختلف پردازش داده و بازشناسی الگو و معیارهای بررسی در شرایط، دادگان و چالش‌های مختلف

پ) سرفصل‌ها:

- مبانی نظری و ریاضی یادگیری ماشین، شامل مقدمه‌ای بر یادگیری ماشین، تعریف و انواع آن (نظارتی، غیرنظارتی و یادگیری تقویتی) و مفاهیم پایه رگرسیون و پیش‌بینی مانند توابع زیان، بهینه‌سازی، توازن بین بایاس-واریانس.
- یادگیری نظارتی و متدهای پایه شامل الگوریتم‌های رگرسیون (رگرسیون خطی و غیرخطی) برای مسائل پیش‌بینی و رگرسیون لجستیک، و درخت تصمیم و طبقه‌بند نزدیک‌ترین همسایه و ماشین بردار پشتیبان برای طبقه‌بندی.



- بهینه‌سازی پارامترهای ساختاری (برپارامترها) و عملکردی روش‌ها برای بهینه‌سازی توازن بایاس-واریانس برای افزایش تعمیم‌پذیری.
- روش‌های ارزیابی ضربدری و معیارهای ارزیابی عملکرد مدل‌ها، مانند دقت، حساسیت و اختصاصیت، F1-Score و AUC-ROC.
- فرایند و مراحل پردازش داده و بازشناسی الگو، شامل پیش‌پردازش، تمیز کردن داده و جبران ویژگی‌های گم‌شده، استخراج و انتخاب ویژگی‌های مرتبط با هدف.
- یادگیری غیرنظارت‌شده، خوشه‌بندی و الگوریتم‌های K-Means، خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی و خوشه‌بندی با تخمین توزیع احتمال.
- کاهش ابعاد، فشرده‌سازی داده و مصورسازی با استفاده از PCA، t-SNE و کاربردهای آن در بازشناسی الگو و طراحی مدل.
- مبانی یادگیری تقویتی و تعاملی، یادگیری در محیط دینامیک و فرآیند تصمیم‌مارکوف، کاربرد آن در کنترل ربات و مسائل بهینه‌سازی پیچیده.
- آشنایی با یادگیری جمعی و روش‌های ترکیبی، شامل روش جنگل تصادفی، روش تقویتی همگرا، اختلاط خبره‌ها و تقویت گرادیانی.
- آشنایی با مبانی پردازش زبان طبیعی و کار با داده متنی و سیستم‌های توصیه‌گر.
- ارتقای مهارت‌های عملی در استفاده از کتابخانه‌های کدباز زبان برنامه‌نویس پایتون مانند Scikit-Learn، TensorFlow.
- بررسی ملاحظات اخلاقی شامل عدم تبعیض، حریم خصوصی، و استفاده مسئولانه از هوش مصنوعی و یادگیری ماشین.

(ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تدریس نظری: ارائه مباحث نظری با استفاده از اسلایدها و توضیحات مفهومی برای درک شهودی مفاهیم ریاضیاتی و بهینه‌سازی
- تدریس عملی: برگزاری جلسات عملی برای پیاده‌سازی متدهای مختلف با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون
- آموزش مسئله‌محور: بررسی مسائل واقعی در حوزه‌های مختلف (مانند مکترونیک) برای تشویق دانشجویان به تحلیل و ارائه راه‌حل.
- ارائه مقالات پژوهشی در کاربرد یادگیری ماشین در مکترونیک: تحلیل و ارائه مقالات پژوهشی مرتبط در خصوص جدیدترین کاربردها و پیشرفت‌های یادگیری ماشین در مکترونیک

(ث) روش ارزشیابی (پیشهادی):

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

سایر موارد در صورت نیاز قید-شود.

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

(چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Murphy, K. P. (2022). Probabilistic Machine Learning: An Introduction. MIT Press.
2. Bishop, C. M. (2006). Pattern Recognition and Machine Learning. Springer.
3. Theodoridis, S., & Koutroumbas, K. (2009). Pattern Recognition (4th ed.). Academic Press.
4. Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement Learning: An Introduction (2nd ed.). MIT Press. Deep Learning
5. Zhou, Z.-H. (2012). Ensemble Methods: Foundations and Algorithms. CRC Press.

(ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

(خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: یادگیری عمیق			
عنوان درس به انگلیسی:		نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		شبکه‌های عصبی مصنوعی	
دروس هم‌نیاز:		-	
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ■
	۴۸		تخصصی الزامی □
تعداد ساعت:		رساله □	
		مهارتی-اشتغال پذیری □	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با مأموریت/آمایش	مرتبط با مأموریت/آمایش
		موسسه است ■	موسسه نیست □

ب) هدف کلی:

- این درس به بررسی جامع یادگیری عمیق می‌پردازد و شامل مبانی نظری، الگوریتم‌ها، معماری‌ها و کاربردهای عملی آن است.
- ارائه مفاهیم بنیادی شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق، اجزا، ساختار و معماری‌های اصلی شبکه‌های عمیق و بهینه‌سازی آن.
- تقویت مهارت‌های طراحی، آموزش و بهینه‌سازی مدل‌های یادگیری عمیق برای تحلیل مسائل مختلف و دادگان تصویر، صوت، ویدئو و...

اهداف ویژه:

- آشنایی و تسلط بر مبانی شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق، شامل اجزا، ساختار، پردازش پیش‌خور و بازگشتی و معماری‌های مختلف در مسائل و کاربردهای طبقه‌بندی، جداسازی و تشخیص اشیا بر اساس تصویر و ویدئو، ...
- آشنایی و تسلط بر انواع شبکه‌های عصبی در الگوهای مختلف یادگیری نظارتی، غیرنظارتی، خودنظارتی، تقویتی و مولد و پیاده‌سازی آن‌ها با معماری‌های مختلف، شامل شبکه‌های پیچشی (CNN)، شبکه‌های بازگشتی (RNN) و شبکه‌های مولد تخصصی (GAN) و...
- آشنایی و تسلط بر بکارگیری تکنیک‌های بهینه‌سازی و آموزش مدل‌های یادگیری عمیق، مانند روش‌های کاهش گرادیان و پس‌انتشار خطا، جلوگیری از بیش‌برازش، منظم‌سازی و نحوه تنظیم ابرپارامترها و ... و نحوه پیاده‌سازی در کتابخانه‌های کدباز پایتورچ، تنسورفلو و...
- آشنایی با عملکرد و بکارگیری معماری‌های پردازش متن و پردازش مولتی-مدال متن و تصویر و کار با مدل‌های زبانی بزرگ و فرصت‌ها و چالش‌های این فناوری از منظر اعتمادپذیری.

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر یادگیری عمیق، تاریخچه و تکامل یادگیری عمیق، مقایسه با یادگیری ماشین سنتی و کاربردها.
- شبکه‌های عصبی پیش‌خور، ساختار و اجزای اصلی و توابع فعال‌سازی و الگوریتم پس‌انتشار خطا و پیاده‌سازی آن.
- همگرایی و آموزش شبکه‌های عصبی عمیق، تکنیک‌های بهینه‌سازی و منظم‌سازی، مشکلات محو و انفجار گرادیان، استراتژی‌های مقداردهی اولیه.
- اجزا و معماری‌های مختلف شبکه‌های عصبی کانولوشنی، شامل عملیات کانولوشن و نمونه‌گیری و معماری‌های مختلف شامل: LeNet, AlexNet, VGG, ResNet و EfficientNet و معرفی سایر شبکه‌های برتر.



- کاربرد شبکه‌های عصبی در طبقه‌بندی تصاویر، تشخیص و جداسازی اشیاء و مدل‌های پایه و برتر در هر یک از این کاربردها.
- شبکه‌های عصبی بازگشتی، داده‌های ترتیبی و تحلیل آن‌ها. مدل‌های پیشرفته LSTM و GRU و کاربردها در پیش‌بینی سری‌های زمانی، تشخیص گفتار و مدل‌سازی زبان.
- مدل‌های مولد، شامل خودرمن‌نگارهای متغیر، شبکه‌های مولد تخصصی، معماری و چالش‌های آموزش، مدل‌های دیفیوژن و کاربردها در تولید تصاویر و افزایش داده‌ها.
- نمونه‌های متخاصم و حمله‌های تخصصی به شبکه‌های عمیق و استراتژی‌های دفاع و پایداری و اعتمادپذیری شبکه‌های عمیق.
- تفسیرپذیری، اطمینان تصمیم، مصورسازی و تحلیل و ارزیابی خروجی شبکه‌های عمیق.
- توجه، ترنسفورمرها و مدل‌های زبانی بزرگ، محدودیت‌های شبکه‌های عصبی بازگشتی و ظهور ترنسفورمرها، مدل‌هایی مانند BERT، GPT و دیگر مدل‌های زبانی بزرگ و کاربردها در تولید متن، ترجمه و خلاصه‌سازی.
- یادگیری بازنمایی و خودنظارتی، شامل یادگیری تبارینی و وظایف پیش‌متنی، کاربردها در بینایی ماشین و زبان طبیعی.
- منظم سازی و یادگیری با داده‌های اندک، افزایش داده‌ها، انتقال یادگیری، مدل‌های پیش‌آموزش شده و تکنیک‌های تنظیم شامل تقطیر دانش.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس نظری: ارائه مباحث نظری با استفاده از اسلایدها و توضیحات مفهومی برای درک شهودی مفاهیم ریاضیاتی و بهینه‌سازی

تدریس عملی: برگزاری جلسات عملی برای پیاده‌سازی معماری شبکه‌های عمیق با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون

آموزش مسئله‌محور: بررسی مسائل واقعی در حوزه‌های مختلف (مانند مکترونیک) برای تشویق دانشجویان به تحلیل و ارائه راه‌حل.

ارائه مقالات پژوهشی در کاربرد شبکه‌های عمیق در مکترونیک: تحلیل و ارائه مقالات پژوهشی مرتبط در خصوص جدیدترین کاربردها و پیشرفت‌های حوزه شبکه‌های عمیق در مکترونیک

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایانی	۴۰ درصد
سایر موارد در صورت نیاز قید- شود.	

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. Deep Learning. MIT Press, 2016.
2. Charu C. Aggarwal. Neural Networks and Deep Learning: A Textbook. Springer, 2018.
3. Aston Zhang, Zachary C. Lipton, Mu Li, and Alexander J. Smola. Dive into Deep Learning. Open-source book, 2023.
4. Jakub M. Tomczak, Deep Generative Modeling, Springer, 2024.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: داده کاوی			
نوع درس و واحد		Data Mining	
پایه ☐	نظری ☒	-	عنوان درس به انگلیسی:
تخصصی الزامی ☐	عملی ☐	-	دروس پیش نیاز:
تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	نظری	تعداد واحد:
رساله ☐			۳
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			۴۸
مرتبط با آمویش/مأموریت ☐	مرتبط با مأموریت/آمویش ☒	وضعیت آمویشی/مأموریتی درس	
موسسه نیست ☐	موسسه است ☒		

ب) هدف کلی:

- درک اصول و روش های داده کاوی: دانشجویان با مفاهیم اساسی داده کاوی، از جمله فرآیند کشف دانش از داده ها، پیش پردازش داده ها، و الگوریتم های اصلی طبقه بندی، خوشه بندی و استخراج قوانین انجمنی آشنا می شوند.
- کاربرد عملی داده کاوی در مسائل واقعی: دانشجویان توانایی پیاده سازی روش های داده کاوی را بر روی مجموعه داده های واقعی به دست می آورند و قادر خواهند بود ابزارهای مرتبط مانند Python، R، Weka، و SQL را برای تحلیل داده ها و حل مسائل مختلف به کار گیرند

اهداف ویژه:

- آشنایی با فرآیند پیش پردازش داده ها: دانشجویان می آموزند چگونه داده های خام را از طریق پاک سازی، یکپارچه سازی، کاهش بعد، مدیریت و تخمین ویژگی های از دست رفته و انتخاب و استخراج ویژگی آماده تحلیل کنند.
- پیاده سازی الگوریتم های طبقه بندی و خوشه بندی: تسلط و توانایی اجرای الگوریتم هایی مانند درخت تصمیم، K-Means، و خوشه بندی سلسله مراتبی برای کشف الگوها و گروه بندی داده ها.
- تحلیل اکتشافی و استخراج قوانین انجمنی: تسلط بر روش های شناسایی روابط بین متغیرها با استفاده از تکنیک های استخراج قوانین انجمنی، تحلیل اکتشافی داده، آمار توصیفی و بصری سازی دادگان و تحلیل ها.
- ارزیابی مدل های داده کاوی و تصمیم سازی: یادگیری معیارهای ارزیابی عملکرد مدل ها از جمله دقت، حساسیت، معیار F-Measure و تحلیل منحنی ROC و استفاده از ارزیابی ها، الگوها و اطلاعات استخراج شده برای بهبود فرآیندهای تصمیم گیری در زمینه هایی مانند مدیریت، بازاریابی و بهداشت.

پ) سرفصل ها:

- مقدمه ای بر داده کاوی شامل اهمیت و کاربردها، فرآیند داده کاوی و چالش ها و ملاحظات اخلاقی
- پیش پردازش داده ها شامل ۱. پاک سازی، یکپارچه سازی و تبدیل داده ها. ۲. مدیریت مقادیر از دست رفته و داده های پرت. ۳. روش های انتخاب ویژگی و کاهش ابعاد.
- تحلیل اکتشافی داده ها شامل ۱. آمار توصیفی و تکنیک های بصری سازی. ۲. معرفی ابزارهای داده کاوی مثل کتابخانه های Python، Weka یا R
- طبقه بندی داده ها شامل درخت های تصمیم گیری، دسته بندی بیزین و شبکه های عصبی و روش های تجمیع و معیارهای ارزیابی.
- خوشه بندی داده ها شامل خوشه بندی چند مرکزی، سلسله مراتبی، مبتنی بر توزیع، کاربردها و معیارهای ارزیابی.
- پردازش داده های خاص شامل: سری های زمانی، وب کاوی، کاوش گراف و تحلیل شبکه های اجتماعی.



- داده‌های بزرگ و داده کاوی مقیاس پذیر، شامل ۱. معرفی چارچوب‌های توزیع شده مانند هادوپ و سپارک. ۲. مقیاس بندی روش ها در داده‌های بزرگ مقیاس.
- اعتمادپذیری، شفاف سازی تصمیم گیری، شناخت و حذف تبعیض و سوگیری الگوریتمی در داده کاوی، حفاظت از حریم خصوصی و بیان تأثیرات اجتماعی ناشی از استفاده نادرست از داده‌ها.
- داده کاوی در کاربردهای عملی مکترونیک.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس نظری: ارائه مباحث نظری با استفاده از اسلایدها و توضیحات مفهومی برای درک شهودی مفاهیم

تدریس عملی: برگزاری جلسات عملی برای پیاده سازی متدهای داده کاوی با استفاده از زبان برنامه نویسی Python, Weka, R

آموزش مسئله محور: بررسی مسائل واقعی در حوزه‌های مختلف (مانند مکترونیک) برای تشویق دانشجویان به تحلیل و ارائه راه حل.

ارائه مقالات پژوهشی در کاربرد شبکه‌های عصبی در مکترونیک: تحلیل و ارائه مقالات پژوهشی مرتبط در خصوص جدیدترین کاربردها و پیشرفت‌های حوزه داده کاوی در مکترونیک

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۲۰ درصد

آزمون پایانی ۴۰ درصد

سایر موارد در صورت نیاز قید- شود.

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

ملزومات خاصی نیاز نیست و تنها امکانات رایج در کلاس‌های درسی نیاز می باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Witten, Ian H., Frank, Eibe, and Hall, Mark A. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. Morgan Kaufmann, 3rd Edition, 2011.
2. Tan, Pang-Ning, Steinbach, Michael, Karpatne, Anuj, and Kumar, Vipin. Introduction to Data Mining. Pearson, 2nd Edition, 2018.
3. Leskovec, Jure, Rajaraman, Anand, and Ullman, Jeffrey David. Mining of Massive Datasets. Cambridge University Press, 3rd Edition, 2020.
4. James Foulds, Ian H. Witten, Eibe Frank, Mark A. Hall, Christopher J. Pal. Data Mining, Practical Machine Learning Tools and Techniques. Elsevier 5th Edition, 2025

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان برگزاری الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: کنترل محرکه‌های الکتریکی			
عنوان درس به انگلیسی:		Electrical Actuators Control	
نوع درس و واحد			
پایه	☐	نظری	☒
تخصصی الزامی	☐	عملی	☐
تخصصی اختیاری	☒	نظری-عملی	☐
رساله	☐	نظری	تعداد واحد:
مهارتی-اشتغال پذیری	☐		تعداد ساعت:
مرتبط با مأموریت/آمایش	مرتبط با مأموریت/آمایش	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	
موسسه است	موسسه نیست		

ب) هدف کلی:

- ایجاد دید عمیق در اصول فیزیکی و رفتار حاکم بر محرکه‌های الکتریکی
- توانایی در تحلیل رفتار و مدل‌سازی محرکه‌های الکتریکی
- توانایی انتخاب و به کارگیری محرکه‌های الکتریکی در سیستم‌های مکترونیکی، خودروها و وسایل متحرک مکترونیکی
- تحلیل ساختارهای مختلف محرکه‌های الکتریکی و مزایای استفاده از آنها
- طراحی کنترل کننده در محرکه‌ها DC و AC

اهداف ویژه:

- توانایی طراحی و انتخاب محرکه‌ها در سیستم‌های مکترونیکی
- تحلیل و مدل‌سازی محرکه‌های کلاسیک در کاربردهای مکترونیک صنعتی
- تحلیل و مدل‌سازی محرکه‌های هوشمند در کاربردهای مکترونیکی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه: مفهوم توان، انواع و فرمهای آن، سیستم‌های مبدل توان، تبدیل انرژی الکتریکی به حرکت و محدوده عملکرد محرکه‌ها، مشخصات بارهای مکانیکی (حرکتی)، مشخصات خروجی موتورها
- مرور کوتاه مدارهای الکترونیک قدرت در کاربرد محرکه: مقایسه انواع مختلف در بازه‌های مختلف کاری (چهار ناحیه کنترلی)
- تحلیل و مدل‌سازی دینامیکی موتورهای DC و BLDC و طراحی بلوک‌های کنترل آنالوگ و دیجیتال به صورت حلقه بسته
- تجزیه و تحلیل موتورهای القایی به عنوان موتورهای پر کاربرد در صنعت: مدل‌سازی فضای حالت، بررسی مشخصات کاری در نواحی مختلف کاری، بررسی جامع روش‌های کنترلی، بررسی و تحلیل انواع روش‌های کنترلی (حلقه باز و حلقه بسته)، استفاده از روش‌های کنترل برداری و نیز روش کنترل مستقیم گشتاور
- تحلیل و مدل‌سازی دینامیکی سایر محرکه‌های الکتریکی شامل سولنئوید، موتورهای پله‌ای، موتورهای خطی و غیره
- تحلیل محرکه‌های خودروها و وسایل برقی
- بررسی دقت روشها در مقابله با اغتشاشات و اعمال راهکارهای مناسب برای مقابله با اغتشاشات
- مروری بر برآورد پارامترها، تخمین حالت و رویکردهای شار و سرعت



ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

کلاس، تمرین، پروژه

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون میان ترم	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس فیزیکی یا مجازی، بازدید

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. P. Hang, X. Xia, X. Chen, Actuators for Intelligent Electric Vehicles, Mdpi AG, 2022.
1. Bolea and S. A. Nasar, Electric Drives, 3rd edition, CRC Press, 2017.
2. P. Vas, Sensor less Vector and Direct Torque Control, Oxford University Press, 1998.
3. R. De Doncker, D. W.J. Pulle, and A. Veltman, Advanced Electrical Drives, Analysis, Modeling, Control, Springer, 2011.
4. N. P. Quang, and J. A. Dittrich, Vector of Three-Phase AC Machines , System Development in the Practice, Springer, 2010.
5. Slobodan N. Vukosavic, Digital Control of Electrical Drives, Springer, 2007.
6. S. Waiak, M. Dems, and K. Komez, Recent Developments of Electrical Drives, Springer, 2006.
- A. Hughes, Electric Motors and Drivers, Fundamentals, Types and Applications, 3rd edition, Newnes, Elsevier, 2006.
7. Veltman, D. W. J. Pulle, and R. W. De Doncker, Fundamentals of Electrical Drives, Wiley, 2012.
8. J. Rodriguez, and P. Conrles, Predictive Control of Powe Converters and Electrical Drives, Wiley, 2012

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان برگزاری الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: روش اجزاء محدود			
عنوان درس به انگلیسی:		Finite Element Method	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با مأموریت/مأموریت ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش ☒	
		موسسه نیست ☐ موسسه است ☒	

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مبانی نظری، روش های عددی، و کاربردهای عملی روش اجزاء محدود
- بهبود مهارت های مدل سازی و شبیه سازی
- توسعه حل عددی مسائل مهندسی
- فرمول بندی روش اجزاء محدود
- آشنایی با نرم افزارهای FEM

اهداف ویژه:

- توسعه حل عددی مسائل مهندسی
- توانایی در به کارگیری روش اجزاء محدود در حل مسائل پیچیده

پ) سرفصل ها:

مقدمه

- توضیحات کلی و چشم انداز روشهای شبیه سازی حل معادلات دیفرانسیل جزئی
- روشهای مستقیم و تعریف ماتریس سختی
- اصل کار مجازی
- معادلات تعادل
- اصل حداقل انرژی پتانسیل
- فرمول بندی تغییراتی
- روش تقریبی ریتز
- روشهای باقیمانده وزن شده

روش تقریبی گالرکین

- فرمول بندی تغییراتی (ضعیف)
- توابع وزنی، توابع حدسی و فضاها آنها
- روش بونف گالرکین
- گسسته سازی با روش گالرکین
- نمایش ماتریسی معادلات گسسته

خطا و خواص تقریب اجزاء محدود

- خاصیت مهمترین تقریب



- خطا در روش اجزاء محدود
- ملاحظات پایدار

تعاریف المانها

- المان یک بعدی (خطی، مرتبه دوم و سوم)
- درون یابی لاگرانژی و هرمیسی
- المانهای دو بعدی ایزوپاراتریک و مثلثی
- المانهای انتقالی
- المانهای سه بعدی
- مختصات موضعی و کلی
- ژاکوبین تبدیل مختصات
- انتگرال عددی به روش گوس

معادلات نفوذی یا بخش

- معادله انتقال حرارت هدایت دائم
- معادله انتقال حرارت هدایت گذرا
- پایداری روش
- تمرکز جرم
- حل دستگاه معادلات خطی و غیر خطی

معادله دائمی جابجایی

- معادله یک بعدی جابجایی پخش
- روشهای پایداری سازی SUPG و GLS

معادله استوکس

- فرمول بندی مختلط
- ضریب لاگرانژ
- روش پنالتی
- دقت و پایداری
- ترکیب المانهای فشار سرعت مجاز
- انتگرال گیری با رتبه پایین تر
- روش پنالتی سازگار و ناسازگار

جریان تراکم پذیر لزج

- چشم انداز
- اشکال مختلف معادلات ناویه - استوکس
- روش مختلط
- روش پنالتی
- روشهای پایداری سازی

تولید شبکه

- انواع شبکه



- روشهای تولید شبکه
- شبکه‌های منظم و غیر منظم

برنامه نویسی روش اجزا محدود

- ایده‌های عمومی و اصلی
- روش Frontal
- روش Sky- Line

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

کلاس، تمرین، پروژه

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۲۰ درصد	فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال
۳۰ درصد	آزمون میان ترم
۵۰ درصد	آزمون پایانی

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس فیزیکی یا مجازی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. J. N. Reddy, Introduction to the Finite Element Method, McGraw-Hill Education, 2019.
2. W. Pepper and J. C. Hicnrich, The Finite Element Method, Basic Concepts and Applications, 3rd edition, CRC Press, 2017
3. J.C. Heinrich and W. Pepper, Intermediate Fine Element Method Fluid Flow and Heat Transfer Application, Boca Roton, 1999
4. T. J. R. Hughes. The Finite Element Method. Dover Publication, 2000
5. E. Hinton and D.J.R. Owen, The Finite Element Programming, Academic Press, 1997.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان برگزاری الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: مواد و سازه‌های هوشمند			
عنوان درس به انگلیسی:		Smart Materials and Structures	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با مأموریت	مرتبط با آمایش/مأموریت
		موسسه است ☒	موسسه نیست ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مفاهیم پایه‌ای مواد و سازه‌های هوشمند
- توانایی در مدل‌سازی و شبیه‌سازی مواد هوشمند
- توانایی به کارگیری مواد هوشمند به عنوان محرکه یا سنسور در توسعه سیستم‌های مکاترونیکی

اهداف ویژه:

- تسلط در مکانیزم عملکرد مواد هوشمند
- توانایی در به کارگیری مواد هوشمند جهت ارتقاء عملکرد سیستم مکاترونیکی

پ) سرفصل‌ها:

- آشنایی با مفاهیم پایه‌ای مواد و سازه‌های هوشمند
- تعریف و طبقه‌بندی مواد هوشمند (پیزوالکتریک، الکترو و مگنتورئولوژیک، حافظه‌دار الکترو و مگنتواستریکتیو، پلیمرهای هوشمند و غیره)
- سازوکارهای پاسخ‌دهی و تحریک این مواد با محرک‌های خارجی (حرارت، میدان الکتریکی و مغناطیسی، نیرو و غیره)
- شناخت اصول فیزیکی حاکم بر این مواد
- مدل‌سازی و تحلیل رفتار سازه‌های هوشمند با استفاده از روش‌های عددی و تحلیلی
- به کارگیری روش‌های شبیه‌سازی و مدل‌سازی در طراحی سیستم‌های هوشمند
- کاربردهای عملی در مهندسی و صنایع هوافضایی، رباتیک، پزشکی، خودرو، و صنایع پیشرفته
- طراحی سیستم‌های میرایی ارتعاشات، سنسورها، عملگرها، و سیستم‌های خودترمیم‌کننده
- آشنایی با روش‌های کنترل و بهینه‌سازی سیستم‌های هوشمند
- ترکیب مواد هوشمند با کنترل فعال و غیرفعال برای بهینه‌سازی عملکرد سازه‌ها
- پیاده‌سازی سیستم‌های انطباق‌پذیر برای افزایش ایمنی، کارایی و طول عمر سازه‌ها



ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

کلاس، تمرین، پروژه

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۲۰ درصد	فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
۳۰ درصد	آزمون میان‌ترم
۵۰ درصد	آزمون پایانی

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس فیزیکی یا مجازی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. H. Abramovich, Intelligent Materials and Structures, De Gruyter, 2021.
2. Wang, B., Advances in Smart Materials and Structures. Springer, 2019.
3. Song, G., & Agrawal, B. N., Adaptive Structures: Engineering Applications. Wiley, 2008.
4. Donald J. Leo, Engineering Analysis of Smart Material Systems, John Wiley & Sons, 2007.
5. M.V. Gandhi and B.S. Thompson, Smart Materials and Structures, Chapman & Hall, 1992.
6. B. Culshaw, Smart Structures and Materials, Artech House, Boston, 1996
7. A.V. Srinivasan, Smart Structures: Analysis and Design, Cambridge University Press, 2001.
8. G. Gautschi, Piezoelectric Sensorics: Force, Strain, Pressure, Acceleration and Acoustic Emission Sensors, Materials and Amplifiers, Springer, 2002.
9. K. Uchino, Piezoelectric Actuators and Ultrasonic Motors, Kluwer Academic Publishers, 1997.
10. G. Engdahl, Handbook of Giant Magnetostrictive Materials, Academic Press, 2000.
11. K. Otsuka and C.M. Wayman, Shape Memory Materials, Cambridge University Press, 1998 .
12. Eric Udd, Fiber Optic Sensors: An Introduction for Engineers and Scientists, John Wiley & Sons, 1991.
13. André Preumont, Vibration Control of Active Structures: An Introduction, 2nd Edition, Kluwer Academic Publishers, 2002.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان برگزاری الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: هیدرولیک و نیوماتیک پیشرفته			
نوع درس و واحد		Advanced Hydraulics and Pneumatics	عنوان درس به انگلیسی:
نظری ☒	پایه ☐	-	دروس پیش نیاز:
عملی ☐	تخصصی الزامی ☐	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی ☐	تخصصی اختیاری ☒	نظری	تعداد واحد:
رساله ☐			۳
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			۴۸
مرتبط با مأموریت/آمایش ☒	مرتبط با مأموریت ☐	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	
موسسه است ☒	موسسه نیست ☐		

ب) هدف کلی:

- مدل سازی و تحلیل سیستم های هیدرولیکی و نیوماتیکی
- طراحی مدارهای کنترلی هیدرولیک و پنوماتیک برای کاربردهای صنعتی
- توانایی در به کارگیری زیر سیستم های الکترو هیدرولیکی و الکترونیوماتیکی در طراحی سیستم مکاترونیکی

اهداف ویژه:

- تسلط در طراحی و اجرای سیستم های مکاترونیکی با محرکه های هیدرولیکی و نیوماتیکی پیشرفته
- توانایی در پیش بینی رفتارهای پیچیده این سیستم ها در کاربردهای پیشرفته عملی

پ) سرفصل ها:

- درک اصول پیشرفته هیدرولیک و پنوماتیک و تفاوت ها و مزایای سیستم های هیدرولیکی در مقابل نیوماتیکی
- بررسی رفتار دینامیکی سیالات تحت فشار
- تحلیل مدارهای هیدرولیکی و نیوماتیکی پیشرفته
- مدل سازی و تحلیل سیستم های هیدرولیکی و نیوماتیکی
- استفاده از روش های تحلیلی و عددی برای مدل سازی عملکرد سیستم های سیالاتی
- بررسی تأثیر ضریب لزجت، دما، و فشار بر عملکرد سیستم ها
- مطالعه معادلات انتقال سیال و روابط جریان در سیستم های هیدرولیکی
- طراحی و بهینه سازی مدارهای هیدرولیکی و نیوماتیکی
- طراحی مدارهای کنترلی هیدرولیک و پنوماتیک برای کاربردهای صنعتی
- آشنایی با شیرهای کنترل جهت، فشار، دبی و عملگرهای خاص
- انتخاب صحیح پمپ ها، موتور ها و سیلندر های هیدرولیکی و نیوماتیکی
- آشنایی با سیستم های کنترل الکترونیکی و دیجیتال در هیدرولیک و پنوماتیک
- استفاده از کنترل کننده های منطقی قابل برنامه ریزی (PLC) در سیستم های هیدرولیکی و نیوماتیکی
- بررسی سیستم های الکترو هیدرولیکی و الکترونیوماتیکی
- ترکیب سنسورها، عملگر ها و میکروکنترلرها برای کنترل دقیق
- بررسی کاربرد هیدرولیک و پنوماتیک در صنایع مکاترونیکی بخصوص ربات های صنعتی
- آشنایی با سیستم های هیدرولیکی و نیوماتیکی خودتنظیم و هوشمند



ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

کلاس، تمرین، پروژه

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۲۰ درصد	فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
۳۰ درصد	آزمون میان‌ترم
۵۰ درصد	آزمون پایانی

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس فیزیکی یا مجازی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Esposito, Fluid Power with Applications (7th ed.). Pearson, 2020.
2. H. E. Merritt, Hydraulic Control Systems. Wile, 2021.
3. Parr, Hydraulics and Pneumatics, Third Edition, Elsevier, 2011.
4. Akers, M. Gassman and R. Smith, Hydraulic Power System Analysis (Fluid Power and Control), CRC Press, 2006.
5. S. Ilango, and V. Soundararajan, Introduction to Hydraulics and Pneumatics, Second Edition, PHI Learning Private, 2011.
6. D. McCloy H. R. and Martin, Control of Fluid Power, Analysis and Design, 2nd edition, Ellis Horwood Ltd, 1980
7. J. Wattion, Fundamentals of Fluid Power Control, New York University Press, 2009
8. N. D. Manring, Hydraulic Control Systems. John Wiley & Sons, Inc., 2005

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان برگزاری الکترونیکی وجود دارد.

