دانشکده فنی و مهندسی
گروه مهندسی مکانیک

جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه اصفهان

مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس
دوره کارشناسی ارشد مهندسی مکاترونیک

دانشکده فنی و مهندسی
گروه مهندسی مکاترونیک

مصوب .... شورای دانشگاه
۱۳۹۹ ...

فهرست

عنوان **صفحه**

فصل اول: مشخصات کلی برنامه درسی ٦
۱- مقدمه ۷
۲- تعریف و هدف ۷
۳- ضرورت و اهمیت ۸
۴- نقش، توانایی و شایستگی دانش آموختگان ۸
۵- تعداد و نوع واحدهای درسی ۸
فصل دوم: جدول عناوین و مشخصات دروس ۹
جدول ۱: واحدهای درسی کارشناسی ارشد مهندسی مکاترونیک ۱۰
جدول ۲: دروس تخصصی ۱۰
جدول ۳: دروس اختیاری ۱۰
جدول ۴: دروس جبرانی ۱۲
شرایط اخذ دروس جبرانی ۱۲
فصل سوم: هدف و سرفصل دروس ۱۳
ریاضیات پیشرفته ۱ ..... ۱۴
مکاترونیک ۱ ..... ۱۶
مکاترونیک ۲ ..... ۱۸
کنترل پیشرفته ۱ ..... ۲۰
شناسایی سیستم ۲۲
رباتیک پیشرفته ۲۴
حساسه‌ها و کالیبراسیون ۲۶
هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره ۲۸
سیستم‌های بی‌درنگ ۳۰
هوش مصنوعی توزیع‌شده ۳۲
اتوماسیون صنعتی ۳۴
شبکه‌های صنعتی ۳۶
هیدرولیک و نیوماتیک پیشرفته ۳۸
کنترل تطبیقی ۴۰
شبیه‌سازی و مدل‌سازی در بیومکاترونیک ۴۲
بینایی ماشین ۴۴
شبکه‌های عصبی ۴۶

شبکه‌های عصبی پیشرفته ۴۸
طراحی مدارهای واسط ۵۰
کنترل غیرخطی ۵۲
کنترل غیرخطی پیشرفته ۵۴
کنترل بهینه ۵۶
کنترل مقاوم ۵۸
طراحی مکانیزم‌های پیشرفته ۶۰
دینامیک پیشرفته ۶۲
ارتعاشات پیشرفته ۶۴
برنامه‌نویسی پیشرفته ۶۶
پایش ماشین‌ها و عیب‌یابی ۶۸
داده‌کاوی ۷۰
ربات‌های انسان‌نما ۷۲
ربات‌های متحرک ۷۴
سیستم‌های میکرو الکترومکانیکی ۷۶
کنترل چند متغیره ۷۸
کنترل در رباتیک ۸۰
کنترل سیستم‌های عصبی-عضلانی ۸۲
کنترل فازی ۸۴
مواد و سازه‌های هوشمند ۸۶
نانو رباتیک ۸۸
یادگیری عمیق ۹۰
یادگیری ماشین ۹۲
پردازش تصویر ۹۴
اتوماسیون در تولید ۹۶
مدیریت تجاری و بازرگانی ۹۸
سیستم‌های کنترل دیجیتال ۱۰۰
مباحث ویژه در مکاترونیک ۱۰۲
سمینار ۱ ..... ۱۰۳
سمینار ۲ ..... ۱۰۴
پیوست: جدول‌های تطبیقی دروس ۱۰۵
۱- علت بازنگری برنامه درسی ۱۰۶
۲- جدول تطبیقی دروس تخصصی ۱۰۷

۳- جدول تطبیقی دروس اختیاری.....۱۰۸
۳- جدول تطبیقی دروس جبرانی.....۱۱۳

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

۱- مقدمه

امروزه رشته‌های میان‌رشته‌ای علاقه‌مندان خود را پیداکرده‌اند و با توجه به گسترش روزافزون علم و نیاز صنعت، لزوم مهندسانی که به‌صورت خاص فقط یک رشته را دنبال نمی‌کنند، بیش از گذشته احساس می‌شود. به همین دلیل رشته‌های مهندسی مانند مکاترونیک دارای بازار کار خوب و رو به رشدی چه در داخل و چه در خارج کشور هستند.

مهندسی مکاترونیک تلفیقی از رشته‌های اصلی مهندسی مکانیک، مهندسی کامپیوتر، مهندسی الکترونیک، مهندسی کنترل و مهندسی مولکولی است و درواقع یک شاخه‌ی چند رشته‌ای از علوم مهندسی محسوب می‌شود. خاصیت چند رشته‌ای بودن مهندسی مکاترونیک این پایه را در دانشجویان این رشته ایجاد می‌کند تا مشکلات مهندسی پیچیده را تحلیل و حل کنند. همچنین، مکاترونیک به دانشجویان این رشته دید کلی مهندسی، انعطاف‌پذیری و تطبیق‌پذیری را نیز می‌دهد که همگی از ویژگی‌های اصلی موفقیت شغلی هستند. امروزه تقریباً در تمامی صنایع مختلف، حضور مهندس مکاترونیک موردنیاز است. نیاز به افرادی که دید کلی مهندسی نسبت به تمامی قسمت‌های یک پروژه داشته باشند، بیشتر از قبل در صنایع گوناگون محسوس شده؛ این افراد توانایی مدیریتی بالایی در صنعت داشته و برای کنترل و مدیریت پروژه‌های مختلف کارآمد خواهند بود.

۲- اهداف

امروزه جهت طراحی بسیاری از سیستم‌های پیچیده که شامل زیرسیستم‌های مختلف و شاخه‌های علمی متفاوت هستند به دانش مهندسی سیستمی نیاز است. به‌عنوان‌مثال در طراحی یک ماهواره به‌عنوان یک سیستم فضایی شاخه‌های مختلف مهندسی ازجمله هوافضا، برق، کامپیوتر، مکانیک، مواد و غیره موردنیاز است. دانش مهندسی سیستمی، با ایجاد ارتباط بین شاخه‌های مختلف و مدیریت کلان پروژه‌هایی چنین پیچیده، موجب پیشبرد کارآمد پروژه‌های بزرگ می‌گردد. مهندسی مکاترونیک، در حقیقت کاربردی از مهندسی سیستمی در سامانه‌های الکترومکانیکی است.

کلمه مکاترونیک از ترکیب دو بخش "مکا" به معنای مکانیزم و "ترونیک" به معنای الکترونیک تشکیل‌شده است. مهندسی مکاترونیک تلفیق مهندسی مکانیک، الکترونیک، کامپیوتر و کنترل است. این رشته سعی بر آن دارد تا نگاهی یکپارچه به سیستم‌های تشکیل‌شده از اجزای مکانیکی، الکترونیکی، کنترلی و نرم‌افزاری داشته باشد. هدف مکاترونیک ایجاد و استفاده از ارتباط داخلی میان رشته‌های مهندسی مرتبط با اتوماسیون و خودکارسازی است، تا یک نمایه از کنترلِ پیشرفته را در سیستم‌های ترکیبی به خدمت بگیرد.

مکاترونیک در حوزه‌های مهم و جذابی نظیر اتوماسیون، رباتیک، بینایی ماشین، مهندسی پزشکی، سیستم‌های سروو و ابزار دقیق، سیستم‌های کنترلی و اندازه‌گیری، مهندسی خودرو، کنترل ماشین به کمک کامپیوتر، سیستم‌های خبره، هوافضا و غیره کاربرد دارد. هدف از به‌کارگیری الگوی مکاترونیک در مهندسی، ایجاد هم‌افزایی در کیفیت محصولات و تکنولوژی‌های توسعه داده‌شده است.

۳- ضرورت و اهمیت

با توجه به نیاز روزافزون صنعت در به‌کارگیری نیروهای متخصص در مهندسی مکاترونیک، تربیت نیروی انسانی در این زمینه بیش‌ازپیش اهمیت یافته است. نکته مهم و اساسی در آموزش مکاترونیک این است که یک مهندس مکاترونیک باید دارای تخصص‌های بین‌رشته‌ای باشد، بدین معنا که تسلط به اصول اساسی مهندسی مکانیک، الکترونیک، کامپیوتر و کنترل، برای او ضروری است چراکه باید قابلیت طراحی در حوزه‌های مختلف و درنهایت تجمیع و یکپارچه‌سازی این حوزه‌ها را داشته باشد. هم‌اکنون در تعداد قابل‌توجهی از دانشکده‌های مهندسی برق و مکانیک در دنیا، گرایش مکاترونیک در سطوح کارشناسی و بالاتر ایجادشده است.

چندگونگی تخصص و انعطاف‌پذیری در استفاده از آموخته‌های فارغ‌التحصیلان رشته مهندسی مکاترونیک درهای زیادی را در صنایع مختلف بر روی این فارغ‌التحصیلان می‌گشاید. همچنین این فارغ‌التحصیلان علاوه بر قدرت علمی خود توانایی مدیریت و تصمیم‌گیری برای پاسخ به مشکلات صنعتی کشور را نیز خواهند داشت.

٤- نقش، توانایی و شایستگی دانش آموختگان

از فارغ‌التحصیلان دوره کارشناسی ارشد مهندسی مکاترونیک انتظار می‌رود با توجه به چندگونگی تخصص و انعطاف‌پذیری در استفاده از آموخته‌ها، در صنایع مختلفی مانند صنایع ماشین‌سازی، پزشکی، هوافضا، صنایع دفاعی، اتوماسیون و بسیاری صنایع دیگر مشغول به کار شوند. فارغ‌التحصیلان رشته‌ی مکاترونیک علاوه بر قدرت علمی خود، توانایی پاسخ به مشکلات صنعتی کشور را نیز خواهند داشت.

۵- تعداد و نوع واحدهای درسی

جمع واحدهای دوره کارشناسی ارشد در شیوه آموزشی – پژوهشی ۳۲ واحد و به شرح جدول ۱ می‌باشند. این دروس شامل دروس تخصصی، مندرج در جدول ۲، دروس اختیاری، مندرج در جدول ۳، سمینار و پایان‌نامه می‌باشد. دروس اختیاری با نظر استاد راهنما و تأیید کارگروه مهندسی مکاترونیک باید اخذ شود. همچنین، دانشجویان برای اخذ دروس اختیاری علاوه بر جدول ۳ می‌توانند حداکثر یک درس از دروس تحصیلات تکمیلی گروه‌های مرتبط در دانشگاه اخذ کنند.

با توجه به اینکه دانش‌آموختگان رشته‌های مختلف نظیر مهندسی مکاترونیک، گرایش‌های مختلف مهندسی مکانیک، برق، کامپیوتر، مهندسی پزشکی و همچنین سایر رشته‌ها مانند فیزیک نیز می‌توانند در دوره کارشناسی ارشد مکاترونیک ادامه تحصیل دهند، لذا تعدادی از دروس دوره کارشناسی به‌عنوان دروس جبرانی در نظر گرفته می‌شوند که علاوه بر واحدهای جدول ۱ باید با موفقیت گذرانده شوند، ضمن اینکه واحدی به این دروس تعلق نمی‌گیرد. لیست دروس جبرانی در جدول ۴ ارائه‌شده است. دانشجویان باید متناسب با دروس گذرانده در دوره کارشناسی و با تشخیص کارگروه مهندسی مکاترونیک، دروس جدول ۴ را اخذ نمایند.

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس

جدول ۱: واحدهای درسی کارشناسی ارشد مهندسی مکاترونیک

ردیف	نوع واحد درسی	تعداد واحدها
۱	تخصصی	۱۸
۲	اختیاری	۶
۳	سمینار ۱	۱
۴	سمینار ۲	۱
۵	پایان‌نامه	۶
جمع		**۳۲**

جدول ۲: دروس تخصصی

ردیف	نام درس	تعداد واحد		تعداد ساعات		پیش‌نیاز یا هم نیاز
		نظری	عملی	نظری	عملی	
۱	ریاضیات پیشرفته ۱	۳	–	۴۸	–	–
۲	مکاترونیک ۱	۳	–	۴۸	–	–
۳	مکاترونیک ۲	۳	–	۴۸	–	–
۴	کنترل پیشرفته ۱	۳	–	۴۸	–	–
۵	شناسایی سیستم	۳	–	۴۸	–	–
۶	رباتیک پیشرفته	۳	–	۴۸	–	–
جمع کل		**۱۸**	**۰**	**۲۸۸**	**۰**	

جدول ۳: دروس اختیاری

ردیف	نام درس	تعداد واحد		تعداد ساعات		پیش‌نیاز یا هم نیاز
		نظری	عملی	نظری	عملی	
۷	حساسه‌ها و کالیبراسیون	۳	–	۴۸	–	هم نیاز با ۲
۸	هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره	۳	–	۴۸	–	–
۹	سیستم‌های بی‌درنگ	۳	–	۴۸	–	–
۱۰	هوش مصنوعی توزیع‌شده	۳	–	۴۸	–	–
۱۱	اتوماسیون صنعتی	۳	–	۴۸	–	–
۱۲	شبکه‌های صنعتی	۳	–	۴۸	–	–
۱۳	هیدرولیک و نیوماتیک پیشرفته	۳	–	۴۸	–	–
۱۴	کنترل تطبیقی	۳	–	۴۸	–	–
۱۵	شبیه‌سازی و مدل‌سازی در بیومکاترونیک	۳	–	۴۸	–	–

۱۶	بینایی ماشین*	۳	–	۴۸	–	–
۱۷	شبکه‌های عصبی	۳	–	۴۸	–	–
۱۸	شبکه‌های عصبی پیشرفته	۳	–	۴۸	–	–
۱۹	طراحی مدارهای واسط	۳	–	۴۸	–	–
۲۰	کنترل غیرخطی	۳	–	۴۸	–	۴
۲۱	کنترل غیرخطی پیشرفته	۳	–	۴۸	–	۲۰
۲۲	کنترل بهینه	۳	–	۴۸	–	۴
۲۳	کنترل مقاوم	۳	–	۴۸	–	–
۲۴	طراحی مکانیزم‌های پیشرفته	۳	–	۴۸	–	–
۲۵	دینامیک پیشرفته	۳	–	۴۸	–	–
۲۶	ارتعاشات پیشرفته	۳	–	۴۸	–	–
۲۷	برنامه‌نویسی پیشرفته	۳	–	۴۸	–	–
۲۸	پایش ماشین‌ها و عیب‌یابی	۳	–	۴۸	–	–
۲۹	داده‌کاوی	۳	–	۴۸	–	–
۳۰	ربات‌های انسان‌نما	۳	–	۴۸	–	–
۳۱	ربات‌های متحرک	۳	–	۴۸	–	–
۳۲	سیستم‌های میکرو الکترومکانیکی	۳	–	۴۸	–	–
۳۳	کنترل چند متغیره	۳	–	۴۸	–	–
۳۴	کنترل در رباتیک	۳	–	۴۸	–	–
۳۵	کنترل سیستم‌های عصبی-عضلانی	۳	–	۴۸	–	–
۳۶	کنترل فازی	۳	–	۴۸	–	–
۳۷	مواد و سازه‌های هوشمند	۳	–	۴۸	–	–
۳۸	نانو رباتیک	۳	–	۴۸	–	–
۳۹	یادگیری عمیق	۳	–	۴۸	–	–
۴۰	یادگیری ماشین	۳	–	۴۸	–	–
۴۱	پردازش تصویر*	۳	–	۴۸	–	–
۴۲	اتوماسیون در تولید	۳	–	۴۸	–	–
۴۳	مدیریت تجاری و بازرگانی	۳	–	۴۸	–	–
۴۴	سیستم‌های کنترل دیجیتال	۳	–	۴۸	–	–
۴۵	مباحث ویژه در مکاترونیک	۳	–	۴۸	–	–
جمع کل		**۱۱۷**	**۰**	**۱۸۷۲**	**۰**	–

* دانشجویان کارشناسی ارشد مکاترونیک از بین دروس بینایی ماشین و پردازش تصویر تنها مجاز به انتخاب یک درس به‌عنوان درس اختیاری هستند.

جدول ٤: دروس جبرانی

ردیف	نام درس	تعداد واحد		تعداد ساعات		پیش‌نیاز یا هم نیاز
		نظری	عملی	نظری	عملی	
۴۶	دینامیک	۴	–	۶۴	–	–
۴۷	سیستم‌های دیجیتال ۱	۳	–	۴۸	–	–
۴۸	کنترل خطی	۳	–	۴۸	–	–
جمع کل		**۱۰**	**۰**	**۱٦۰**	**۰**	

شرایط اخذ دروس جبرانی

- دانشجویان ورودی مقطع کارشناسی ارشد که مدرک کارشناسی‌شان مکانیک است، ملزم به اخذ درس دینامیک نمی‌باشند.
- دانشجویان ورودی مقطع کارشناسی ارشد که مدرک کارشناسی‌شان برق است، ملزم به اخذ درس سیستم‌های دیجیتال ۱ نمی‌باشند.
- درصورتی‌که دانشجویان ورودی مقطع کارشناسی ارشد، درسی با محتوای قابل تطبیق با درس کنترل خطی گذرانده باشند، نیاز به اخذ این درس جبرانی ندارند.

فصل سوم

ویژگی‌های هریک از دروس (هدف و سرفصل دروس)

ریاضیات پیشرفته ۱

(Advanced Mathematics I)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: تخصصی	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری جبر خطی، حل دستگاه معادلات خطی و هم‌چنین مباحث آمار و احتمال موردنیاز در مهندسی مکاترونیک است.

رئوس مطالب:

۱- دستگاه معادلات جبری خطی، روش حذفی گاوس و گاوس - جردن، فرم کاهش‌یافته سطری پلکانی، جایگشت، ماتریس‌های هرمیتی، هرمیتی کج، قطری کردن ماتریس‌های بلوکی.

۲- حل معادلات جبری سیستم‌های مکانیکی با چند درجه آزادی، قوانین مکانیک و تعیین معادلات حاکم بر آن‌ها، سیستم‌های جرم فنر و با چند درجه آزادی.

۳- میدان، فضای برداری، فضای ضرب داخلی، فضای اقلیدسی، روش متعامد سازی گرام-اشمیت، معکوس تعمیم‌یافته ضعیف، معکوس تعمیم‌یافته مور - پنروز.

۴- بردارهای ویژه، مقادیر ویژه، فرم مربعی، کسرهای رایلی، قضیه کیلی - هامیلتون، محاسبه چندجمله‌ای‌های ماتریسی، چندجمله‌ای مینیمال.

۵- تبدیل‌های خطی، اپراتورهای خطی، فضای ضرب داخلی مختلط، تابعک‌ها، فضاهای ویژه تعمیم‌یافته، فرم جردن ماتریس‌ها و تبدیل‌های خطی.

۶- آمار و احتمال، مفاهیم اساسی آمار، مفاهیم اساسی احتمال، متغیرهای تصادفی، توابع توزیع گسسته و پیوسته، واریانس و انحراف معیار، کوواریانس، احتمال شرطی، فرآیندهای تصادفی، توابع همبستگی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	ندارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. F. B. Hildebrand, *Methods of Applied Mathematics*, 2nd Edition, Prentice-Hall, 1992.
2. C. R. Wylie, and L. C. Barrett, *Advanced Engineering Mathematics*, 6th Edition, McGraw-Hill, 1995.
3. D. G. Zill, W. S. Wright, and M. R. Cullen, *Advanced Engineering Mathematics*, 4th Edition, Jones and Bartlett Publishers, 2011.
4. G. E. Shilov, *Linear Algebra*, Dover Publications Inc., 1978.
5. K. M. Hoffman, and R. Kunze, *Linear Algebra*, 2nd Edition, Prentice-Hall, 1971.
6. C. D. Meyer, *Matrix Analysis and Applied Linear Algebra*, Society for Industrial & Applied Mathematics, 2010.
7. H. Pishro-Nik, *Student's Solutions Guide for Introduction to Probability, Statistics, and Random Processes*, Kappa Research: LLC, 2016.
8. M. Fisz, *Probability Theory and Mathematical Statistics*, 3rd Edition, Krieger Pub Co., 1980.
9. S. Ross, *A First Course in Probability*, 9th Edition, Pearson Education, 2012.

۱۰. بیژن زاده م.ح و همکاران، جبرخطی، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۱۳۹۴.

مکاترونیک ۱

(Mechatronics I)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: تخصصی	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری سیستم‌های پایه در مهندسی مکاترونیک برای طراحی سیستم‌های پیچیده با کارایی بالا، شامل سیستم‌های مکانیکی، الکتریکی، الکترونیکی و میکروکنترلرها است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه‌ای بر مکاترونیک، معرفی مهندسی مکاترونیک، سیستم‌های مکاترونیکی و کاربردهای آن‌ها در مهندسی.

۲- سنسورها و عملگرها، شناخت سنسورها و عملگرهای مختلف مورداستفاده در سیستم‌های مکاترونیکی مانند انواع سنسورهای دیجیتال و آنالوگ و انواع عملگرهای الکتریکی، پنوماتیکی و خطی.

۳- نمونه‌برداری، شناخت نحوه خواندن دیتا، آشنایی با مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال (A/D) و دیجیتال به آنالوگ (D/A)، زمان نمونه‌برداری و قضایای مربوطه و فیلتر کردن سیگنال‌های اطلاعاتی.

۴- میکروکنترلرها، شناسایی انواع میکروکنترلر، برنامه‌نویسی میکروکنترلرها و کاربردهای آن‌ها.

۵- سیستم‌های پردازش تصویر و رباتیک، مقدمه‌ای بر پردازش تصویر و روش‌ها و کاربردهای مختلف آن، آشنایی با سیستم‌ها رباتیکی، اجزا و کاربردهای آن به‌عنوان یک سیستم مکاترونیکی.

۶- شبیه‌سازی، مفهوم شبیه‌سازی سیستم‌ها، روش‌ها و نرم‌افزارهای مختلف شبیه‌سازی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. R. H. Bishop, *Mechatronics: an Introduction*, Taylor & Francis, 2006.
2. R. H. Bishop, *Mechatronics Handbook*, 2nd Edition, Taylor & Francis, 2008.
3. M. Jouaneh, *Fundamentals of Mechatronics*, 1st Edition, Cengage Learning, 2012.
4. C. W. De Silva, *Mechatronics: a Foundation Course*, CRC Press, 2010.
5. R. Isermann, *Mechatronics Systems Fundamentals*, Springer Science & Business Media, 2005.
6. C. W. De silva, *Mechatronics: an Integrated Approach*, CRC Press, 2005.
7. H. Timmis, *Practical Arduino Engineering*, CRC Press, 2015.
8. D. Bradley, *Mechatronics: Electronics in Products and Processes*, Routledge, 2018.
9. B. Wilamowski, and J. D. Irwin, *Control and Mechatronics*, CRC Press, 2018.

مکاترونیک ۲

(Mechatronics II)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: تخصصی	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری نحوه مدل‌سازی و طراحی هم‌زمان سیستم‌های مکاترونیکی، روش‌های مختلف کنترل آن‌ها، و شناخت سیستم‌های منطقی برنامه پذیر و روش‌های مختلف انتقال اطلاعات است.

رئوس مطالب:

۱- مدل‌سازی، شناخت روش‌های مختلف مدل‌سازی، مفهوم مدل‌سازی هم‌زمان.
۲- معرفی روش باند گراف جهت مدل‌سازی هم‌زمان سیستم‌های مکاترونیکی و نرم‌افزارهای مختلف جهت این کار.
۳- کنترل، شناخت روش‌های مختلف کنترل ماشین‌ها و سیستم‌ها، روش‌های خطی و غیرخطی، کلاسیک و مدرن و انواع کنترل‌های صنعتی.
۴- سیستم‌های منطقی برنامه پذیر، شناخت PLC، کاربردهای آن و برنامه‌نویسی آن.
۵- اتوماسیون، شناخت اتوماسیون و سیستم‌های مکاترونیکی مورداستفاده در آن شامل انتقال‌دهنده‌ها، تغذیه‌کننده‌ها، مرتب کننده‌ها و ربات‌ها.
۶- انتقال اطلاعات، روش‌های مختلف انتقال اطلاعات شامل انواع پورت‌های ورودی و خروجی و پروتکل‌های مختلف انتقال اطلاعات و روش‌های ایجاد ارتباط قسمت‌های مختلف یک سیستم.
۷- انجام پروژه مدل‌سازی هم‌زمان و طراحی یک سیستم مکاترونیکی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. M. Jouaneh, *Fundamentals of Mechatronics*, 1st Edition, Cengage Learning, 2012.
2. C. W. De Silva, *Mechatronics: a Foundation Course*, , CRC Press, 2010.
3. W. Borutzky, *Bond Graph Methodology: Development and Analysis of Multi-disciplinary Dynamic System Models*, Springer Science & Business Media, 2010.
4. M. P. Groover, *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*, Prentice-Hall, 2008.
5. A. Smaili, and F. Mrad, *Mechatronics integrated technologies for intelligent machines*, Oxford University Press, 2008.
6. R. H. Bishop, *Mechatronics: an Introduction*, Taylor & Francis, 2006.
7. R. Isermann, *Mechatronics Systems Fundamentals*, Springer Science & Business Media, 2005.
8. M. W. Spong, S. Hutchinson, and M. Vidyasagar, *Robot Modeling and Control*, 1st Edition, John Wiley & Sons, 2005.
9. D. Karnopp, D. L. Margolis, and R. C. Rosenberg, *System Dynamics: Modeling and Simulation of Mechatronic Systems*, John Wiley & Sons, 2000.
10. J. J. Craig, *Introduction to Robotics: Mechanics and Control*, 3rd Edition, Prentice-Hall, 2004.
11. D. Bradley, *Mechatronics: Electronics in Products and Processes*, Routledge, 2018.
12. B. Wilamowski, and J. D. Irwin, *Control and Mechatronics*, CRC Press, 2018.

کنترل پیشرفته ۱

(Advanced Control I)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: تخصصی	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس تجزیه‌وتحلیل سیستم‌های کنترل در فضای حالت و طراحی کنترلر و مشاهده‌گر برای سیستم‌های مذکور است.

رئوس مطالب:

۱- مروری بر کنترل کلاسیک، سیستم‌های خطی با ضرایب وابسته و غیر وابسته به زمان، تبدیل لاپلاس، سری فوریه، تعریف یک سیستم و به دست آوردن معادلات دیفرانسیل و تابع تبدیل آن، بررسی پایداری سیستم‌ها.

۲- عکس‌العمل سیستم به یک ورودی و بررسی پاسخ سیستم در حالت گذرا و دائم.

۳- مقایسه کنترل کلاسیک با کنترل مدرن و مشخص کردن امتیازات کنترل مدرن، آشنایی با مفاهیم جبر خطی، تبدیل‌های همانندی و استفاده از آن‌ها در تحلیل سیستمی.

۴- بررسی کنترل سیستم‌ها در فضای حالت، تعریف حالت، متغیرهای حالت، فضای حالت، حل معادلات حالت، دستگاه‌های دینامیکی معادل.

۵- بررسی سیستم‌های چند ورودی و چند خروجی، معرفی سیستم چند ورودی و چند خروجی و دیاگرام جعبه‌ای کلی آن، به دست آوردن تابع تبدیل کلی، ارائه معادلات دیفرانسیل سیستم.

۶- تعریف کنترل‌پذیری و تست‌های کنترل‌پذیری، تجزیه سیستم‌های کنترل ناپذیر، تعریف رؤیت پذیری و تست‌های رؤیت پذیری، تجزیه سیستم‌های رؤیت ناپذیر، کنترل‌پذیری و رؤیت پذیری سیستم‌های به‌هم‌پیوسته موازی، سری و اتصال فیدبکی.

۷- تحقق‌پذیری و تئوری‌های تحقق.

۸- تعریف پایداری و روش‌های تحلیل پایداری.

۹- طراحی فیدبک حالت خطی، طراحی رؤیت گرهای خطی، طراحی سیستم‌های فیدبک حالت همراه با رؤیت گر

۱۰-سیستم‌های کنترل بهینه و معرفی فیلتر کالمن.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

۱. خاکی صدیق.ع ، اصول کنترل مدرن، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۲.
۲. تقی راد.ح، مقدمه‌ای بر کنترل مدرن، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۱.
3. K. Ogata, *Modern Control Engineering*, 5th Edition, Prentice-Hall, 2009.
4. C. H. Houpis, and S. N. Sheldon, *Linear Control System Analysis and Design with Matlab*, 6th Edition, CRC Press, 2013.
5. F. Golnaraghi, and B. C. Kuo, *Automatic Control Systems*, 9th Edition, John Wiley & Sons, 2010.
6. C. T. Chen, *Linear System Theory and Design*, 3rd Edition, Oxford University Press, 1999.
7. W. L. Brogan, *Modern Control Theory*. Pearson Education India, 1991.

شناسایی سیستم

(System Identification)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: تخصصی	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری چگونگی شناسایی سیستم‌ها و روش‌های مختلف آن، به دست آوردن معادلات تقریبی آن‌ها و تخمین پارامترها و رفتار سیستم‌ها است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه: سیگنال، سیستم، معرفی شناسایی سیستم‌ها، انواع مدل‌سازی، مدل‌سازی جعبه سفید، مدل‌سازی جعبه خاکستری و مدل‌سازی ترکیبی، تخمین پارامتر و حالت، تقسیم‌بندی سیستم‌ها، انجام آزمایش، تقسیم‌بندی روش‌های مختلف شناسایی.

۲- روش‌های کلاسیک در شناسایی سیستم: معرفی روش‌های داده‌برداری و گسسته سازی، حوزه سیستم‌های پیوسته و گسسته، حوزه زمانی و فرکانسی، روش تحلیل پرونی، شناسایی سیستم‌های خطی در فضای حالت.

۳- شناسایی بر مبنای تابع همبستگی: مقدمه‌ای بر آمار و احتمالات، فرآیندها و متغیرهای تصادفی، عبور فرآیند تصادفی از یک سیستم خطی نامتغیر با زمان، مدل‌سازی اغتشاش، ارتباط توابع همبستگی ورودی و خروجی، سیگنال PRBS.

۴- انتخاب سیگنال تحریک و اثر ورودی بر کیفیت تخمین.

۵- روش حداقل مربعات: مقدمه‌ای بر روش حداقل مربعات، معادله رگرسیون خطی و روش‌های به دست آوردن آن، مشکلات روش حداقل مربعات و خواص آماری آن، حداقل مربعات وزن‌دار، روش‌های محاسباتی دقیق‌تر در روش حداقل مربعات، ماتریس کوواریانس، تخمین بیز، قضیه کرامر.

۶- روش‌های شناسایی تکراری و بازگشتی: حداقل مربعات تکراری و بازگشتی، روش متغیرهای کمکی تکراری و بازگشتی، روش حداکثر احتمال وقوع تکراری و بازگشتی.

۷- تعیین درجه مدل و ارزیابی مدل.

۸- شناسایی سیستم‌های متغیر بازمان: مقداردهی اولیه به ماتریس کوواریانس، ضریب فراموشی، تخمین حالت، فیلتر کالمن.

۹- مباحث پیشرفته: شناسایی سیستم‌های غیرخطی، شبکه‌های عصبی، مدل‌های فازی و نروفازی، شناسایی حلقه بسته.

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. R. Isermann, and M. Münchhof, *Identification of Dynamic Systems: an Introduction with Applications*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.
2. K. J. Keesman, *System Identification: an Introduction*, Springer Science & Business Media, 2011.
3. J. P. Norton, *an Introduction to Identification*, Dover Publications Inc., 2009.
4. O. Nelles, *Nonlinear System Identification: From Classical Approaches to Neural Networks and Fuzzy Models*, Springer Science & Business Media, 2001.
5. L. Ljung, *System Identification: Theory for the User*, Prentice-Hall, 1999.
6. T. Söderström, and P. Stoica, *System Identification*, Prentice-Hall, 1989.
7. L. Ljung, and T. Söderström, *Theory and Practice of Recursive Identification*, MIT Press, 1983.
8. R. V. Jategaonkar, *Flight Vehicle System Identification: A Time-Domain Methodology*, American Institute of Aeronautics and Astronautics Inc., 2015.
9. A. K. Tangirala, *Principles of System Identification: Theory and Practice*, CRC Press, 2014.

رباتیک پیشرفته

(Advanced Robotics)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: تخصصی	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری تحلیل سینماتیکی و دینامیکی مستقیم و معکوس انواع ربات‌ها و هم‌چنین طراحی مسیر و کنترل سینماتیکی ربات‌ها، آشنایی با درایورها و واسطه‌های کاربری، خودمختار کردن ربات به کمک اطلاعات سنسوری است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه، آشنایی با صنعت رباتیک و کاربرد آن در صنایع مختلف مانند صنایع اتومبیل‌سازی، صنایع اتمی، صنایع الکترونیک، صنایع پزشکی و مانند این‌ها.

۲- تعاریف و اصطلاحات موردنیاز در صنعت رباتیک از قبیل قابلیت تکرار، دقت عمل و غیره.

۳- مطالعه، تجزیه‌وتحلیل معادلات سینماتیک مستقیم، سینماتیک معکوس انواع مختلف ربات‌های استوانه‌ای، ربات‌های کروی، ربات‌های قائم و غیره با مفاصل کشوئی یا لولایی و یا ترکیبی از هر دو.

۴- مرور سینماتیک حرکت ربات‌ها: تبدیل مختصات با در نظر گرفتن دوران و جابجایی، نصب دستگاه‌های مختصات هر عضو، آشنایی با پارامترهای D - H استخراج ماتریس تبدیل مختصات، بررسی سینماتیک مستقیم، استخراج روابط سرعت خطی و دورانی و ماتریس ژاکوبین، آشنایی با فضاهای مفصلی و کاری متنوع، اشاره به حالات تکینگی و حل سینماتیک معکوس.

۵- مرور سینتیک حرکت ربات‌ها، اشاره به مدل‌های تراجعی، استخراج روابط لاگرانژ ویژه بررسی حرکت ربات‌ها، حل سینتیک مستقیم و معکوس، شبیه‌سازی حرکت توسط کامپیوتر.

۶- طراحی مسیر حرکت: مسیرهای زمانی، حرکت خطی، خطی با قوس سهموی، استفاده از چندجمله‌ای‌های درجه سوم و پنجم، طراحی مسیر در فضای کارتزین، طراحی مسیر بهینه زمانی.

۷- مقایسه ربات‌های سری و موازی، روش‌های ویژه و ملاحظات طراحی ربات‌های موازی، روش کار مجازی و ضرایب لاگرانژ، روش‌های عددی کالیبراسیون و شناسایی پارامترهای ربات.

۸- کنترل حرکت در حضور موانع، لحاظ مدل الکترودینامیکی محرک‌های مفصلی در کنترل ربات.

۹- بررسی سینماتیک و دینامیک ربات‌های متحرک چرخ‌دار، قید غیر انتگرال‌پذیر غلتش و عدم لغزش جانبی، طراحی مسیر و کنترل حرکت در سطح سینماتیکی، آشنایی با مکان‌یابی و Odometry.

۱۰-مقدمه‌ای بر ربات احتمالی، روش‌های ناوبری در محیط، تلفیق اطلاعات سنسوری با فیلتر کالمن.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. J. J. Craig, *Introduction to Robotics, Mechanics and Control*, 3rd Edition, Prentice-Hall, 2004.
2. Y. Matsuoka, H. F. Durrant-Whyte, and J. Neira, *Robotics: Science and Systems VI*, MIT Press, 2011.
3. B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, and G. Oriolo, *Robotics: Modelling, Planning and Control*, 1st Edition, Springer Science & Business Media, 2010.
4. M. Shahinpour, *A Robot Engineering Text Book*, Harpercollins College Div., 1987.
5. M. W. Spong, S. Hutchinson, and M. Vidyasagar, *Robot Modeling and Control*, 1st Edition, John Wiley & Sons, 2005.
6. R. P. Paul, *Robot Manipulators: Mathematics, Programming, and Control*, MIT Press, 1981.
7. S. K. Saha, *Introduction to Robotics*, Tata McGraw-Hill Education, 2014.
8. S. B. Niku, *Introduction to Robotics: Analysis, Control, Applications*, John Wiley & Sons, 2020.

حساسه‌ها و کالیبراسیون

(Sensors and Calibration)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** هم نیاز با مکاترونیک ۱

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری اطلاعات تکمیلی در مورد حساسه‌ها و همچنین فراگیری کالیبراسیون ربات‌های صنعتی است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه، تعاریف، اساس کار حساسه‌ها.

۲- حساسه‌های دمایی، تشریح ساختار، عملکرد و کاربرد در صنعت، ترموکوپل، محاسبات آن و نحوه نصب و فرمول‌بندی ترموکوپل‌ها، ترموسنج‌های مقاومتی، ترموسنج‌های صوتی و ترمیستورها.

۳- حساسه‌های تشخیص موقعیت، تشریح ساختار، عملکرد و کاربرد در صنعت، محاسبات آن و نحوه نصب و فرمول‌بندی حساسه‌های تشخیص موقعیت مانند القایی، خازنی، فوتوالکتریک، پیزوالکتریک و غیره.

۴- حساسه‌های گازی، تشریح ساختار، عملکرد و کاربرد آن‌ها در صنعت.

۵- مبدل‌ها در بیومکاترونیک (الکترود، حساسه‌های مثبت، O_2، CO_2، PH، رطوبت).

۶- حساسه‌های اندازه‌گیری جریان، سطح و شیرهای کنترلی.

۷- حساسه‌های نیرو، فشار، وزن، گشتاور، بیوحساسه‌ها، تشریح ساختار، عملکرد و کاربرد، عملکرد و کاربرد و محاسبه سیگنال‌های مغزی، اسکلتی و عضلانی.

۸- حساسه‌های مورداستفاده در ربات‌ها شامل: حساسه‌های جابجایی خطی و زاویه‌ای، نیرو، گشتاور، سرعت و شتاب.

۹- مفاهیم مورداستفاده در حساسه‌ها مانند: حساسیت، دقت، رزولوشن، میزان غیرخطی بودن، هیتریسیس، تکرارپذیری، آنالیز حساسیت.

۱۰-روش‌های نمونه‌برداری از سیگنال‌های پیوسته و تبدیل آن‌ها به گسسته.

۱۱-سیگنال، نویز، الیاسینگ، طراحی و پیاده‌سازی انواع فیلترهای آنالوگ و دیجیتال.

۱۲-مدل‌سازی ریاضی حساسه‌ها.

۱۳-کالیبراسیون: الگوریتم‌ها و مراحل کالیبره کردن و شناسایی سیستم‌ها و حساسه‌ها.

۱۴-ملاحظات کاربردی: راه‌اندازها، تقویت‌کننده‌ها و مدارهای واسط

۱۵-اصول کار حساسه‌های بی‌سیم

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

۱. جمشیدی.ن، وعلیمرادیان.ن، حساسه ها و کالیبراسیون در مکاترونیک و مهندسی پزشکی، انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۳.
2. P. Regtien, and E. Dertien, *Sensors for Mechatronics*, 2nd Edition, Elsevier, 2018.
3. I. R. Sinclair, *Sensors and Transducers*, 3rd Edition, Elsevier, 2001.
4. N. Mitton, and D. Simplot-Ryl, *Wireless Sensor and Robot Networks From Topology Control to Communication Aspects*, World Scientific Publishing Co., 2014.
5. A. Lee, and C. S. George, *Sensor-Based Robots: Algorithms and Architectures*, Springer Science & Business Media, 1991.
6. K. Kuang, *Magnetic Sensors: Principles and Applications*, InTech, 2012.
7. P. A. Serra, *Biosensors: Emerging Materials and Applications*, InTech, 2011.
8. P. A. Serra, *Biosensors for Health, Environment and Biosecurity*, InTech, 2011.
9. C. Thomas, *Sensor Fusion and its Applications*, Sciyo, 2010.
10. A. Dutta, *Robotic Systems: Applications, Control and Programming*, InTech, 2012.
11. L. Thede, *Practical Analog and Digital Filter Design*, Artech House, 2004.

هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره

(Artificial Intelligence and Expert Systems)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مفاهیم اساسی در هوشمند سازی سیستم‌های مکاترونیکی، فراگیری روش‌های برنامه‌نویسی هوش مصنوعی، کنترل هوشمند روی انواع ربات‌ها و سیستم‌های خبره‌ی کاربردی است.

رئوس مطالب:

۱- مروری بر مفاهیم اصلی هوش مصنوعی، کاربردها و حوزه‌های به‌کارگیری، معرفی ربات‌ها و عامل‌های هوشمند و معماری کلی آن‌ها، معرفی ویژگی‌های محیط وظیفه عامل‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری.

۲- مروری بر انواع روش‌های حل مسئله در هوش مصنوعی، روش‌های جستجوی آگاهانه و ناآگاهانه، روش‌های مبتنی بر دانش و استنتاج، روش‌های یادگیری ماشین.

۳- مهندسی دانش و سیستم‌های خبره، معرفی قدم‌های اصلی در مهندسی دانش، برنامه‌نویسی سیستم‌های خبره، معرفی منطق‌های گوناگون ازجمله منطق گزاره‌ها، منطق فازی و کاربرد آن‌ها در سیستم خبره.

۴- مقدمه‌ای بر ابزار CLIPS و متغیرها، توابع، عبارت‌ها و واقعیت‌ها در آن، موتور استنتاج در CLIPS و روش استنتاج روبه‌جلو، آشنایی با JESS و نسخه فازی آن، منطق فازی و برنامه‌نویسی سیستم خبره.

۵- شبکه عصبی، مفاهیم و کاربردها، نحوه پیاده‌سازی و آموزش شبکه‌های عصبی در پروژه‌های عملی.

۶- مروری بر روش‌های کنترل هوشمند ربات‌های متحرک، به‌کارگیری یادگیری تقویتی در آموزش سیستم‌های رباتیک، الگوریتم‌های تکاملی و بهینه‌سازی پارامتر در کنترلر ربات‌ها به کمک این روش‌ها.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. S. Russell, and P. Norving, *Artificial Intelligence: a Modern Approach*, 3rd Edition, Prentice-Hall, 2010.
2. J. Durkin, *Expert Systems: Design and Development*, 2nd Edition, Prentice-Hall, 1994.
3. D. Koller, *Probabilistic Graphical Models: Principles and Techniques*, MIT Press, 2009.
4. J. Giarratano, and G. Riley, *Expert Systems: Principles and Programming*, 4th Edition, Course Technology, 2004.
5. P. Jackson, *Introduction to expert Systems*, Addison-Wesley, 1990.
6. S. Sutten, and G. Barto, *Reinforcement Learning: an Introduction (Adaptive Computation and Machine Learning)*, MIT Press, 1998.
7. S. Haykin, *Neural network and leanrning machines*, McMaster University, Canada Pub, 2018.
8. L. Chen, *Fuzzy Sets, Fuzzy Logic and Fuzzy control*, CRC Press, 2000.
9. C. S. Krishnamoorthy, and S. Rajeev, *Artificial Intelligence and Expert Systems for Engineers*, CRC Press, 2018.

سیستم‌های بی‌درنگ

(Real Time Systems)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری سیستم‌عامل‌های بی‌درنگ، الگوریتم‌های زمان‌بندی آن‌ها، نحوه برنامه‌ریزی این سیستم‌ها و تحلیل و کنترل بلادرنگ سیستم‌های متشکل از اجزای مکانیکی و الکترونیکی توسط یک کامپیوتر است.

رئوس مطالب:

۱- مفاهیم اساسی در طراحی سیستم‌های بی‌درنگ و کاربردهای این سیستم‌ها، پیاده‌سازی الگوریتم‌های کنترل دیجیتال بر روی سیستم‌عامل‌های بی‌درنگ.

۲- سیستم‌های بی‌درنگ سخت در برابر سیستم‌های بی‌درنگ نرم، مفهوم وظیفه و پروسه در سیستم‌عامل‌های بی‌درنگ، مفهوم محدودیت‌های زمانی، مهلت‌ها و زمان‌های رهایی.

۳- مدل‌سازی مرجع از سیستم‌های بی‌درنگ، مفهوم پروسس‌ها و منابع، پارامترهای زمانی سیستم مرجع، مدل وظایف متناوب، محدودیت‌های دارای اولویت و وابستگی داده‌ها، انواع مختلف وابستگی‌های داده‌ها.

۴- روش‌های رایج برای زمان‌بندی وظایف با راهکارهای مبتنی بر ساعت، راهکار چرخشی وزن‌دار، راهکار مبتنی بر اولویت، روش‌های ایستا و پویای زمان‌بندی، زمان‌بندی وظایف غیر متناوب و ناگهانی.

۵- بررسی الگوریتم‌های زمان‌بندی ایستا و پویا، تست قابلیت زمان‌بندی.

۶- منابع و کنترل دسترسی منابع، پروتکل‌های ارث‌بری اولویت پایه و پروتکل‌های پوشاندن اولویت پایه، استفاده از پروتکل‌های پوشاندن اولویت پایه در سیستم‌های اولویت پویا.

۷- کنترل دسترسی به منابع چند واحدی و اشیای داده‌ای، زمان‌بندی چندپردازنده‌ای و هم‌زمان‌سازی در زمان‌بندی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. Y. J. Leung, *Handbook of scheduling: algorithm, models and performance analysis*, CRC Press, 2004.
2. P. A. Laplante, and S. J. Ovaska, *Real-Time Systems Design and Analysis: Tools for the Practitioner*, 4th Edition, John Wiley & Sons, 2011.
3. E. R. Olderog, and H. Dierk, *Real Time Systems Formal Specification and Automatic Verification*, Cambridge University Press, 2008.
4. F. B. Hildebrand, *Handbook of Scheduling, from Theory to Application*, Springer Science & Business Media, 2007.
5. H. Kopetz, *Real-Time Systems*, 2nd Edition, Springer Science & Business Media, 2011.
6. R. Williams, *Real-Time Systems Development*, Butterworth-Heinemann, 2006.
7. J. W. S. Liu, *Real Time Systems*, 9th Edition, Prentice-Hall, 2000.
8. S. Baruah, M. Bertogna, and G. Buttazzo, *Multiprocessor Scheduling for Real-Time Systems*, Springer Science & Business Media, 2015.

هوش مصنوعی توزیع‌شده

(Distributed Artificial Intelligence)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری سیستم‌های مبتنی بر عامل، معماری‌های موجود برای طراحی و پیاده‌سازی عامل‌ها و سیستم‌های چندعاملی، روش‌های ارتباط و هماهنگی بین عامل‌ها و کاربرد عملی آن‌ها در رباتیک ازدحامی است.

رئوس مطالب:

۱- مروری بر هوش مصنوعی مقدماتی و روش‌های حل مسئله به کمک جستجو، عامل‌های هوشمند، ویژگی‌های عامل‌ها و معماری‌های مختلف آن‌ها و ویژگی‌های محیط وظیفه عامل‌ها.

۲- مروری بر جستجوهای خصمانه، کاربردها و اهداف هوش مصنوعی توزیع‌شده، معرفی رباتیک ازدحامی و نمایش عملکرد این سیستم‌ها.

۳- بررسی ویژگی سیستم‌های چندعاملی، معماری‌های چندعاملی، بررسی عامل‌های واکنشی، استنتاج در عامل‌ها، لایه‌بندی در عامل‌ها، بررسی چند معماری معروف مانند BDI، ارتباط و همکاری عامل‌ها.

۴- هستی‌شناسی و زبان‌های مرتبط مانندKIF و OWL، تعامل عامل‌ها و زبان‌های تعامل مانند KQML و FIPA، همکاری و هماهنگی و تشریک نتایج، متدولوژی‌ها در تحلیل و طراحی عامل گرا.

۵- تصمیم‌گیری چندعاملی، تصمیم‌گیری گروهی، تشکیل ائتلاف و حل دسته‌جمعی مسئله، چانه‌زنی و مذاکره، مزایده و حراج، مباحث مرتبط با نظریه بازی‌ها و تعادل نش، استراتژی‌های غالب و بهینه عامل‌ها.

۶- پیاده‌سازی محیط‌های چندعاملی، معرفی ابزارهای گوناگون برنامه‌سازی چندعاملی، آموزش برنامه‌نویسی با JADE، معرفی ابزار Repast ، اجرای نرم‌افزار و ساخت مدل و تحلیل چند سیستم چندعاملی.

۷- حل مسئله و برنامه‌ریزی به‌صورت توزیع‌شده و یادگیری در سیستم‌های چند عامل.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. G. Weiss, *Multiagent Sysyems: a Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*, MIT Press, 1999.
2. M. Wooldridge, *an Introduction to Multiagnet Systems*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, 2009.
3. J. Ferber, *Multiagent Sysyems*, Addison-Wesley, 1999.
4. A. Feldman, *Swarm Robotics: Parallelized Line Formation*, BiblioBazaar Publishers, 2012.
5. M. Singh, *Reading in Agents*, Morgan Kaufman Publishers, 1997.
6. G. Ohere, *Fundation of Distributed AI*, John Wiley & Sons, 1996.
7. R. Gasser, and M. N. Huhns, *Distributed Artificial Intelligence*, Morgan Kaufmann, 2014.
8. A. H. Bond, and L. Gasser, *Readings in Distributed Artificial Intelligence*, Morgan Kaufmann, 2014.

اتوماسیون صنعتی

(Industrial Automation)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مفاهیم اصلی اتوماسیون و مکانیزه کردن فرآیندهای کاری در صنایع، کنترل پروسه و سیستم‌های اندازه‌گیری پیچیده در صنایع مختلفی همچون نفت، گاز، پتروشیمی، صنایع شیمیایی و غیره است.

رئوس مطالب:

۱- مروری بر مفاهیم و کاربردهای اتوماسیون، مثال‌هایی از اتوماسیون صنعتی، بررسی دستگاه‌ها و کنترل‌کننده‌ها، سلسله‌مراتب اتوماسیون، مفاهیم کنترل فرآیند.

۲- معرفی کنترل‌کننده‌های منطقی قابل‌برنامه‌ریزی، معرفی انواع PLC و نحوه کاربرد آن‌ها در صنعت، شیوه برنامه‌ریزی PLC، آموزش نرم‌افزار STEP7، پیکربندی سخت‌افزار و برنامه‌نویسی در STEP7.

۳- ارتباط داده‌ها در اتوماسیون صنعتی، مروری بر مدل شبکه OSI، استاندارد RS-232 و سایر استانداردهای مرتبط.

۴- اترنت صنعتی و مشکلات راه‌اندازی آن، ایجاد امنیت و ارزیابی آن در شبکه‌های اتوماسیون صنعتی.

۵- معرفی انواع شبکه‌های صنعتی همانند فیلد باس.

۶- نمایش پروسس و معرفی SCADA و تاریخچه آن، نرم‌افزار سیستم SCADA و سیستم کنترل توزیع‌شده.

۷- مدیریت پروژه‌های اتوماسیون صنعتی، مدیریت زمان و هزینه، مدیریت تیم‌های صنعتی و مدیریت خطر.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. F. Lamb, *Industrial Automation: Hands On*, 1st Edition, McGraw-Hill, 2013.
2. K. L. S. Sharma, *Overview of Industrial Process Automation*, Elsevier, 2011.
3. T. L. M. Bartelt, *Industrial Automated Systems: Instrumentation and Motion Control*, 1st Edition, Cengage Learning, 2010.
4. K. K. Tan, and A. S. Putra, *Drives and Control for Industrial Automation*, Springer Science & Business Media, 2010.
5. S. Djiev, *Pocket Guide on Industrial Automation For Engineers and Technicians*, 6th Edition, IDC publications, 2009.
6. D. Reynders, and S. Mackay, *Practical Industrial Data Communications*, 1st Edition, Newnes, 2005.
7. S. Mackay, and E.Wright, *Practical Industrial Data Networks: Design, Installation and Troubleshooting*, 2nd Edition, Newnes, 2004.
8. S. Djiev, *Industrial Networks for Communication and control*, 6th Edition, McGraw-Hill, 1995.
9. V. P. Bhatkar, *Distributed Computer Control Systems in Industrial Automation*, Routledge, 2017.

شبکه‌های صنعتی

(Industrial Networks)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری کاربرد و نحوه استفاده از انواع شبکه‌های صنعتی متداول، پروتکل‌های مختلف این شبکه‌ها و مشکلات و تهدیدات محتمل در آن‌ها و توسعه سیستم‌های اتوماسیون است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه بر مفاهیم اولیه شبکه‌های کامپیوتری، معرفی انواع روش‌های انتقال داده، مقایسه شبکه‌ها و پروتکل‌های شبکه.

۲- مفاهیم بنیادین شبکه‌های صنعتی، سیر تحول سیستم‌های اتوماسیون، سلسله‌مراتب سیستم‌های صنعتی.

۳- روش‌های انتقال داده در شبکه‌های صنعتی، پروتکل‌های لایه‌بندی، ملزومات ارتباطی سیستم‌های شبکه صنعتی.

۴- فرآیند طراحی شبکه‌های ارتباطی، اصول شبکه کردن صنعتی، رابط‌های کامپیوتری، چرخه زندگی سیستم ارتباطی، معرفی انواع شبکه‌های کنترل‌کننده محلی و اترنت صنعتی، مفاهیم لایه‌های اطلاعاتی.

۵- معرفی تکنولوژی فیلد باس، پروتکل‌ها، ویژگی‌ها و مزایای آن، تشریح لایه‌های منطقی و فیزیکی در آن.

۶- معرفی نمونه‌ای از شبکه فیلد باس و روش آزمون و راه‌اندازی آن، اشکالات متداول و نحوه عیب‌یابی آن.

۷- معرفی شبکه‌های صنعتی پروفی باس و جایگاه آن، تکنولوژی ارتباط در پروفی باس، اجزای شبکه پروفی باس و توپولوژی‌های آن.

۸- نحوه پیکربندی پروفی باس به کمک نرم‌افزار Step7، برنامه‌نویسی ارتباطات در Step7، مقایسه دیگر شبکه‌های صنعتی با پروفی باس و معرفی انواع پروتکل‌های شبکه‌های صنعتی در لایه‌های مختلف.

۹- امن سازی زیرساخت حیاتی در شبکه‌های صنعتی، مقدمه‌ای بر امنیت شبکه‌های صنعتی و پروتکل‌های امنیتی، معرفی تهدیدات امنیتی و ارزیابی امنیت، تشخیص و مقابله با تهدیدات در شبکه‌های صنعتی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. S. Mackay, and E. Wright, *Practical Industrial Data Networks: Design, Installation and Troubleshooting*, 2nd Edition, Newnes, 2004.
2. S. Djiev, *Industrial Networks for Communication and control*, 6th Edition, McGraw-Hill, 1995.
3. D. Reynders, and S. Mackay, *Practical Industrial Data Communications*, 1st Edition, Newnes, 2005.
4. E. Knapp, *Industrial Network Security Securing Critical Infrastructure Networks for Smart Grid, SCADA, and Other Industrial Control Systems*, 2nd Edition, Newnes, 2011.
5. E. Samson, *Communication Networks*, 9th Edition, John Wiley & Sons, 2006.
6. A. Tanenbaum, *Computer Networks*, 5th Edition, Kindle, 2015.
7. B. Axelsson, and G. Easton, *Industrial Networks (Routledge Revivals): a New View of Reality*, Routledge, 2016.

هیدرولیک و نیوماتیک پیشرفته

(Advanced Hydraulics and Pneumatics)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مباحث پیشرفته موردنیاز در طراحی، به‌کارگیری و نگهداری سیستم‌های هیدرولیک و نیوماتیک و همچنین نحوه مدل‌سازی ریاضی سیستم‌های مذکور است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه: اصول هیدرولیک، مزایا و معایب، مقایسه سیستم‌های انتقال قدرت مکانیک، الکتریکی، هیدرولیکی و نیوماتیکی.

۲- روغن‌های هیدرولیکی، خصوصیات جریان و فیلتر: انواع و مشخصه‌های عملکردی روغن‌های هیدرولیک، گریدهای لزجت ISO، فیلترها، خصوصیات و محل قرارگیری فیلترها، نرخ فیلتر کردن.

۳- پمپ‌های هیدرولیک، شیرها و عملگرها: طبقه‌بندی پمپ‌های هیدرولیک، پمپ‌های چرخ‌دنده‌ای، پمپ‌های گریز از مرکز (پره‌ای)، پمپ‌های پیستونی شعاعی و محوری، انتخاب پمپ، شیرهای کنترل جهت، شیرهای کنترل فشار، شیرهای کنترل دبی، شیرهای یک‌طرفه، شیرهای سروو الکتروهیدرولیکی، عملگرهای خطی و چرخشی، سیستم‌های انتقال هیدرو استاتیکی.

۴- تجهیزات جانبی سیستم‌های هیدرولیک و طراحی مدارهای هیدرولیکی: مخازن، آکومولاتورها، تجهیزات سرمایش و گرمایش، مدارهای هیدرولیکی پایه ، مدارهای هیدرولیکی صنعتی، اتلاف توان در مدارهای کنترل دبی.

۵- مقدمه‌ای بر سیستم‌های نیوماتیک، کمپرسورها، شیرها و عملگرهای نیوماتیک: کاربردها، مبانی پایه، انتخاب کمپرسور، واحد FRL، فیلترهای هوا، تنظیم‌کننده‌های فشار و روان کننده‌های هوا، انواع سیلندرهای نیوماتیک و موتورهای هوایی، شیرهای نیواتیکی کنترل جهت، اگزوز، زمان تأخیر، شیرهای فشار شاتل و دوقلو.

۶- مدارهای نیوماتیکی: مدارهای پایه، روش سنتی، روش Casecade.

۷- الکتروهیدرولیک و الکترونیوماتیک: کلیات و کاربردها، اجزا سیستم، توسعه مدارهای عملگری تکی و چندتایی.

۸- آشنایی با نرم‌افزارهای مربوطه.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	ندارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. M. Rabie, *Fluid Power Engineering*, 1st Edition, McGraw-Hill, 2009.
2. P. J. Klette, *Fluid Power Systems*, 1st Edition, Amer Technical Publication, 2010.
3. J. Pippenger, and T. Hicks, *Industrial Hydraulics*, McGraw Hill, 3rd Edition, 1979.
4. S. R. Majumdar, *Oil Hydraulic Systems, Principle and Maintenance*, McGraw-Hill, 2002.
5. Esposito, *Fluid Power with Applications*, 7th Edition, Pearson Education, 2008.
6. T. Jagadeesha, and T. Gowda, *Fluid Power: Generation, Transmission and Control*, John Wiley & Sons, 2013.
7. B. W. Anderson, *The Analysis & Design of Pneumatic Systems*, John Wiley & Sons, 1967.
8. D. McCloy, and H. R. Martin, *Control of Fluid Power Analysis and Design*, Ellis Horwood Ltd., 1980.
9. K. S. Sundaram, *Hydraulic and Pneumatic Controls: Understanding made Easy*, S.Chand Limited, 2009.
10. S. R. Majumdar, *Basic Pneumatic Systems, Principle and Maintenance*, McGraw Hill Education India, 2011.
11. D. A. Pease, and J. J. Pippenger, *Basic fluid power*, Pearson Education, 1987.
12. I. C. Turner, *Engineering Applications of Pneumatics and Hydraulics*, Routledge, 2014.
13. L. Sivaraman, *Introduction to Hydraulics and Pneumatics*, PHI Learning Pvt. Ltd., 2017.

کنترل تطبیقی

(Adaptive Control)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری روش‌های طراحی و پیاده‌سازی روش‌های تخمین پارامترها، شناساگرهای سیستم و سیستم‌های کنترل تطبیقی و آشنایی با کاربردهای آن است.

رئوس مطالب:

۱- کنترل تطبیقی و تاریخچه تکامل آن.
۲- شناسایی سیستم‌ها، روش حداقل مربعات خطا و مباحث مربوط به آن.
۳- رگلاتورهای خودتنظیم، روش مستقیم و غیرمستقیم و رگلاتورهای خودتنظیم جایابی قطب، رگلاتورهای خودتنظیم حداقل واریانس و کنترل‌کننده‌های تطبیقی تصادفی.
۴- اصول طراحی کنترل‌کننده‌های پیش‌بین.
۵- طراحی سیستم‌های کنترل تطبیقی مدل مرجع.
۶- سیستم‌های کنترل تطبیقی در حضور اغتشاشات و سیستم‌های کنترل تطبیقی مقاوم.
۷- کاربردهای عملی کنترل‌کننده‌های تطبیقی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. D. Landau, R. Lozano, M. M'Saad, and A. Karimi, *Adaptive Control: Algorithms, Analysis and Applications*, Springer Science & Business Media, 2011.
2. P. Ioannou, and B. Fidan, *Adaptive Control Tutorial*, Society for Industrial & Applied Mathematics, 2006.
3. E. F. Camacho, and C. Bordons, *Model Predictive Control*, Springer Science & Business Media, 2006.
4. P. Ioannou, and B. Fidan, *Robust Adaptive Control*, Society for Industrial & Applied Mathematics, 1996.
5. K. J. Astrom, *Adaptive Control*, Addison-Wesley, 1995.
6. A. Huang, Y. F. Chen, and C. Y. Kai, *Adaptive Control of Underactuated Mechanical Systems*, World Scientific Publishing Co., 2015.
7. R. E. Bellman, *Adaptive Control Processes: a Guided Tour*, Princeton University Press, 2015.

شبیه‌سازی و مدل‌سازی در بیومکاترونیک

(Simulation and Modeling in Biomechatronic)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس، فراگیری نحوه مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌های مختلف خصوصاً سیستم‌های بیولوژیکی است.

رئوس مطالب:

۱- اصول مدل‌سازی، سیستم‌های دینامیکی، سیستم‌های گسسته، فرآیندهای تصادفی.
۲- سیستم‌های بیولوژیکی.
۳- پردازش سیگنال‌های حیاتی شامل الکتروکاردیوگرام، الکترواسنفانوگرام، فشارخون شریانی.
۴- مدل‌سازی سیستم‌های گسترده و فشرده.
۵- مدل‌سازی تحلیلی، جعبه سیاه، جعبه خاکستری.
۶- مدل‌سازی با شبکه‌های عصبی مصنوعی.
۷- خطاهای مدل‌سازی و روش‌های کاهش خطای واریانس.
۸- ارائه نمونه‌هایی از مدل‌سازی در سیستم‌های بیومکاترونیک (قلب و دستگاه گردش خون، اعصاب، تنفس، سیستم‌های حرکتی و غیره).
۹- شبیه‌سازی مونت‌کارلو.
۱۰- روش‌های تولید اعداد تصادفی یکنواخت و غیریکنواخت.
۱۱- کنترل در سیستم‌های زیستی شامل اجزای مصنوعی حسگرها و الگوریتم‌های کنترلی.
۱۲- نمونه‌هایی از شبیه‌سازی در سیستم‌های بیومکاترونیک (شبیه‌سازی رفتار سیگنال‌های بیولوژیکی مانند EEG، EMG و موارد مشابه افزایش، رفتارهای شبه تصادفی بیولوژیکی، رشد سرطان، ایدز و غیره).

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. P. Bratley, B. L. Fox, and L. E. Schrage, *a Guide to Simulation*, Springer Science & Business Media, 1987.
2. J. W. Haefner, *Modeling Biological Systems: Principles and Applications*, Springer Science & Business Media, 2005.
3. B. Hannon, and M. Ruth, *Modeling Dynamic Biological Systems*, Springer Science & Business Media, 1997.
4. B. P. Zeigler, A. Muzy, and E. Kofman, *Theory of Modeling and Simulation*: *Discrete Event & Iterative System Computational Foundations*, 3rd Edition, Academic Press, 2018.
5. G. A. Wainer, *Discrete-Event Modeling and Simulation*, 1st Edition, CRC Press, 2009.
6. M. B. Popovic, *Biomechatronics*, Academic Press, 2019.

بینایی ماشین

(Machine Vision)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری انواع الگوریتم‌ها و اجزاء سیستم‌های بینایی ماشین، کاربردها و محدودیت‌های سیستم‌های بینایی ماشین و همچنین ارائه پروژه‌های متناسب با موضوع درس است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه، بینایی ماشین و کاربردها، انواع و اجزا سیستم‌های بینایی ماشینی، اصول تصاویر دیجیتال، اجزاء درک بصری، انواع تصویربردارها، کوانتیزه کردن تصاویر، تقسیم‌بندی عملگرهای پردازش تصاویر.

۲- بهبود کیفیت تصاویر دیجیتال در حوزه مکان، تبدیلات سطوح خاکستری، پردازش بر مبنای هیستوگرام، عملگرهای ریاضی و منطقی، اصول فیلترهای مکانی، فیلترهای مکانی هموارساز و برجسته‌ساز.

۳- پردازش تصاویر دوسطحی، خصوصیات هندسی، افکنش (Projection)، رمز کردن RLE، الگوریتم‌های باینری، عملگرهای ریخت‌شناسی (Morphology).

۴- تقطیع تصاویر، الگوریتم‌های تقطیع نواحی، نمایش نواحی، شکست و ادغام (Split & Merge)، رشد نواحی.

۵- لبه یابی و کانتور، مراحل لبه یابی، عملگرهای لبه یابی، لاپلاسین گوسین، آشکارسازی لبه Canny، آشکارسازی خطوط، هندسه منحنی‌ها، منحنی‌های دیجیتال، برازش منحنی‌ها، تخمین منحنی‌ها، کانتور فعال.

۶- بافت، روش‌های ساختاری تحلیل بافت و روش‌های آماری تحلیل بافت، بینایی پویا شامل آشکارسازی تغییرات، حرکت، ردیابی و انطباق.

۷- استخراج عمق و ایجاد تجسم، تصویربرداری استریو، تطبیق استریو، تجسم از بافت، تجسم از سایه، تجسم از حرکت، تجسم از وضوح.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. R. C. Gonzalez, and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, 3rd Edition, Prentice-Hall, 2007.
2. M. Sonka, V. Hlavac, and R. Boyle, *Image Processing, Analysis, and Machine Vision*, 3rd Edition, CL-Engineering, 2007.
3. W. E. Synder, and H. Qi, *Machine Vision*, Cambridge University Press, 2004.
4. R. Jain, K. Katsuri, and B.G. Schunk, *Machine Vision*, McGraw-Hill, 1995.
5. M. Nixon, and A. S. Aguado, *Feature Extraction and Image Processing for Computer Vision*, 3rd Edition, Academic Press, 2012
6. M. Nixon, and A. Aguado, *Feature Extraction and Image Processing*, Academic Press, 2008.
7. C. Steger, M. Ulrich, and C. Wiedemann, *Machine Vision Algorithms and Applications*, John Wiley & Sons, 2018.
8. J. Beck, B. Hope, and A. Rosenfeld, *Human and Machine Vision*, Academic Press, 2014.

شبکه‌های عصبی

(Neural Networks)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی، انواع مختلف آن و کاربردهای هر یک به همراه توانایی‌ها و محدودیت‌های انواع شبکه‌های عصبی است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه شبکه‌های مصنوعی، تاریخچه، محدودیت‌ها و مفاهیم کلی، شبکه‌های عصبی بیولوژی، ساختار نرون بیولوژیکی، انتقال پالس عصبی، ساختار شبکه عصبی مغز، شبکه عصبی مصنوعی، مدل‌سازی ریاضی نرون.

۲- مقدمه‌ای بر بازشناسی الگو، تعاریف، تولید الگو، ساختار کلی سیستم بازشناسی الگو، انواع روش‌های آن، پرسپترون تک لایه شامل ساختار اصلی، قانون یادگیری در حالت الگو به الگو و دسته‌ای و محدودیت‌ها.

۳- شبکه‌های عصبی انجمنی، تعاریف، یادگیری هب در حالت بدون ناظر، شبکه‌های InStar و OutStar، یادگیری هب در حالت با ناظر و آنالیز آن، یادگیری مبتنی بر کمینه‌سازی خطا.

۴- شبکه‌های عصبی رقابتی، شبکه عصبی همینگ، یادگیری رقابتی و مشکلات آن، نگاشت خود سازمانده.

۵- شبکه عصبی هاپفیلد گسسته، عملکرد آن به‌عنوان حافظه انجمنی، مفهوم انرژی، قانون یادگیری، مثال‌ها.

۶- کمینه‌سازی، مبانی، انواع نقاط بهینه و مثال‌ها، بررسی توابع درجه دوم، الگوریتم تندترین کاهش و شبکه عصبی آدالاین شامل حل تحلیلی، یادگیری LMS به‌صورت الگو به الگو و دسته‌ای و محدودیت‌ها.

۷- شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه، ساختار اصلی، توانایی‌ها، پس انتشار خطا در حالت الگو به الگو و دسته-ای و محدودیت‌های یادگیری مبتنی بر آن، الگوریتم‌های یادگیری بهبودیافته.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	ندارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. S. Haykin, *Neural Networks: a Comprehensive Foundation*, 3rd Edition, Pearson Education, 2009.
2. R. J. Schalkoff, *Artificial Neural Networks*, McGraw-Hill, 1997.
3. D. Graupe, *Principles of Artificial Neural Networks, Advanced Series in Circuits and Systems*, 3rd Edition, World Scientific Publishing Co., 2013.
4. S. Samarasinghe, *Neural Networks for Applied Sciences and Engineering: From Fundamentals to Complex Pattern Recognition*, 1st Edition, Auerbach Publications, 2006.
5. L. Fausett, *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications*, Prentice-Hall, 1994.
6. H. B. Demuth, M. H. Beale, O. De-Jess, and M. T. Hagan, *Neural Network Design*, Martin Hagan, 2014.
7. M. A. Nielsen, *Neural Networks and Deep Learning*, Determination Press, 2015.

شبکه‌های عصبی پیشرفته

(Advanced Neural Networks)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری انواع مختلف شبکه‌های بازگشتی و عمیق و کاربردهای آن‌ها است.

رئوس مطالب:

۱- مروری بر مفاهیم شبکه‌های مصنوعی، تاریخچه، محدودیت‌ها و مفاهیم کلی، شبکه‌های عصبی بیولوژی، ساختار نرون بیولوژیکی، انتقال پالس عصبی، ساختار شبکه عصبی مغز، شبکه عصبی مصنوعی، مدل‌سازی ریاضی نرون. تولید الگو، ساختار کلی سیستم بازشناسی الگو، انواع روش‌های آن، پرسپترون تک لایه شامل ساختار اصلی، شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه، شبکه‌های عصبی انجمنی، تعاریف، یادگیری هب در حالت بدون ناظر، ، شبکه‌های عصبی رقابتی، شبکه عصبی همینگ، یادگیری رقابتی و مشکلات آن، نگاشت خود سازمانده.

۲- معرفی شبکه‌های عصبی بازگشتی و انواع آن‌ها و کاربردهای آن‌ها در کنترل، سیستم‌های دینامیکی،مدل فضای حالت، پایداری، آموزش شبکه‌های بازگشتی.

۳- شبکه‌های اتفاقی، ماشین بولزمن، شبکه‌های باور سیگویدی.

۴- شبکه‌های عصبی پردازش زمانی، کاربرد شبکه‌های عصبی در کنترل، شبکه عصبی پیش‌بین، شبکه‌های عصبی NARMA.

۵- معرفی یادگیری عمیقی و شبکه‌های عصبی عمیق، انواع معماری شبکه‌های عصبی عمیق.

۶- نحوه استفاده از انواع نرم‌افزارهای شبکه عصبی مصنوعی و ابزارهای یادگیری ماشین.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	ندارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. S. Haykin, *Neural Networks: a Comprehensive Foundation*, 3rd Edition, Pearson Education, 2009.
2. I. Goodfellow, *Deep Learning*, MIR Press, 2016.
3. R. Bekkerman, *Scalling up Machine learning*, Cambridge University Press, 2012.
4. R. J. Schalkoff, *Artificial Neural Networks*, McGraw-Hill, 1997.
5. D. Graupe, *Principles of Artificial Neural Networks, Advanced Series in Circuits and Systems*, 3rd Edition, World Scientific Publishing Co., 2013.
6. S. Samarasinghe, *Neural Networks for Applied Sciences and Engineering: From Fundamentals to Complex Pattern Recognition*, 1st Edition, Auerbach Publications, 2006.
7. L. Fausett, *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications*, Prentice-Hall, 1994.
8. H. B. Demuth, M. H. Beale, O. De-Jess, and M. T. Hagan, *Neural Network Design*, Martin Hagan, 2014.
9. M. A. Nielsen, *Neural Networks and Deep Learning*, Determination Press, 2015.

طراحی مدارهای واسط

(Interfacing Circuits Design)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس معرفی انواع مدارهای واسط دیجیتال برای انتقال داده بین پردازنده‌ها و تجهیزات جانبی و فراگیری نحوه کار با آن‌ها است.

رئوس مطالب:

۱- جایگاه مدارهای واسط و اهمیت یادگیری آن‌ها: ساختار سیستم‌های کنترل میکروپروسسوری و پردازش دیجیتال، نقش مدارهای واسط در کنترل، مونیتوریگ و پردازش.

۲- سیستم‌های دیجیتال: سیستم‌های زمان گسسته و مقدار گسسته، مفهوم نمونه‌برداری، روش‌های انتخاب زمان نمونه‌برداری، جایگاه مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال، آشنایی با روش‌ها و مبدل‌های مختلف تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال، روش انتخاب یک A2D ازنظر دقت، سرعت، خطا و غیره.

۳- درایورها آشنایی با موتورهای DC ، BLDC ، Stepper و Servo و موتورهای پرکاربرد در رباتیک، معرفی PWM و به‌کارگیری این روش در درایورها، مدارهای ترانزیستوری (BJT و FET) در حالت سوئیچینگ برای تقویت جریان، پل‌های ترانزیستوری برای درایو موتور به‌صورت چپ‌گرد – راست‌گرد، مدارهای قدرت با تریستور و ترایاک به همراه آشنایی با اپتو کوپلرها، معرفی درایورهای پرکاربرد و بیان نحوه کار با آن‌ها.

۴- راه‌های ارتباطی برای انتقال داده بین سیستم‌های دیجیتال: معرفی روش‌های ارتباط سریال و مقایسه آن‌ها ازنظر فاصله، سرعت، نحوه پیاده‌سازی، USART، RS232، RS485، SPI، I2C، معرفی پروتکل‌های پرکاربرد ارتباط بی‌سیم و آشنایی با ماژول‌های آن‌ها، Bluetooth، WiFi، Infra-Red و GSM.

۵- مدارهای واسط مربوط به نمایش اطلاعات و صفحه‌کلید در میکرو کامپیوترها، کامپیوترهای صنعتی و شخصی متداول.

۶- آشنایی با حافظه‌های غیر فرار و نحوه کار با آن‌ها: E2PROM، SD Card و Flash Memory.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. M. A. Mazidi, J. G. Mazidi, and D. Causey, *x86 PC: Assembly Language, Design, and Interfacing*, 5th Edition, Prentice-Hall, 2009.
2. B. George, J. K. Roy, V. J. Kumar, and S. C. Mukhopadhyay, *Advanced Interfacing Techniques for Sensors: Measurement Circuits and Systems for Intelligent Sensors*, Springer Science & Business Media, 2017.
3. T. C. Edwards, and M. B. Steer, *Foundations for Microstrip Circuit Design*, John Wiley & Sons, 2016.
4. L. E. Frenzel, *Handbook of Serial Communications Interfaces: A Comprehensive Compendium of Serial Digital Input/Output (I/O) Standards*, Newnes, 2016.

کنترل غیرخطی

(Nonlinear Control)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** کنترل پیشرفته

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری سیستم‌های کنترل غیرخطی و شیوه طراحی آن‌ها و همچنین کاربرد آن‌ها در طراحی کنترل‌کننده‌های انواع ربات‌ها، سامانه‌های پرنده، موشک‌ها، ماهواره‌ها و غیره است.

رئوس مطالب:

۱- آشنایی با انواع توابع غیرخطی و کاربردهای آن در حلقه‌های کنترل و مقایسه با سیستم‌های خطی.
۲- بررسی و آنالیز در فضای حالت و تحلیل صفحه فاز، بررسی نقاط تعادل و سیکل‌های حدی، قضایای وجودی سیکل حد.
۳- اصول پایداری لیاپانوف، روش مستقیم و غیرمستقیم، روش خطی نمودن معادلات غیرخطی، قضیه مجموعه‌های ثابت.
۴- طراحی کنترلر بر مبنای پایداری لیاپانوف، طراحی کنترلر به روش جدول‌بندی بهره (Gain Scheduling).
۵- سیستم‌های متغیر با زمان و لم Barbalat، مفهوم Passivity و طراحی کنترلر بر پایه آن، قضایای ناپایداری، معیار Popov و معیار دایره، پایداری کامل.
۶- عوامل غیرخطی غیر هموار و بررسی پایداری به کمک توابع توصیفی.
۷- طراحی کنترلر به روش پس‌خوراند خطی ساز ورودی-خروجی و ورودی- حالت، طراحی کنترل به روش Back Stepping.
۸- پایداری در مقابل نامعینی ساختاریافته و مدل نشده، طراحی کنترلر مود لغزشی (Sliding Mode)، روش‌های اغتشاش و متوسط گیری در تحلیل پایداری.
۹- طراحی کنترلر تطبیقی مدل مرجع، تطبیقی بر پایه تخمین پارامتر، روش‌های تخمین و شناسایی.
۱۰- پیاده‌سازی و تعمیم روش‌های کنترلی به سیستم‌های چند ورودی رباتیکی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. J. J. Slotine, and W. Li, *Applied Nonlinear Control*, Prentice-Hall, 1991.
2. A. Isidori, *Nonlinear Control Systems (Communications and Control Engineering)*, 3rd Edition, Springer Science & Business Media, 2013.
3. H. K. Khalil, *Nonlinear Systems*, 3rd Edition, Prentice-Hall, 2006.
4. M. Vidyasagar, *Nonlinear System Analysis*, 2nd Edition, Society for Industrial & Applied Mathematics, 2002.
5. T. L. Vincent, and W. J. Grantham, *Nonlinear and Optimal Control Systems*, John Wiley & Sons, 1997.
6. S. Sastry, *Nonlinear Systems: Analysis, Stability, and Control*, Springer-Verlag, 2010.
7. S. Vaidyanathan, and C. Volos, *Advances and Applications in Nonlinear Control Systems*, Springer Science & Business Media, 2016.

کنترل غیرخطی پیشرفته

(Advanced Nonlinear Control)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** کنترل غیرخطی

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مباحث پیشرفته مربوط به تحلیل پایداری و طراحی کنترل‌کننده برای سیستم‌های غیرخطی بر اساس روش‌های غیرخطی مقاوم و نیز مبتنی بر طراحی رؤیت گر است.

رئوس مطالب:

۱- قضایای وجود و یکتایی جواب برای سیستم‌های غیرخطی.
۲- قضیه منیفلد مرکزی.
۳- مقدمه‌ای بر پدیده دوشاخگی یا انشعاب.
۴- پایداری لیاپانوف سیستم‌های ناخودگردان.
۵- بررسی پایداری مجانبی و پایداری نمایی سیستم‌های غیرخطی بر اساس Converse Theorems.
۶- پایداری سیستم‌های مختل شده.
۷- پایداری ورودی - حالت و پایداری ورودی - خروجی.
۸- کنترل بر اساس Passivity.
۹- خطی سازی فیدبک برای سیستم‌های چند ورودی - چند خروجی.
۱۰- خطی سازی فیدبک مقاوم.
۱۱- مباحث پیشرفته در کنترل مد لغزشی.
۱۲- روش پس گام (Backstepping).
۱۳- رؤیت گرهای غیرخطی و کنترل مبتنی بر رؤیت گر.
۱۴- رؤیت گر اغتشاش.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. H. K. Khalil, *Nonlinear Systems*, 3rd Edition, Prentice-Hall, 2002.
2. A. Isidory, *Nonlinear Control Systems*, Springer Science & Business Media, 1995.
3. S. S. Sastry, *Nonlinear Systems: Analysis stability and control*, Springer-Verlag, 1999.
4. M. Vidyasagar, *Nonlinear Systems analysis*, 2nd Edition, Prentice-Hall, 1993.
5. L. Perko, *Differential Equation & Dynamical System*, Springer-Verlag, 2001.
6. S. H. Li, J. Yang, and W. H. Chen, *Disturbance Observer Based Control Methods and Applications*, CRC Press, 2014.
7. Y. Shtessel, C. Edwards, L. Fridman, and A. Levant, *Sliding Mode Control and Observation*, Birkhäuser Basel, 2014.

کنترل بهینه

(Optimal Control)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** هم نیاز کنترل پیشرفته

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری بهینه‌سازی و طراحی و تحلیل سیستم‌های کنترل بهینه و تعریف و استفاده از توابع هزینه مطرح در تئوری بهینه‌سازی سیستم‌های کنترل است.

رئوس مطالب:

۱- آشنایی با سیستم‌های کنترل بهینه، تعریف بهینه‌سازی، معرفی توابع معیار (عملکرد) و قید در کنترل بهینه، معرفی مسائل، حداقل انرژی، حداقل سوخت، حداقل زمان.

۲- برنامه‌ریزی پویا، آشنایی با تکنیک برنامه‌ریزی پویا، گسسته سازی معادلات سیستم، روش پیشرو - پس‌رو، کمینه محلی و سراسری، روش‌های مختلف جستجوی خطی برای بهینه‌سازی نامقید.

۳- روش‌های متداول بهینه‌سازی مقید: تابع پتانسیل، الگوریتم SUMT، توابع لاگرانژ و مسائل مقید معادل.

۴- حساب تغییرات، مبانی ریاضیاتی بهینه‌سازی، یافتن نقطه بهینه توابع، معرفی اکسترمال، معرفی انواع شرایط مرزی در حل مسائل بهینه‌سازی.

۵- اصل کمینه یابی پونتریاگن، اصل بهینگی و معادله هامیلتونین- جاکوبی- بلمن.

۶- کنترل بهینه LQR، تنظیم‌کننده مربعی خطی، انتخاب ماتریس‌های وزنی، حل مسائل LQR با تعریف معادله دیفرانسیل ریکاتی، معرفی معادله جبری ریکاتی و روش LQG، کنترل بهینه در حضور نویز خارجی.

۷- تخمین بهینه حالت‌ها و فیلتر کالمن، معرفی معیار تخمین بهینه، معرفی فیلتر کالمن، شرایط اعمال‌شده روی نویز خارجی برای طراحی فیلتر.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. D. E. Kirk, *Optimal Control Theory: an Introduction*, Dover Publications Inc., 2004.
2. B. D. O. Anderson, and J. B. Moore, *Optimal Control: Linear Quadratic Methods*, Dover Publications Inc., 2007.
3. L. Fortuna, and M. Frasca, *Optimal and Robust Control: Advanced Topics with MATLAB*, CRC Press, 2012.
4. J. A. Snyman, *Practical Mathematical Optimization*, Springer Science & Business Media, 2005.
5. A. E. Bryson, and J. Y. Ho, *Applied Optimal Control: Optimization, Estimation, and Control*, CRC Press, 1975.
6. K. Zhou, J. C. Doyle, and K. Glover, *Robust and Optimal Control*, Prentice-Hall, 1996.
7. M. Attans, and P. L. Falb, *Optimal Control: An Introduction to the Theory and Its Applications*, Dover Publications Inc., 2006.
8. X. Li, and J. Yong, *Optimal Control Theory for Infinite Dimensional Systems*, Springer Science & Business Media, 2012.
9. R. Vinter, *Optimal Control*, Springer Science & Business Media, 2010.
10. J. Gregory, *Constrained Optimization in the Calculus of Variations and Optimal Control Theory*, Chapman and Hall/CRC, 2018.

کنترل مقاوم

(Robust Control)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری آنالیز پایداری و عملکرد سیستم در حضور نامعینی‌ها (شامل عدم قطعیت‌ها، اغتشاشات محیطی و نویز حسگرها) و طراحی کنترل‌کننده مقاوم برای این سیستم نامعین است.

رئوس مطالب:

۱- آشنایی با فضاهای تابعی (L_2, L_∞, Lp)، تئوری پارسوال، فضای H_2، L_2-L_∞ ، H_2-H_∞، انواع نرم‌ها (بردار، ماتریس)، فرم فضای حالت، مشاهده‌پذیری، کنترل‌پذیری، معادله لیاپانوف.

۲- سیستم‌های کنترلی پس‌خورد، حلقه‌های خوش‌حالت، پایداری درونی.

۳- تشریح عدم قطعیت و مقاومت سیستم، روابط کارایی، وزن‌ها کارایی H_2 و H_∞، پایداری مقاوم، مسائل H_∞ استاندارد، کنترلر H_∞ بهینه و نیمه بهینه.

۴- عدم قطعیت مدل، عدم قطعی غیر ساختاری، مدل‌های عدم قطعیت غیر ساختاری، تحلیل مقاومت و پایداری، عدم قطعیت‌های ساختاری.

۵- فرموله سازی مسائل H_∞ استاندارد، پارامتریزه نمودن کنترلر، فاکتوریزه نمودن درونی و بیرونی، نرم و عملگر هنکل، تئوری نهاری.

۶- عملکرد مقاوم، حذف اغتشاش، مینیمم نمودن وزن حساسیت، مینیمم کردن حساسیت ترکیبی، فاکتوراسیون طیفی.

۷- پس‌خوراند حالت و خروجی، تبدیل‌های کسری خطی LFT، معادلات ریکاتی، ماتریس همیلتون، حل پایداری، کنترل مقاوم بر اساس نامساوی ماتریس خطی LMI، آنالیز μ و سنتز μ.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. L. Fortuna, and M. Frasca, *Optimal and Robust Control: Advanced Topics with MATLAB*, CRC Press, 2012.
2. A. A. G. Siqueira, M. H. Terra, and M. Bergerman, *Robust Control of Robots: Fault Tolerant Approaches*, Springer Science & Business Media, 2011.
3. C. H. Hopis, S. J. Rasmussen, and M. G. Sanz, *Quantitative Feedback Theory: Fundamental and Applications*, 2nd Edition, CRC Press, 2005.
4. K. Zhou, and J. C. Doyle, *Essential Robust Control*, Prentice-Hall, 1997.
5. K. Zhou, J. C. Doyle, and K. Glover, *Robust and Optimal Control*, Prentice-Hall, 1996.
6. J. C. Doyle, B. Francis, and A. Tannenbaum, *Feedback Control Theory*, McMilan Publishing, 1990.
7. A. Poznyak, A. Polyakov, and V. Azhmyakov, *Attractive Ellipsoids in Robust Control*, Birkhäuser Basel, 2014.
8. M. Garcia, *Robust Control Engineering: Practical QFT Solutions*, CRC Press, 2017.

طراحی مکانیزم‌های پیشرفته

(Advanced Mechanisms Design)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مبانی تحلیل سینماتیک و دینامیک مکانیزم‌ها بخصوص مکانیزم‌های فضائی و همچنین فراگیری روش‌های طراحی انواع مکانیزم‌ها است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه: تعاریف اولیه، آشنایی با انواع مکانیزم‌های صنعتی، مبانی طراحی، رابطها، اتصالات و درجات آزادی آن‌ها، انواع مکانیزم‌های وارون و معادل، تئوری گراف و معیار گراشف.

۲- طراحی هندسی: طراحی هندسی مکانیزم‌های صفحه‌ای، طراحی هندسی مکانیزم‌های با محدودیت حرکتی، قطب دوران، مثلث قطبی، نقاط کاردینال و مرکزی، قطب‌های متضاد و چهارضلعی‌های متضاد، مکان هندسی منحنی نقاط مرکزی، نقاط برومستر، منحنی کاپلر، نقاط دوگانه و دایره فوسی.

۳- سینماتیک مکانیزم‌های صفحه‌ای: تحلیل موقعیت، سرعت و شتاب، روش‌های برداری، آنالیز اعداد مختلط، روش سیستماتیک کامپیوتری در حل سینماتیک مکانیزم‌های صفحه‌ای شامل المان‌های جسم صلب، داباد، لغزنده نوسانی.

۴- سینماتیک ماتریسی: ماتریس دوران، ماتریس جابجایی جسم صلب در حرکت صفحه‌ای و حرکت فضائی، تبدیلات بین دستگاه‌های مختصات و معرفی پارامترهای "Screw" ، پارامترهای دناویت و هارتنبرگ، تعریف ماتریس‌های سرعت زاویه‌ای، سرعت خطی، شتاب زاویه‌ای و شتاب خطی.

۵- سینماتیک مکانیزم‌های فضائی: ساختارهای متوالی لینک به لینک، سینماتیک ماتریسی، حرکت نسبی در تحلیل سینماتیک مکانیزم‌های فضائی، تحلیل چند نمونه مکانیزم فضائی.

۶- طراحی تحلیلی: طراحی تحلیلی مکانیزم‌های صفحه‌ای با استفاده از روش‌های سینماتیک محاسباتی، تحلیل چند نمونه مکانیزم صفحه‌ای با استفاده از روش یادشده و تعمیم آن به برخی از انواع مکانیزم‌های فضائی.

۷- مباحث متفرقه: استفاده از مکانیزم‌ها در تولید مسیر و تولید تابع، بهینه‌سازی مکانیزم‌ها، مدل‌سازی دینامیکی و تحلیل دینامیک چند نمونه از مکانیزم‌ها.

۸- استفاده از نرم‌افزارهای طراحی مکانیزم‌ها مانند Sam و Working Model.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. L. W. Tsai, *Mechanism Design: Enumeration of Kinematic Structures According to Function*, 1st Edition, CRC Press, 2000.
2. A. G. Erdman, G. N. Sandor, and S. Kota, *Mechanism Design: Analysis and Synthesis*, 4th Edition, Prentice-Hall, 2003.
3. J. Zhao, Z. Feng, F. Chu, and N. Ma, *Advanced Theory of Constraint and Motion Analysis for Robot Mechanisms*, Academic Press, 2014.
4. C. H. Chiang, *Kinematics and Design of Planar Mechanisms*, Krieger Publishing Company, 2000.
5. H. D. Eckhardt, *Kinematic Design of Machines and Mechanisms*, 1st Edition, McGraw-Hill, 1998.
6. R. S. Hartenberg, and J. Denavit, *Kinematic Synthesis of Linkages*, 1st Edition, McGraw-Hill, 1964.
7. C. H. Suh, and C. W. Radcliffe, *Kinematics and Mechanisms Design*, 1st Edition, John Wiley & Sons, 1978.
8. B. Tilman, *an Introduction to the Theory of Mechanism Design*, Oxford University Press, 2015.

دینامیک پیشرفته

(Advanced Dynamics)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری روش‌های به دست آوردن معادلات خطی و غیرخطی حرکت سیستم‌ها، شبیه‌سازی حرکت، شناخت انواع قیود و همچنین شناخت و تفسیر پدیده‌های دینامیک مختلف است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه‌ای بر دینامیک سیستم‌های فضایی.
۲- نوشتار ماتریسی.
۳- ممنتوم خطی و زاویه‌ای.
۴- انرژی جنبشی اجسام با یک نقطه ثابت.
۵- معادلات حرکت اجسام فضایی با یک نقطه ثابت.
۶- معادلات حرکت اجسام آزاد.
۷- حرکت ژیروسکوپی.
۸- اصل هامیلتون.
۹- معادلات لاگرانژ.
۱۰-شبیه‌سازی حرکت با استفاده از معادلات لاگرانژ.
۱۱-روش‌های دیگر برای استخراج معادلات حرکت.
۱۲-حل‌های عددی معادلات جبری و دیفرانسیلی غیرخطی سیستم‌های چند درجه آزادی.
۱۳-روش‌های محاسباتی عددی و سمبولیک.
۱۴-شبیه‌سازی کامپیوتری سیستم‌های دینامیکی چندجسمی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. J. H. Ginsberg, *Advanced Engineering Dynamics*, 2nd Edition, Cambridge University Press, 2010.
2. H. Baruh, *Analytical Dynamics*, McGraw-Hill, 1999.
3. D. T. Greenwood, *Advanced dynamics*, Cambridge University Press, 2003.
4. A. W. Marris, and C. E. Stoneking, *Advanced Dynamics*, McGraw-Hill, 1967.
5. C. M. Roithmayr, and D. H. Hodges, *Dynamics: Theory and Application of Kane's Method*, 1st Edition, Cambridge University Press, 2016.
6. T. R. Kane, and D. A. Levinson, *Dynamics: Theory and Application*, McGraw-Hill Publishing Co., 1985.
7. L. Meirovitch, *Methods of Analytical Dynamics*, Dover Publications Inc., 2010.
8. F. Cheli, and G. Diana, *Advanced Dynamics of Mechanical Systems*, Springer Science & Business Media, 2015.

ارتعاشات پیشرفته

(Advanced Vibrations)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مباحث پیشرفته در ارتعاشات همانند سیستم‌های چند درجه آزادی، سیستم‌های پیوسته، روش‌های مختلف حل معادلات آن‌ها و کاربرد ارتعاشات در تحلیل رفتار دینامیکی سازه‌ها است.

رئوس مطالب:

۱- مروری بر دینامیک تحلیلی شامل روش‌های مختلف استخراج معادلات مبتنی بر انرژی، اصل کار مجازی.
۲- اصل تعمیم‌یافته هامیلتون، قیود و دستگاه‌های مقید، معادلات لاگرانژ.
۳- سیستم‌های چند درجه آزادی خطی شامل معادلات سیستم‌های گسسته به فرم ماتریسی، انتقال خطی، آنالیز مودال، قضیه بسط، سیستم‌های دارای مود صلب، کسر رایلی و ضرایب تأثیر.
۴- سیستم‌های پیوسته حل دقیق شامل ارتعاش عرضی تار، ارتعاش محوری میله، ارتعاش پیچشی شافت، ارتعاش جانبی تیر، حل معادلات، مسئله مقدار ویژه، قضیه بسط، تعامد مودها و ارتعاشات اجباری.
۵- سیستم‌های پیوسته حل تقریبی شامل روش انرژی رایلی، روش رایلی - ریتز، روش مودهای فرضی، روش باقیمانده‌های توزین شده و روش پارامترهای مجزا.
۶- روش المان محدود شامل مفاهیم کلی، استخراج ماتریس جرم و سختی مربوط به ارتعاش عرضی تار، محوری میله و پیچشی شافت، عرضی تیر اویلر - برنولی، مدل‌سازی المان محدود خرپاها و قاب‌ها.
۷- ارتعاشات سیستم‌های دوبعدی شامل ارتعاشات عرضی پوسته‌ها و صفحه‌ها.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. L. Meirovitch, *Fundamentals of Vibration*, 1st Edition, Waveland Press Inc., 2010.
2. S. Rao, *Vibration of Continuous Systems*, 1st Edition, John Wiley & Sons, 2007.
3. D. J. Inman, *Engineering Vibration*, 3rd Edition, Prentice-Hall, 2007.
4. A. A. Shabana, *Vibration of Discrete and Continuous Systems*, 2nd Edition, Springer Science & Business Media, 1996.
5. L. Meirovitch, *Elements of Vibration Analysis*, 2nd Edition, McGraw-Hill, 1986.
6. R. R. Craig, *Structural Dynamics: an Introduction to Computer Methods*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, 1981.
7. A. Preumont, *Vibration Control of Active Structures, an Introduction*, 3rd Edition, Springer Science & Business Media, 2011.
8. H. M. N. Benaroya, and S. Han, *Mechanical Vibration: Analysis, Uncertainties, and Control*, CRC Press, 2017.

برنامه‌نویسی پیشرفته

(Advanced Programming)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مباحث پیشرفت در برنامه‌نویسی، یادگیری برنامه‌نویسی سطح بالا بر اساس ایده شیءگرای است.

رئوس مطالب:

۱- مروری بر برنامه‌نویسی ساخت‌یافته (Structured Programming).

۲- شیء (Object) و تعریف آن، تشخیص اشیا در یک مسئله و ارتباط آن‌ها با یکدیگر، مفهوم طراحی شیءگرا (Object Oriented) و مقایسه آن با برنامه‌نویسی ساخت‌یافته.

۳- تاریخچه و معرفی زبانه‌ای برنامه‌نویسی شیءگرا، انتخاب یک‌زبان مناسب (معمولاً C ++ یا Java) برای بیان مفاهیم.

۴- معرفی کلاس (Class) و چگونگی پیاده‌سازی آن، اعضای کلاس، ارتباط کلاس و شیء، محدودیت‌های اعضای کلاس، مفهوم سازنده (Constructor) و آرگومان‌های پیش‌فرض، استفاده از مخرب (Destructor)، انتساب اشیا به یکدیگر، ارسال اشیا به توابع و بازگرداندن اشیا از توابع، مفاهیم پیشرفته‌تر در ارتباط با کلاس‌ها.

۵- سربار گذاری عملگرها (Operator Overloading).

۶- وراثت (Inheritance) و چگونگی استفاده از آن، توابع مجازی (Virtual Functions)، چندبخشی (Polymorphism)، مفهوم قالب (Template).

۷- جریان‌ها (Streams)، فایل‌ها (Files)، باز کردن و بستن فایل‌ها، خواندن و نوشتن فایل‌های متنی، ورودی و خروجی، فایل‌های باینری، شیوه‌های دسترسی به فایل‌ها، کتابخانه قالب استاندارد (Standard Template Library)، مدیریت استثنا (Exception Handling).

۸- مقدمه‌ای بر ساختمان داده‌ها (Data Structures)، الگوریتم‌های جستجو و مرتب‌سازی (Searching and Sorting Algorithms).

۹- واسط گرافیکی کاربر (Graphical User Interface, GUI).

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. R. Jhorsonbaugh, and M. Kalin, *Object-Oriented Programming in C++*, 2nd Edition, Prentice-Hall, 1999.
2. H. Schildt, *C++: The Complete Reference*, 4th Edition, McGraw-Hill, 2002.
3. H. Deitel, and P. Deitel, *Java: How to Program*, 9th Edition, Prentice-Hall, 2011.
4. H. Deitel, and P. Deitel, *C++: How to Program*, 8th Edition, Prentice-Hall, 2013.
5. J. Bentley, *Programming Pearls*, Addison-Wesley Professional, 2016.
6. H. Schildt, *Java: the Complete Reference*, McGraw-Hill Education Group, 2014.

پایش ماشین‌ها و عیب‌یابی

(Condition Monitoring of Machinery and Fault Diagnosis)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مبانی و روش‌های مختلف پایش وضعیت ماشین‌آلات و عیب‌یابی سیستم‌های مکانیکی و مکاترونیکی است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه‌ای بر ماشین‌های دوار و رفت و برگشتی و کاربرد آن‌ها در صنایع مختلف مانند حمل‌ونقل، نفت، گاز، پتروشیمی، نیروگاه‌ها، چوب و کاغذ، فولاد و نورد، سیمان و صنایع هوایی.

۲- مباحث منتخب آمار و احتمالات در نگهداری و قابلیت اطمینان.

۳- مقدمه‌ای بر طراحی ماشین‌های دوار.

۴- روش‌های متداول نگهداری ماشین‌ها، بررسی و نقد هر یک از روش‌ها.

۵- دسته‌بندی انواع خرابی و بررسی دلایل خرابی در ماشین‌ها.

۶- انواع سنسورهای عیب‌یابی شامل سنسورهای ارتعاش، صوت، آلودگی، خوردگی، حرارت.

۷- Vibration and Phase Signal Processing.

۸- مقادیر مجاز ارتعاشات در ماشین‌ها و استانداردها.

۹- آنالیز ارتعاشات جهت تشخیص عیوبی مانند نامیزانی، خمیدگی، لقی و بررسی چند مثال عملی.

۱۰-توربین‌های بخار، راه‌اندازی و عملکرد صحیح، بار یاتاقان‌ها، عیوب یاتاقان‌ها و تماس روتور با قطعات ثابت.

۱۱-توربین‌های گاز، انواع عیوب متداول Surge، Fouling، محفظه احتراق.

۱۲-ژنراتورها و الکتروموتورها، مکانیسم‌های خرابی، عیوب استاتور در ژنراتورها و موتورهای عیوب روتور در موتورها و ژنراتورها.

۱۳-کار عملی در آزمایشگاه جهت تشخیص عیوب.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. C. E. Ebeling, *an Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*, Waveland Press Inc, 2009.
2. P. J. Tvaner, and J. Penman, *Condition Monitoring of Electrical Machines*, Research Studies Press Ltd., 1987.
3. H. P. Bloch, and F. D. Geitner, *Mechanical Component Maintenance and Repair*, 3rd Edition, Elsevier, 2005.
4. R. A. Collacott, *Mechanical Fault Diagnisis and Condition Monitoring*, Springer Science & Business Media, 1977.
5. A. Ohanty, and A. Ranjan, *Machinery Condition Monitoring: Principles and Practices*, CRC Press, 2018.

داده‌کاوی

(Data Mining)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس آموزش مفاهیم پایه‌ای و روش‌های داده‌کاوی به‌عنوان یک ابزار مناسب برای تجزیه‌وتحلیل اطلاعات و کشف و استخراج روابط پنهان در مجموعه‌های داده‌ای سنگین است.

رئوس مطالب:

۱- معرفی داده‌کاوی و روش‌های متداول در آن، بیان تعاریف و مفاهیم پایه، ضرورت‌ها، مزایا و گستره کاربرد.

۲- تحلیل داده‌ها، نمایش تصویری داده‌ها و بررسی آن‌ها، روش‌های پیش‌پردازش داده‌ها، پاک‌سازی، تجمیع، خلاصه‌سازی، کاهش ابعاد .

۳- بررسی کلی الگوریتم‌های آماری داده‌کاوی: روش‌های پایه در کاوش الگوهای مکرر.

۴- روش‌های پایه رده‌بندی و پیش‌بینی داده‌ها: درخت تصمیم، روش‌های بیزی، رده‌بندی مبتنی بر قواعد، روش‌های تجمیع.

۵- مدل‌های طبقه‌بندی کننده پیشرفته: روش‌های رده‌بندی مبتنی بر الگوهای معرفی‌شده، روش نزدیک‌ترین همسایه‌ها و روش یادگیرنده‌های تنبل، شبکه‌های عصبی مصنوعی، الگوریتم‌های ژنتیک، روش‌های مبتنی بر منطق فازی، روش‌های نیمه نظارتی، ماشین بردار پشتیبان.

۶- مدل‌های خوشه‌بندی: روش‌های مبتنی بر افزار، روش‌های سلسله مراتبی، روش‌های مبتنی بر چگالی، روش‌های مبتنی بر ساختار Grid.

۷- روش‌های تحلیل داده‌های پرت: روش‌های آماری، روش‌های مبتنی بر مجاورت، روش‌های مبتنی بر خوشه‌بندی، روش‌های مبتنی بر رده‌بندی.

۸- ارزیابی الگوریتم‌های داده‌کاوی، معرفی ابزارهای داده‌کاوی: Orange، R Programming Language، Weka، RapidMiner.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. P. N. Tan, M. Steinbach, and V. Kumar, *Introduction to Data Mining*, Addison-Wesley, 2005.
2. J. Han, M. Kamber, and J. Pei, *Data Mining, Concepts and Techniques*, Morgan Kaufmann-Elsevier, 2012.
3. H. Witten, E. Frank, and M. A. Hall, *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*, Morgan Kaufmann-Elsevier, 2011.
4. R. Chattamvelli, *Data Mining Methods*, Alpha Science International, 2015.
5. C. Sammut, and G. I. Webb, *Encyclopedia of Machine Learning and Data Mining*, Springer Science & Business Media, 2017.

ربات‌های انسان‌نما

(Humanoid Robots)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مباحثی مانند طراحی مسیر، کنترل، مدل‌سازی، تحلیل سینماتیکی و دینامیکی، پایداری، تعادل در ربات‌های انسان‌نما است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمات: آشنایی با تبدیلات مختصاتی، مشخصه‌های حرکت دورانی، تحلیل سرعت در فضای سه‌بعدی.

۲- سینماتیک ربات‌های انسان‌نما: مدل‌های مختلف پیکربندی ربات‌های انسان‌نما، سینماتیک مستقیم و معکوس، ماتریس ژاکوبین و مفاهیم افزونگی و تکینگی، حل مسئله سینماتیک معکوس.

۳- دینامیک ربات‌های انسان‌نما: انواع روشهای تحلیل دینامیکی شامل روش تکرارشونده نیوتن – اویلر و روش لاگرانژی، معرفی مراحل پیوسته و گسسته قدم برداشتن و مدل‌های دینامیک ترکیبی، شرایط صحیح تکیه‌گاهی و قیود یک‌طرفه، دینامیک برخورد پا با زمین.

۴- معیار نقطه لنگر صفر(ZMP): معرفی مرکز فشار و نقطه لنگر صفر، تحلیل دوبعدی و سه‌بعدی ZMP، اندازه‌گیری، محاسبه و تخمین ZMP، بیان و تفسیر معیار ZMP در حفظ تعادل.

۵- تولید مسیر: معرفی و تحلیل دینامیک مدل آونگ وارون دوبعدی و سه بعدی، تولید مسیر برای راه رفتن دوبعدی روی سطوح تخت، شیب‌دار و پله، تولید مسیر سه‌بعدی روی سطح تخت، تحلیل یک ربات دوپای واقعی.

۶- تولید مسیر: معرفی و تحلیل مدل میز و گاری (Cart - Table)، تولید مسیر خارج خط بر مبنای مدل میز و گاری، تولید مسیر روی خط بر مبنای مدل میز و گاری.

۷- مروری بر روش‌های دیگر برای تولید الگو در ربات‌های انسان‌نما: تولید الگو بر مبنای مدل‌های بی محرک، نوسانگرهای غیرخطی ملهم از مولد مرکزی الگو، روش‌های یادگیری و شبکه عصبی.

۸- تولید مسیر برای حرکت پیکره کامل: معرفی روش‌های موجود در تولید مسیر برای پیکره کامل، برقراری تعادل در پیکره کامل.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. S. Kajita, H. Hirukawa, K. Harada, and K. Yokoi, *Introduction to Humanoid Robotics*, Springer Science & Business Media, 2013.
2. Ch. Chevallereau, G. Bessonnet, G. Abba, and Y. Aoustin, *Bipedal robots: modeling, design and walking synthesis*, John Wiley & Sons, 2013.
3. E. R. Westervelt, J. W. Grizzle, Ch. Chevallereau, J. H. Chol, and B. Morris, *Feedback control of dynamic bipedal robot locomotion*, 1st Edition, CRC Press: Taylor & Francis Group, 2007.
4. C. L. Vaughan, B. L. Davis, and J. C. O'Connor, *Dynamics of Human Gait*, 2nd Edition, Kiboho Publishers, 1999.
5. A. Goswami, and P. Vadakkepat, *Humanoid robotics: A reference*, Springer Science & Business Media, 2019.

ربات‌های متحرک

(Mobile Robots)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری روش‌های مدل‌سازی، تجزیه‌وتحلیل سینماتیکی و دینامیکی، مکان‌یابی و ناوبری در ربات‌های متحرک است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه‌ای بر ربات‌های متحرک و بازوهای مکانیکی: حرکت به‌وسیله با حرکت به‌وسیله چرخ.
۲- توصیف‌های فضایی و تبدیلات.
۳- سینماتیک مستقیم و معکوس بازوهای مکانیکی.
۴- ژاکوبین سرعت‌ها و نیروهای استاتیکی.
۵- سینماتیک ربات‌های متحرک چرخ‌دار، مانور پذیری، فضای کاری، کنترل حرکت سینماتیکی.
۶- ادراک، سنسورهای ربات‌های متحرک، استخراج ویژگی با استفاده از سنسورهای فاصله‌سنج.
۷- مقدمه‌ای بر رباتیک احتمالی، مکان‌یابی به کمک تلفیق سنسورها، نویز و الیازینگ، مکان‌یابی مارکوف، مکان‌یابی کالمن فیلتر، تولید نقشه و مکان‌یابی هم‌زمان.
۸- طرح‌ریزی مسیر، الگوریتم‌های اجتناب از موانع.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. J. Craig, *Introduction to Robotics*, 3rd Edition, Pearson Education, 2005.
2. R. Siegwart, I. R. Nourbakhsh, and D. Scaramuzza, *Introduction to Autonomous Mobile Robots*, 2nd Edition, The MIT Press, 2011.
3. S. Thrun, W. Burgard, and D. Fox, *Probabilistic Robotics*, MIT Press, 2005.
4. B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, and G. Oriolo, *Robotics Modelling, Planning and Control*, Springer-Verlag London, 2009.
5. G. Cook, and F. Zhang, *Mobile Robots: Navigation, Control and Remote Sensing*, John Wiley & Sons, 2019.

سیستم‌های میکرو الکترومکانیکی

(Micro Electro-Mechanical Systems)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری شیوه‌های مدل‌سازی، تجزیه‌وتحلیل، روش‌های ساخت و به‌کارگیری سیستم‌های میکرو الکترومکانیکی است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه‌ای بر میکرو سیستم‌ها، ویژگی‌ها و چالش‌های مدل‌سازی.
۲- اثر تغییر مقیاس در دنیای میکرو و نانو.
۳- رویکردهای طراحی میکرو سیستم‌ها.
۴- میکرو/نانو ساختارها، میکرو – نانو ساخت و مواد.
۵- یکپارچه‌سازی و بسته‌بندی.
۶- مدل‌سازی و اصول میکرو سیستم.
۷- اصول مبدل‌ها و دینامیک سیستم.
۸- اصول سیستم‌های محرکه و سنسور.
۹- مکانیک پایه‌ای و روش‌های انرژی.
۱۰-اصول الکترونیک، مدار و سیگنال.
۱۱-مطالعه موردی (محرکه‌های پیزوالکتریک، سنسورهای شتاب سنج و غیره).

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. S. D. Senturia, *Microsystem design*, Springer Science & Business Media, 2007.
2. T. R. Hsu, *MEMS and microsystems: design, manufacture, and nanoscale engineering*, John Wiley & Sons, 2008.
3. C. Liu, *Foundations of MEMS*, Pearson Education Asia, 2012.
4. N. P. Mahalik, *MEMS*, Tata McGraw-Hill Education, 2008.
5. M. Gad-el-Hak, *The MEMS Handbook*, CRC Press, 2002.
6. N. Maluf, and K. Williams, *Introduction to micro-electromechanical systems engineering*, Artech House, 2004.
7. M. J. Madou, *Fundamentals of Microfabrication: The Science of Miniaturization*, CRC Press, 2018.
8. J. W. Gardner, V. K. Varadan, and O. O. Awadelkarim, *Microsensors, MEMS, and smart devices*, John Wiley & Sons, 2001.
9. M. I. Younis, *MEMS Linear and Nonlinear Statics and Dynamics*, Springer Science & Business Media, 2011.
10. S. E. Lyshevski, *MEMS and NEMS: Systems, Devices, and Structures*, CRC Press, 2018.
11. Y. Tai, *Micro Electro Mechanical Systems*, Springer, 2018.

کنترل چند متغیره

(Multivariable Control)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس معرفی ابزارهای لازم جهت نمایش، تحلیل، طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های کنترل چند متغیره است.

رئوس مطالب:

۱- آشنایی با سیستم‌های کنترل چند متغیره: تفاوت‌های سیستم‌های تک ورودی – تک خروجی با سیستم‌های چند متغیره، محاسبه توابع انتقال، مفاهیم مربوط به صفرها و قطب‌های سیستم.

۲- نمایش و تحلیل سیستم‌های چند متغیره: روش فضای حالت، ماتریس تابع انتقال، تحلیل پایداری سیستم‌های چند متغیره.

۳- پایداری و عملکرد مقاوم سیستم‌های چند متغیره: معیارهای رفتار مقاوم سیستم، روش‌های کاهش اثر اختلال و نویز، پایداری مقاوم سیستم‌های چند متغیره.

۴- کنترل سیستم‌های چند ورودی – چند خروجی: روش‌های کاهش مرتبه در سیستم‌های دینامیکی، حل مسئله تنظیم، طراحی کنترل‌کننده‌های تعقیب، روش‌های طراحی کلاسیک از قبیل روش‌های مستقیم و معکوس نایکوئیست (DNA، INA)، طراحی بر اساس تبدیل سیستم‌های چند متغیره به چند سیستم MISO یا SISO.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
ندارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. J. M. Maciejowski, *Multivariable Feedback Design*, Addison-Wesley, 1989.
2. S. Skogestad,and I. Postlethwaite, *Multivariable Feedback Control*, John Wiley & Sons, 2005.
3. A. Khaki-Sedigh, and B. Moaveni, *Control Configuration Selection in Multivariable Plants*, Springer Science & Business Media, 2009.
۴. خاکی صدیق.ع، تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل چند متغیره، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۵.
5. S. Bingulac, *Algorithms for Computer-Aided Design of Multivariable Control Systems*, CRC Press, 2018.

کنترل در رباتیک

(Robotics Control)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری تئوری‌ها، استراتژی‌ها و روش‌های کنترل در رباتیک و انواع کنترل‌کننده‌ها در این زمینه است.

رئوس مطالب:

۱- مدل‌سازی سینماتیکی و دینامیکی ربات‌های سری: دینامیک عملگرها، ساده‌سازی مدل غیرخطی و بررسی رفتار سیستم‌های رسته دوم، طراحی کنترلرهای خطی، کنترل غیرمتمرکز.

۲- کنترل حرکت: کنترل در سطح سینماتیکی و دینامیکی، کنترل در فضای مفاصل، کنترل در فضای کاری، کنترل در حضور موانع، کنترل ربات‌های دارای افزونگی.

۳- طراحی کنترلرهای غیرخطی: مدل مبنا در فضای مفاصل و کارتزین، کنترل PD با جبران سازی جاذبه، ژاکوبین ترانهاده و الگوریتم بهبودیافته، کنترل مقاوم، مود لغزشی و مقید، کنترلر تطبیقی.

۴- کنترل نیرو: کنترل صریح و ضمنی نیرو، کنترل هیبرید موقعیت و نیرو، قیود طبیعی و مصنوعی، کنترل سختی و کنترل امپدانس.

۵- کنترل ربات‌های کم عملگر: ربات‌های با مفاصل یا بازوی انعطاف‌پذیر، ربات‌های با نقص عملگر.

۶- کنترل بر مبنای فیدبک تصویری (Visual Servoing): پردازش تصویر، تشخیص ویژگی، تفسیر تصاویر، تخمین موقعیت، بینایی استریو، کالیبراسیون دوربین، کنترل بینامبنا بر اساس موقعیت، کنترل بینامبنا بر اساس تصویر.

۷- ربات‌های رهبر و پیرو.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. J. J. Craig, *Introduction to Robotics, Mechanics and Control*, Addison-Wesley, 1989.
2. M. W. Spong, S. Hutchinson, and M. Vidyasagar, *Robot Dynamics and Control*, John Wiley & Sons, 2015.
3. J. E. Slotine, and W. Li, *Applied Nonlinear Control*, Prentice-Hall, 1991.
4. B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, and G. Oriolo, *Robotics Modelling, Planning and Control*, Springer-Verlag London, 2010.
5. Y. Matsuoka, H. F. Durrant-Whyte, and J. Neira, *Robotics: Science and Systems VI*, MIT Press, 2011.

کنترل سیستم‌های عصبی–عضلانی

(Control of Neuromuscular Systems)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس معرفی و فراگیری نحوه کنترل در سیستم‌های عصبی – عضلانی و پارامترهای تحت کنترل آن‌ها و همچنین بیان استراتژی‌هایی که احتمالاً در کنترل حرکت توسط سیستم اعصاب مرکزی استفاده می‌شود، است.

رئوس مطالب:

۱- کلیات مربوط به حرکت و عوامل مؤثر در آن.
۲- فیزیولوژی و مدل ماهیچه و اصول الکتریکی و مکانیکی آن.
۳- فیزیولوژی و مدل Muscle Spindle و اصول الکتریکی و مکانیکی آن.
۴- مدل فیزیولوژیکی کنترل حرکت.
۵- مشخصات دینامیکی سیستم هماهنگی موتورهای حرکتی در انسان.
۶- بررسی مشخصات حرکات Free-Wheeling، ارادی، غیرارادی، حرکات پیش‌بینی‌شده و پیش‌بینی‌نشده، حالت گذرا و دائم حرکات، حرکت تعقیب کنایی و حرکات ریتمیک.
۷- کنترل حالت انسان (Postural Control).
۸- حلقه‌های فیدبکی ماهیچه‌های اسکلتی.
۹- پاسخ گذرای دینامیک سیستم هماهنگی موتورهای حرکتی در انسان.
۱۰-پاسخ دینامیک سیستم هماهنگی حرکت اشخاص با ناراحتی پارکینسون (اثر آوران بر کنترل حرکت).
۱۱-بررسی سیستم کنترل حرکت دست.
۱۲-نقش نخاع، مخچه، قشر حرکتی مخ، عقده‌های قاعده‌ای و خاصیت فنری ماهیچه در سیستم کنترل حرکت.
۱۳-اثر تحریک‌های خارجی (مانند FES) در ایجاد و کنترل حرکت.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. M. A. Arbib, *The Handbook of Brain Theory and Neural Networks*, MIT Press, 2002.
2. T. A. McMahon, *Muscles, Reflexes, and Locomotion*, Princeton University Press, 1984.
3. I. McMillan, and G. Carin-Levy, *Tyldesley and Grieve's Muscles, Nerves and Movement in Human Occupation*, 4th Edition, Wiley-Blackwell, 2012.
4. G. Pocock, *Human Physiology the Basis of Medicine*, Oxford University Press, 1999.
5. A. C. Guyton, and J. E. Hall, *Textbook of Medical Physiology*, Elsevier Inc., 2006.
6. L. Sherwood, *Human physiology: from Cells to Systems*, Cengage Learning, 2015.

کنترل فازی

(Fuzzy Control)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس، مطالعه و طراحی کنترل‌کننده‌هایی است که بتوانند رفتار خود را در پاسخ به تغییرات سیستم و اغتشاشات وارد به آن با استفاده از نظریه فازی اصلاح نمایند.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه (معرفی، جایگاه کنترل فازی در مقایسه با سایر روش‌های کنترلی، تعاریف، اصول و منطق فازی).
۲- ریاضیات فازی (مجموعه‌ها، توابع عضویت روابط، قوانین و متغیرهای زبانی).
۳- سیستم‌های فازی (معادل‌سازی، فازی سازی و پایگاه قوانین و موتور استنتاج فازی).
۴- طراحی فازی سیستم و تقریب زدن سیستم با استفاده از داده‌های ورودی و خروجی.
۵- طراحی کنترل‌کننده‌های فازی (روش سعی و خطا، انواع کنترل‌کننده‌های فازی مانند کنترل پایدار، بهینه و غیره).

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. L. X. Wang, *a Course in Fuzzy Systems and Control*, Prentice-Hall, 1997.
2. K. M. Passino, *Fuzzy Control*, Addison-Wesley, 1998.
3. L. Reznik, *Fuzzy Controllers*, Leonid Reznik, 1997.
4. G. Langholz, and M. Margaliot, *New Approaches to Fuzzy Modeling and Control: Design and Analysis*, 1st Edition, World Scientific Pub Co Inc., 2000.
5. H. Ying, *Fuzzy Control & Modeling: Analytical Foundations and Applications*, 1st Edition, Wiley-IEEE Press, 2000.
6. K. Tanaka, and H. Wang, *Fuzzy Control Systems Design and Analysis: a Linear Matrix Inequality Approach*, John Wiley & Sons, 2004.
7. G. Chen, and T. T. Pham, *Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems*, CRC Press, 2019.
8. K. Michels, F. Klawonn, R. Kruse, and A. Nürnberger, *Fuzzy Control, Fundamentals, Stability and Design of Fuzzy Controllers*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006.
9. C. W. De Silva, *Intelligent Control: Fuzzy Logic Applications*, CRC Press, 2018.
10. Z. Kovacic, and S. Bogdan, *Fuzzy Controller Design: Theory and Applications*, CRC Press, 2018.

مواد و سازه‌های هوشمند

(Smart Materials and Structures)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مبانی و معادلات ساختاری مرتبط با انواع مواد هوشمند و همچنین کاربرد آن‌ها در علوم مهندسی است.

رئوس مطالب:

۱- آشنایی با انواع مواد هوشمند از گروه اول شامل مواد کرومیک، فتوکرومیک، ترموکرومیک، مکانوکرومیک و الکتروکرومیک و گروه دوم شامل مواد فتوولتائیک (قدرت زای نوری)، مواد ترموالکتریک (دما برقی)، مواد نورتاب، مواد پیزوالکتریک، آلیاژهای حافظه‌دار، سیالات هوشمند و نانو مواد هوشمند و دسته مواد هوشمند دیگر نظیر مواد الکترورئولوجیکال، مگنتورئولوجیکال، مگنتوستریکتیو، پیزوالکتریک، مواد متخلخل و نانو کامپوزیت‌های هوشمند و مواد مدرج تابعی.

۲- کاربردهای مواد هوشمند در مهندسی مکانیک، در مهندسی هوافضا، مهندسی برق، کامپیوتر، رباتیک، مهندسی عمران و مهندسی پزشکی.

۳- مفهوم کوپلینگ در دامنه‌های فیزیکی.

۴- مبانی مکانیک مواد.

۵- مبانی الکترواستاتیک و مگنتواستاتیک.

۶- آشنایی با مواد پیزوالکتریک شامل مطالعه روابط ساختاری و استخراج روابط کاربردی در حساسه ها و عملگرها.

۷- آشنایی با مواد حافظه‌دار خصوصاً آلیاژهای فلزی حافظه‌دار و مطالعه روابط ساختاری این مواد.

۸- کاربرد سازه‌های متشکل از آلیاژهای حافظه‌دار در سیستم‌های کنترل موقعیت.

۹- پلیمرهای الکترواکتیو و کاربرد آن‌ها در رباتیک و سازه‌های هوشمند.

۱۰-سیالات مگنتورئولوژیک و کاربرد آن‌ها در شیرها و سیستم‌های انتقال قدرت هوشمند.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. D. J. Leo, *Engineering Analysis of Smart Material Systems*, 1st Edition, John Wiley & Sons, 2007.
2. R. Smith, *Smart Material Systems: Model Developments*, Society for Industrial and Applied Mathematics, 2005.
3. X. Hou, *Design, Fabrication, Properties and Applications of Smart and Advanced Materials*, CRC Press, 2016.
۴. فنائی.ن و سیدان.س.م، آلیاژهای حافظه‌دار شکلی از تئوری تا کاربرد، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۸.

نانو رباتیک

(Nano Robotics)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری طراحی، ساخت، تحلیل و کنترل ربات‌ها در ابعاد نانو و همچنین آشنایی با انواع عملگرها و سنسورها در مقیاس نانو و کاربردهای مختلف ربات‌های نانو است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه‌ای بر نانو رباتیک: سیستم‌های نانو رباتیکی، اثرات اندازه در پارامترهای فیزیکی، نمونه‌هایی از سیستم‌های نانو رباتیکی در دنیا.

۲- فیزیک در مقیاس نانو: نیرو در مقیاس نانو شامل نیروهای واندروالس، الکترواستاتیک، هیدراتاسیون و غیره، چسبندگی و انرژی سطح، مکانیک تماس شامل مدل هرتز، DMT، JKR، MD، آشنایی با ساخت و تولید در ابعاد نانو و ساخت اجزا نانو ربات‌ها.

۳- عملگرهای نانو: موتورهای مولکولی، عملگرهای الکترواستاتیک، گرمایی، التراسونیک، الکترومغناطیسی، مبتنی بر آلیاژهای حافظه‌دار، پلیمری، پیزوالکتریک، بیومولکولی و مبتنی بر لیزر.

۴- سنسورهای نانو: سنسورهای بصری شامل انواع میکروسکوپ‌های نوری، SPM، STM، AFM، مغناطیسی، حرارتی و غیره، انواع سنسورهای موقعیت، انواع سنسورهای نیرو و فشار، شتاب سنج‌ها، ژیروسکوپ‌ها، سنسورهای شیمیایی و سنسورهای جریان.

۵- انرژی در نانو ربات‌ها.

۶- کنترل نانو ربات‌ها: سینماتیک و دینامیک، روش‌های مختلف کنترلی شامل حلقه باز، حلقه بسته، پس‌خور تماسی، فیدبک بصری بلادرنگ، کنترل موقعیت، کنترل گسترده، روش‌های آماری در موقعیت‌یابی نانو ربات‌ها.

۷- طراحی و مدل‌سازی سیستم‌های نانو: استراتژی‌های طراحی، مدل‌سازی در ابعاد اتمی، مدل‌سازی CAD نانو ساختارها.

۸- توسعه ادوات الکترونیکی با استفاده از نانو ربات‌ها و کاربرد نانو ربات‌ها در پزشکی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	ندارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. N. Xi, and G. Li, *Introduction to nanorobotic manipulation and assembly*, Artech House, 2012.
2. K. D. Sattler, *Handbook of nanophysics: nanomedicine and nanorobotics*, CRC Press, 2010.
3. J. N. Israelachvili, *Intermolecular and surface forces*, Academic press, 2015.
4. M. Scherge, S. N. Gorb, and S. Gorb, *Biological Micro-and Nanotribology*, Springer Science & Business Media, 2001.
5. V. J. Morris, A. R. Kirby, and A. P. Gunning, *Atomic Force Microscopy for Biologists*, World Scientific Publishing Co., 1999.
6. D. Sarid, *Scanning Force Microscopy: with Applications to Electric, Magnetic, and Atomic Forces*, Oxford University Press on Demand, 1994.
7. H. J. Güntherodt, D. Anselmetti, and E. Meyer, *Forces in Scanning Probe Methods*, Springer Science & Business Media, 2012.
8. B. Bhushan, *Handbook of Micro/Nano Tribology*, CRC Press, 1998.
9. L. Ristić, *Sensor Technology and Devices*, Artech House on Demand, 1994.
10. S. D. Senturia, *Microsystem Design*, Springer Science & Business Media, 2007.
11. S. M. Sze, *Semiconductor sensors*, John Wiley & Sons, 1994.
12. T. R. Hsu, *MEMS and Microsystems: Design, Manufacture, and Nanoscale Engineering*, John Wiley & Sons, 2008.
13. V. Lynn, and K. Cooley, *Nanorobotics*, Scientific e-Resources, 2018.

یادگیری عمیق

(Deep Learning)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مبانی تئوری یادگیری عمیق، مدل‌های مختلف و تکنیک‌های آموزش شبکه‌های عصبی برای یادگیری عمیق است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه‌ای بر جایگاه و تاریخچه یادگیری عمیق.

۲- مقدمه‌ای بر شبکه‌های عصبی.

۳- بهینه‌سازی در شبکه‌های عصبی: Mini-batch SGD و Stochastic Gradient Descent.

۴- آموزش شبکه‌های عصبی: توابع فعال‌سازی، مقداردهی اولیه، Regularization and Dropout، نرمال‌سازی دسته‌ای (Batch Normalization)، الگوریتم پرفشار خط (Back Propagation)، قواعد به‌روزرسانی، Ensembles, Data Augmentation.

۵- شبکه‌های عصبی کانولوشنی: لایه‌های Pooling، Convolution و Fully Connected.

۶- نرم‌افزارهای یادگیری عمیق:

Caffe, Torch, Theano, TensorFlow, Keras, Py Torch, etc.

۷- معماری‌های شبکه‌های عصبی کانولوشنی:

AlexNet, VGG, GoogleNet, ResNet, etc.

۸- شبکه‌های عصبی بازگشتی:

RNN, LSTM, GRU, image captioning and Attention, soll attention.

۹- یادگیری عمیق در تشخیص (Detection) و پخش بندی (Segmentation):

R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN.

۱۰-مصورسازی و اجرای شبکه‌های عمیق.

۱۱-مدل‌های مولد (Generative Models):

PixelRNN/CNN, Autoencoders, Generative Adversarial Networks (GAN).

۱۲-یادگیری تقویتی عمیق:

Policy gradients, hard attention, Q-Learning, Actor-Critic.

۱۳-کاربردهای عملی در مکاترونیک.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. L. Goodfellow, Y. Bencia, and A. Courville, *Deep Learning*, MIT Press, 2016.
2. H. H. Aghdarn, and E. J. Heravl, *Guide to Convolutional Neural Networks*, Springer Science & Business Media, 2017.
3. N. Buduma, and N. Locascio, *Fundamentals of Deep Learning: Designing Next-Generation Machine Intelligence Algorithms*, O'Reilly Media, 2017.
4. J. Patterson, and A. Gibson, *Deep Learning: A Practitioner's Approach*, O'Reilly Media, 2017.
5. P. Kim, *MATLAB Deep Learning: With Machine Learning, Neural Networks and Artificial Intelligence*, 1st Edition, Apres, 2017.

یادگیری ماشین

(Machine Learning)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مقدمات، اصول، تکنیک‌ها و کاربردهای مبحث یادگیری ماشین مدرن است.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه.
۲- یادگیری بیزی.
۳- یادگیری بر پایه مثال.
۴- ارزیابی فرضیه.
۵- الگوریتم انتشار خطا به عقب.
۶- ماشین بردار پشتیبان.
۷- رگرسیون خطی و لاجستیک.
۸- نظریه یادگیری محاسباتی.
۹- ترکیب دسته‌بندها.
۱۰-مدل اختلاط.
۱۱-یادگیری بر خط.
۱۲-یادگیری نیمه نظارتی.
۱۳-یادگیری فعال.
۱۴-یادگیری چند برچسبی.
۱۵-یادگیری از داده‌های غیر کامل.
۱۶-کاربردها در مکاترونیک.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. M. Mohri, A. Rostamizadeh, and A. Talwalkar, *Foundations of Machine Learning*, MIT Press, 2012.
2. T. M. Mitchell, *Machine Learning*, McGraw-Hill, 1997.
3. C. M. Bishop, *Pattern Recognition and Machine Learning*, Springer Science & Business Media, 2006.
4. S. Marsland, *Machine Learning: an Algorithmic Perspective*, Chapman and Hall/CRC, 2014.
5. C. Sammut, and G. I. Webb, *Encyclopedia of Machine Learning and Data Mining*, Springer Science & Business Media, 2017.

پردازش تصویر

(Image Processing)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** پردازش سیگنال‌های دیجیتال

هدف درس:

هدف در این درس معرفی مفاهیم تئوری موضوع پردازش تصاویر دیجیتال و پیاده‌سازی و ارزیابی الگوریتم‌های آن در یک محیط برنامه‌نویسی مناسب است. ارائه تکالیف کامپیوتری متناسب با موضوع درس در ایجاد درک مناسبی از موضوعات درسی، کمک بسیاری خواهد کرد.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه، پردازش تصاویر دیجیتال، تاریخچه و حوزه‌های مختلف به‌کارگیری آن با توجه به طیف الکترومغناطیسی.

۲- اصول تصاویر دیجیتال، اجزا درک بصری، انواع تصویربردارها، نمونه‌برداری و کوانتیزه کردن تصاویر، تقسیم‌بندی عملگرهای پردازش تصاویر.

۳- بهبود کیفیت تصاویر دیجیتال در حوزه مکان، تبدیلات سطوح خاکستری، پردازش بر مبنای هیستوگرام، عملگرهای ریاضی و منطقی، اصول فیلترهای مکانی، فیلترهای مکانی هموارساز (Smoothing) و برجسته‌ساز (Sharpening).

۴- بهبود کیفیت تصاویر دیجیتال در حوزه فرکانس، تبدیل فوریه گسسته دوبعدی، پیاده‌سازی فیلتر در فضای فرکانس، فیلترهای هموارسازی و برجسته‌سازی در فضای فرکانس، فیلتر هم‌ریختی، پیاده‌سازی تبدیل فوریه دوبعدی.

۵- بازیابی تصویر، مدلی برای فرایند بازیابی، مدل‌های نویز در پردازش تصاویر، بازیابی تصویر در حضور نویز، بازیابی تصویر با تخمین توابع تخریب‌کننده، تبدیلات هندسی.

۶- پردازش تصاویر مبتنی بر ریخت‌شناسی، اصول عملگرهای ریخت‌شناسی، فرسایش و اتساع، عملگرهای باز و بسته کردن، بعضی از الگوریتم‌های اصلی مبتنی بر ریخت‌شناسی.

۷- تقطیع تصویر، آشکارسازی انواع ناپیوستگی‌ها، انواع لبه‌یاب‌ها، پیوند لبه‌ها، تقطیع بر مبنای آستانه گذاری، تقطیع بر مبنای نواحی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. R. C. Gonzalez, and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, 3rd Edition, Prentice-Hall, 2007.
2. W. K. Pratt, *Digital Image Processing*, 4th Edition, John Wiley & Sons, 2007.
3. R. C. Gonzalez, R. E. Woods, and S. L. Eddins, *Digital Image Processing using MATLAB*, 1st Edition, Prentice-Hall, 2004.
4. A. K. Jain, *Fundamentals of Digital Image Processing*, 1st Edition, Prentice-Hall, 1989.
5. W. Burger, and M. J. Burge, *Digital Image Processing: an Algorithmic Introduction Using Java*, Springer Science & Business Media, 2016.
6. M. Sonka, V. Hlavac, and R. Boyle, *Image Processing, Analysis, and Machine Vision*, Cengage Learning, 2014.
7. Y. J. Zhang, *Image Processing*, Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2017.

اتوماسیون در تولید

(Automation in Manufacturing)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری نحوه به‌کارگیری اتوماسیون در خطوط تولید و مونتاژ شامل طراحی و ساخت انتقال‌دهنده‌های خطی دوار، تغذیه‌کننده‌ها، قید و بست‌ها است.

رئوس مطالب:

۱- مروری بر اصول تولید و بررسی استراتژی اتوماسیون.
۲- اتوماسیون سیستم‌های تولید انبوه.
۳- طراحی و ساخت انتقال‌دهنده‌های خطی و دوار، تغذیه‌کننده‌ها، قیدها و بست‌ها.
۴- تحلیل خطوط تولید اتوماتیک.
۵- به‌کارگیری ربات‌ها در خطوط تولید و مونتاژ: جانمایی، دقت و تکرارپذیری، کنترل تفکیک‌پذیری و ظرفیت ترابری ربات‌ها در خطوط تولید و مونتاژ.
۶- اتوماسیون حمل‌ونقل در تولید.
۷- اتوماسیون سیستم انبارهای تولید و ابزار.
۸- اتوماسیون سیستم‌های مدیریت و کنترل تولید.
۹- اتوماسیون بازرسی و کنترل مرغوبیت و کیفیت.

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. M. P. Groover, *Automation, Production Systems, and Computer: Integrated Manufacturing*, 5th Edition, Pearson Education, 2018.
2. R. T. Wright, and M. Berkeihiser, *Manufacturing and Automation Technology*, 3rd Edition, Goodheart-Willcox, 2011.
3. H. Kühnle, and G. Bitsch, *Foundations & Principles of Distributed Manufacturing*, Springer Science & Business Media, 2015.
4. T. O. Boucher, *Computer Automation in Manufacturing: an Introduction*, Springer Science & Business Media, 1996.
5. F .A. Aziz, *Manufacturing System*, InTech, 2012.
6. M. S. F. Nezhad, *Practical Concepts of Quality Control*, InTech, 2012.
7. T. R. Kurfess, *Robotics and Automation Handbook*, CRC Press, 2005.
8. H. Jack, *Integration and Automation of Manufacturing Systems*, Hugh Jack, 2001.
9. R. A. Silverman, and F. L. Lewis, *Robotics: Mechanical Engineering Handbook*, CRC Press, 1999.
10. J. P. Davim, *Modern Manufacturing Engineering*, Springer, 2015.

مدیریت تجاری و بازرگانی

(Business Management)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس آموزش مفاهیم اساسی مدیریت کارآفرینی و ایجاد کسب‌وکارهای نوین و دانش‌بنیان است. دانشجویان در این درس با اصول تدوین طرح کسب‌وکار، راه‌اندازی شرکت، بازاریابی و فروش آشنا می‌شوند.

رئوس مطالب:

۱- مفاهیم و تعاریف مدیریت در کسب‌وکارهای نوین، سیر تحول مدیریت در دنیا، اهمیت و ضرورت مدیریت.

۲- تعریف نوآوری و خلاقیت، فرآیند نوآوری، سطوح و انواع نوآوری ، اصول اختراع و نوآوری، ایده و فرصت.

۳- مدیریت و زمان‌بندی کارها و منافع در کسب‌وکار، مدیریت امور مالی، تعریف فعالیت‌های مالی، برآورد سرمایه، منابع سرمایه، تنظیم اسناد و مدارک مالی شرکت، مدیرت دارایی، حساب سود و زیان و هزینه‌ها.

۴- تهیه مدل کسب‌وکار، تفاوت مدل و طرح کسب‌وکار، چگونگی تنظیم و ارائه طرح کسب‌وکار، آشنایی با مراکز رشد و کارآفرینی و روش‌های کسب سرمایه.

۵- آشنایی با روش‌های نوین تجارت الکترونیک و بازاریابی و فروش، ابزارهای بازاریابی، روش‌های نوین تبلیغات در بستر شبکه‌های اجتماعی، استفاده از رسانه‌ها و ابزارهای تبلیغات، بازاریابی دیجیتال در جهان آینده، کسب‌وکار بین‌المللی (تجارت و صادرات)، فرهنگ کارآفرینی.

۶- سازمان‌دهی و ساختار یک کسب‌وکار، انواع ساختارهای سازمانی، مراحل مدیریت کسب‌وکار، وظایف مدیر کسب‌وکار، آشنایی با انواع شرکت‌ها، مراحل راه‌اندازی شرکت‌های دانش‌بنیان، رهبری در کسب‌وکار.

۷- آشنایی با و مقررات شرکت‌ها، قوانین کسب‌وکار، ثبت برند و علامت تجاری، مراحل کسب مجوزها.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: دارد

منابع اصلی:

1. E. Ries, *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous*, Taylor & Francis, 2016.
2. S. Case, *The Third Wave: An Entrepreneur's Vision of the Future*, Taylor & Francis, 2008.
3. Osterwalder, *Business Model Generation*, 3rd Edition, Entrepreneur Press, 2010.
4. Osterwalder, *Start you own business*, 6th Edition, Entrepreneur Press, 2015.
5. L. A. Gollenia, *a Handbook of Business Transformation Management Methodology*, Routledge, 2016.
6. M. Easterby-Smith, R. Thorpe, and P. R. Jackson. *Management and Business Research*, SAGE Publication, 2015.

سیستم‌های کنترل دیجیتال

(Digital Control System)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** - **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

در این درس، اصول گسسته‌سازی و بررسی اثرات آن در سیستم‌های خطی، روش‌های تحلیل پایداری و طراحی کنترل‌کننده‌های دیجیتال معرفی می‌گردد.

رئوس مطالب:

۱- مقدمه: معرفی سیستم‌های دیجیتال و کامپیوتری، گذر از زمان پیوسته به گسسته و از مقدار پیوسته به دیجیتال، نمایش سیگنال نمونه‌ها در حوزه پیوسته و در حوزه گسسته، ساختار کلی سیستم کنترل دیجیتال، مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال، نمونه‌برداری و بازسازی داده‌ها و قضایای مربوط به آن، اهمیت فرکانس نمونه‌برداری، مبدل‌های دیجیتال به آنالوگ.

۲- نمایش سیستم‌های دیجیتال: معرفی تبدیل z، خواص تبدیل z، نمایش سیستم با معادلات تفاضلی و حل آن‌ها، تبدیل z تکمیلی، نمایش فضای حالت سیستم‌های گسسته.

۳- تحلیل رفتار سیستم‌های زمان گسسته: خصوصیات پاسخ زمانی سیستم‌ها، مفهوم پایداری و تحلیل پایداری به روش روث و Jury، تحلیل پایداری به روش نایکوئیست.

۴- طراحی کنترل‌کننده‌های دیجیتال: جبران سازهای پیش فاز، پس فاز، پیش فاز - پس فاز، و کنترل‌کننده‌های PID دیجیتال، طراحی به کمک مکان هندسی ریشه‌ها، طراحی به کمک پاسخ فرکانسی در صفحه W، اصول طراحی بر اساس معادل‌های زمان گسسته کنترل‌کننده‌های آنالوگ.

۵- روش‌های طراحی در فضای حالت: طراحی با استفاده از مفاهیم تحقق‌ها، رؤیت گری و بازخور حالت، روش جایابی قطب‌ها.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

1. C. L. Phillips, and T. Nagle, *Aranya Chakrabortty, Digital Control System Analysis & Design*, 4th Edition, Pearson Education, 2014.
2. G. F. Franklin, J. D. Powell, and M. L. Workman, *Digital Control Of Dynamic Systems*, 3rd Edition, Pearson Education, 2005.
3. K. Ogata, *Discrete-Time Control Systems*, 2nd Edition, Pearson Education, 1995.
4. M. S. Fadali, and A. Visioli, *Digital Control Engineering: Analysis and Design*, 2nd Edition, Academic Press, 2012.
5. R. G. Jacquot, *Modern Digital Control Systems*, Routledge, 2019.

مباحث ویژه در مکاترونیک

(Selected Topics in Mechatronics)

تعداد واحد نظری: ۳	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: اختیاری	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مباحث ویژه و جدید در مهندسی مکاترونیک و هم‌چنین کاربرد تکنیک‌های موردنیاز جهت انجام امور تحقیقاتی است.

رئوس مطالب:

استاد ارائه‌کننده با توجه به تخصص خود، مباحث و رئوس مطالب را به گروه پیشنهاد داده که پس از بحث، بررسی و تأیید در گروه، درس قابل‌ارائه خواهد بود.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	دارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

متناسب با نظر استاد راهنما ارائه می‌شود.

سمینار ۱

(Seminar I)

تعداد واحد نظری: ۱	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: سمینار – الزامی	**پیش‌نیاز:** ندارد

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری عملی نحوه جستجوی مطلب در منابع معتبر، مرور مقالات و سپس ارائه یک گزارش مدون از مطالب مرور شده و ارائه آن به‌صورت شفاهی است.

رئوس مطالب:

۱- تبیین مراحل تحقیق شامل انتخاب موضوع، تکمیل تحقیق، گزارش و ارائه.
۲- جستجوی بهینه در اینترنت، پایگاه‌های داده و منابع الکترونیکی.
۳- روش تحقیق در علوم مهندسی و مکاترونیک.
۴- اصول گزارش‌نویسی، کار با نرم‌افزارهای مربوطه مانند Word MS و LATEX.
۵- اصول ارائه سمینار، نحوه آماده‌سازی ارائه، کار با نرم‌افزارهای مربوطه مانند Point Power.
۶- اصول و نکات مقاله‌نویسی و ارسال مقاله برای کنفرانس‌ها و مجلات.
۷- اصول اخلاقی در انجام تحقیق، کار با داده‌های حیاتی، نوشتن گزارش، مقاله و ارائه سمینار.
۸- مدیریت اطلاعات علمی، کار با نرم‌افزارهای مربوطه مانند EndNote.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	ندارد	ندارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

۱. شادگار.ب، و عصاره.ع، اصول تدوین نوشتارهای علمی، انتشارات ارمغان، ۱۳۸۸.
۲. رانکوهی.س.م.ت، شیوه ارائه مطالب علمی و فنی، ویراست سوم، انتشارات جلوه، ۱۳۸۹.

سمینار ۲

(Seminar II)

تعداد واحد نظری: ۱	**تعداد واحد عملی:** – **حل تمرین:** ندارد
نوع درس: سمینار – الزامی	**پیش‌نیاز:** سمینار ۱

هدف درس:

هدف از این درس آماده‌سازی پیشنهادیه پایان‌نامه توسط دانشجو و دفاع از آن می‌باشد.

رئوس مطالب:

در این درس دانشجویان زیر نظر استاد راهنمای خود و با توجه به مطالب فراگرفته شده در درس سمینار ۱، پیشنهادیه مربوط به پایان‌نامه خود با موضوع مشخص را آماده کرده و در انتها ضمن تحویل آن به استاد راهنمای خود، در حضور وی و یک استاد داور که از سوی گروه تعیین گردیده، پیشنهادیه را به‌صورت شفاهی ارائه داده و از آن دفاع می‌کنند.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	ندارد	ندارد	دارد

بازدید: ندارد

منابع اصلی:

متناسب با نظر استاد راهنما ارائه می‌شود.

پیوست

جدول‌های تطبیقی دروس

۱- علت بازنگری برنامه درسی

هدف از بازنگری برنامه درسی، به‌روز نمودن سرفصل دروس با توجه به تجربیات به‌دست‌آمده و همچنین پیشرفت‌های ایجادشده در مهندسی مکاترونیک، افزایش توانمندی‌ها در ارائه دروس و تنوع دادن به درس‌های ارائه‌شده و همچنین اضافه نمودن دروس کاربردی جدید به برنامه درسی این رشته مهندسی می‌باشد.

تغییرات اعمال‌شده در جداول تطبیقی مطابق با بازنگری آخرین سرفصل رشته مهندسی مکانیک مصوب ۲۶ جلسه مورخ ۹۴/۴/۲۱ شورای دانشگاه است.

۲- جدول تطبیقی دروس تخصصی

دروس قدیم			دروس جدید			استاد بازنگری کننده درس	توضیحات	امضاء
نام درس	تعداد واحد		نام درس	تعداد واحد				
	نظری	عملی		نظری	عملی			
ریاضیات پیشرفته ۱	۳	–	ریاضیات پیشرفته ۱	۳	–	حسین کریم پور	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
مکاترونیک ۱	۳	–	مکاترونیک ۱	۳	–	حامد شهبازی	–	
مکاترونیک ۲	۳	–	مکاترونیک ۲	۳	–	شهرام هادیان	–	
کنترل پیشرفته	۳	–	کنترل پیشرفته ۱	۳	–	محمد عطایی	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
شناسایی سیستم‌ها	۳	–	شناسایی سیستم	۳	–	شهرام هادیان	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
رباتیک پیشرفته	۳	–	رباتیک پیشرفته	۳	–	مریم ملک زاده	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	

۳- جدول تطبیقی دروس اختیاری

دروس قدیم			دروس جدید			استاد بازنگری کننده درس	توضیحات	امضاء
نام درس	تعداد واحد		نام درس	تعداد واحد				
	نظری	عملی		نظری	عملی			
حساسه‌ها و کالیبراسیون	۳	–	حساسه‌ها و کالیبراسیون	۳	–	نیما جمشیدی	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره	۳	–	هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره	۳	–	حامد شهبازی	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
سیستم‌های بی‌درنگ	۳	–	سیستم‌های بی‌درنگ	۳	–	محمد کاظمی	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
هوش مصنوعی توزیع‌شده	۳	–	هوش مصنوعی توزیع‌شده	۳	–	حامد شهبازی	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
اتوماسیون صنعتی	۳	–	اتوماسیون صنعتی	۳	–	حامد شهبازی	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
شبکه‌های صنعتی	۳	–	شبکه‌های صنعتی	۳	–	محمد کاظمی	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
هیدرولیک و نیوماتیک پیشرفته	۳	–	هیدرولیک و نیوماتیک پیشرفته	۳	–	علیرضا آریایی	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
سیستم‌های کنترل تطبیقی	۳	–	کنترل تطبیقی	۳	–	محمد عطایی	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	

شبیه‌سازی و مدل‌سازی در بیومکاترونیک	۳	–	شبیه‌سازی و مدل‌سازی در بیومکاترونیک	۳	–	حمید صادقیان	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
بینایی ماشین	۳	–	بینایی ماشین	۳	–	محمد کاظمی	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
شبکه‌های عصبی	۳	–	شبکه‌های عصبی	۳	–	حامد شهبازی	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			شبکه‌های عصبی پیشرفته	۳	–	حامد شهبازی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
طراحی مدارهای واسط	۳	–	طراحی مدارهای واسط	۳	–	محمد کاظمی	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
کنترل غیرخطی	۳	–	کنترل غیرخطی	۳	–	مریم ملک زاده	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			کنترل غیرخطی پیشرفته	۳	–	محمد عطایی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
کنترل بهینه	۳	–	کنترل بهینه	۳	–	مهدی مرتضوی	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
کنترل مقاوم	۳	–	کنترل مقاوم	۳	–	حمیدر ضا کوفی گر	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	

طراحی مکانیزم‌های پیشرفته	۳	–	طراحی مکانیزم‌های پیشرفته	۳	–	شهرام هادیان	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
دینامیک پیشرفته	۳	–	دینامیک پیشرفته	۳	–	مریم ملک زاده	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
ارتعاشات پیشرفته	۳	–	ارتعاشات پیشرفته	۳	–	حسین کریم پور	ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			برنامه‌نویسی پیشرفته	۳	–	حامد شهبازی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			پایش ماشین‌ها و عیب‌یابی	۳	–	شهرام هادیان	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			داده‌کاوی	۳	–	حامد شهبازی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			ربات‌های انسان‌نما	۳	–	شهرام هادیان	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			ربات‌های متحرک	۳	–	حسین کریم پور	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			سیستم‌های میکرو الکترومکانیکی	۳	–	شهرام هادیان	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	

–			کنترل چند متغیره	۳	–	محمد عطایی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			کنترل در رباتیک	۳	–	حسین کریم پور	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			کنترل سیستم‌های عصبی-عضلانی	۳	–	حمید صاقیان	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			کنترل فازی	۳	–	حامد شهبازی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			مواد و سازه‌های هوشمند	۳	–	شهرام هادیان	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			نانو رباتیک	۳	–	شهرام هادیان	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			یادگیری عمیق	۳	–	حامد شهبازی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			یادگیری ماشین	۳	–	محمد کاظمی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
–			پردازش تصویر	۳	–	محمد کاظمی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
اتوماسیون در تولید	۳	–	اتوماسیون در تولید	۳	–	–	بدون تغییر	

مدیریت تجاری و بازرگانی	۳	–	مدیریت تجاری و بازرگانی	۳	–	–	بدون تغییر	
–			سیستم‌های کنترل دیجیتال	۳	–	مهدی ادریسی	اضافه شده، ویراستاری، بازنگری رئوس مطالب و منابع نسبت به آخرین بازنگری وزارت علوم	
مباحث ویژه در مکاترونیک	۳	–	مباحث ویژه در مکاترونیک	۳	–	–	بدون تغییر	

۳- جدول تطبیقی دروس جبرانی

دروس قدیم			دروس جدید			استاد بازنگری کننده درس	توضیحات	امضاء
نام درس	تعداد واحد		نام درس	تعداد واحد				
	نظری	عملی		نظری	عملی			
مقاومت مصالح ۱	۳	–	–			بدون تغییر	حذف شده	
طراحی اجزاء ۱	۳	–	–			بدون تغییر	حذف شده	
مبانی مهندسی برق	۳	–	–			بدون تغییر	حذف شده	
دینامیک	۴	–	دینامیک	۴	–	بدون تغییر	–	
–			سیستم‌های دیجیتال ۱	۳	–	بدون تغییر	اضافه شده	
کنترل اتوماتیک	۳	–	کنترل خطی	۳	–	بدون تغییر	جایگزین شده	