



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



برنامه درسی رشته

مهندسی کامپیوتر

COMPUTER ENGINEERING TITLE

مقطع کارشناسی ارشد

گرایش

هوش مصنوعی و رباتیک

Artificial Intelligence and Robotics

مصوب چهل و چهارمین جلسه شورای دانشگاه

مورخ ۱۴۰۴/۸/۷



اعضای کمیته تدوین و بازنگری برنامه:

دکتر احمد رضا نقش نیلچی

دکتر سید پیمان ادیبی

دکتر حسین کارشناس نجف آبادی

دکتر حمید رضا برادران کاشانی

دکتر الهام کردی قصرالدشتی

دکتر حسین ماهوش محمدی

عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان

عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان

عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان

عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان

عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان

عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان



فهرست

فصل اول: مشخصات کلی برنامه درسی	۷
الف) مقدمه: معرفی کلی و تبیین برنامه درسی	۸
ب) اهداف	۸
پ) اهمیت و ضرورت	۸
ت) تعداد و نوع واحدهای درسی	۹
ث) نقش، توانایی و شایستگی مورد انتظار از دانش‌آموختگان	۱۰
ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره	۱۰
چ) شرایط، ضوابط و الزامات اجرا و گسترش رشته؛	۱۱
ح) زمینه‌های شغلی حال و آینده	۱۱
خ) جایگاه تمدنی، فرهنگی و اجتماعی	۱۲
فصل دوم: جدول عناوین و مشخصات دروس	۱۳
جدول ۲: عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی	۱۴
جدول ۳: عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی	۱۵
جدول ۴: عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری	۱۶
فصل سوم: ویژگی‌های دروس	۱۷
یادگیری ماشین	۲۰
شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق	۲۲
شناسایی الگو	۲۴
رایانش تکاملی	۲۶
متغیرها و فرایندهای تصادفی	۲۸
بینایی ماشین	۳۰
تصویرپردازی رقمی	۳۲
پنهان سازی اطلاعات	۳۴
پردازش زبان طبیعی	۳۶



گفتار پردازی رقمی.....	۳۸.....
جستجو و بازیابی اطلاعات در وب.....	۴۰.....
ربات های متحرک خودگردان.....	۴۲.....
مباحث پیشرفته در یادگیری عمیق.....	۴۴.....
تحلیل داده های زیستی.....	۴۶.....
بیوانفورماتیک.....	۴۸.....
یادگیری ماشین آماری.....	۵۰.....
مدل های گرافی احتمالاتی.....	۵۲.....
تحلیل کلان داده ها.....	۵۴.....
نظریه یادگیری ماشین.....	۵۶.....
نظریه بهینه سازی.....	۵۸.....
پردازش سیگنال های رقمی.....	۶۰.....
یادگیری تقویتی.....	۶۲.....
بینائی کامپیوتر سه بعدی.....	۶۴.....
مکان یابی و نقشه برداری ربات.....	۶۶.....
یادگیری ماشین کاربردی.....	۶۸.....
تحلیل و پردازش زمان-فرکانس.....	۷۰.....
داده کاوی پیشرفته.....	۷۲.....
هوش مصنوعی توزیع شده.....	۷۴.....
مدل های زبانی چند ماهیتی.....	۷۶.....
پردازش سیگنالهای ویدئویی.....	۷۸.....
مدلسازی و تعبیر سه بعدی.....	۸۰.....
مجموعه ها و سیستمهای فازی.....	۸۲.....



جدول تغییرات

ردیف	عنوان درس در برنامه قبلی	تعداد واحد		عنوان درس در برنامه بازنگری شده	تعداد واحد		استاد بازنگری درس	توضیحات
		نظری	عملی		نظری	عملی		
۱	یادگیری ماشین	۳		یادگیری ماشین	۳		دکتر ادیبی	به روز رسانی مطالب و مراجع
۲	شبکه های عصبی مصنوعی	۳		شبکه های عصبی و یادگیری عمیق	۳		دکتر برادران	به روز رسانی عنوان و محتوا
۳	شناسایی الگو	۳		شناسایی الگو	۳		دکتر ادیبی	به روز رسانی مطالب و مراجع
۴	رایانش تکاملی	۳		رایانش تکاملی	۳		دکتر کارشناس	به روز رسانی مطالب و مراجع
۵	فرایندهای تصادفی	۳		متغیرها و فرایندهای تصادفی	۳		دکتر نقش نیلچی	به روز رسانی مطالب و مراجع
۶	بینایی ماشین	۳		بینایی ماشین	۳		دکتر ماهوش	به روز رسانی مطالب و مراجع
۷	تصویرپردازی رقمی	۳		تصویرپردازی رقمی	۳		دکتر نقش نیلچی	به روز رسانی مطالب و مراجع
۸	پنهان سازی اطلاعات	۳		پنهان سازی اطلاعات	۳		دکتر نقش نیلچی	به روز رسانی مطالب و مراجع
۹	پردازش زبان طبیعی	۳		پردازش زبان طبیعی	۳		دکتر برادران	به روز رسانی مطالب و مراجع
۱۰	گفتار پردازش رقمی	۳		گفتار پردازش رقمی	۳		دکتر برادران	به روز رسانی مطالب و مراجع
۱۱				جستجو و بازیابی اطلاعات در وب	۳		دکتر کردی	سرفصل جدید
۱۲				ربات های متحرک خودگردان	۳		دکتر کردی	سرفصل جدید
۱۳	یادگیری عمیق	۳		مباحث پیشرفته در یادگیری عمیق	۳		دکتر برادران	به روز رسانی عنوان و محتوا
۱۴				تحلیل داده های زیستی	۳		دکتر نقش نیلچی	سرفصل جدید

۱۵	بیوانفورماتیک	۳	بیوانفورماتیک	۳	دکتر نقش نیلچی	به روز رسانی مطالب و مراجع
۱۶	نظریه یادگیری آماری	۳	یادگیری ماشین آماری	۳	دکتر ادیبی	به روز رسانی عنوان و محتوا
۱۷	مدل های گرافی احتمالاتی	۳	مدل های گرافی احتمالاتی	۳	دکتر کارشناس	به روز رسانی مطالب و مراجع
۱۸			تحلیل کلان داده ها	۳	دکتر کارشناس	سرفصل جدید
۱۹	-		نظریه یادگیری ماشین	۳	دکتر ادیبی	سرفصل جدید
۲۰	بهینه سازی محدب	۳	نظریه بهینه سازی	۳	دکتر کارشناس	تغییر عنوان
۲۱	پردازش سیگنال های رقمی	۳	پردازش سیگنال های رقمی	۳	دکتر ماهوش	به روز رسانی مطالب و مراجع
۲۲	یادگیری تقویتی	۳	یادگیری تقویتی	۳	دکتر کارشناس	به روز رسانی مطالب و مراجع
۲۳	بینائی کامپیوتر سه بعدی	۳	بینائی کامپیوتر سه بعدی	۳	دکتر نقش نیلچی	به روز رسانی مطالب و مراجع
۲۴			مکان یابی و نقشه برداری ربات	۳	دکتر کردی	سرفصل جدید
۲۵	-		یادگیری ماشین کاربردی	۳	دکتر ادیبی	اضافه شده است
۲۶	تحلیل و پردازش زمان- فرکانس	۳	تحلیل و پردازش زمان- فرکانس	۳	دکتر نقش نیلچی	به روز رسانی مطالب و مراجع
۲۷	داده کاوی پیشرفته	۳	داده کاوی پیشرفته	۳	دکتر کارشناس	به روز رسانی مطالب و مراجع
۲۸	هوش مصنوعی توزیع شده	۳	هوش مصنوعی توزیع شده	۳	دکتر کارشناس	به روز رسانی مطالب و مراجع
۲۹			مدل های زبانی چند ماهیتی	۳	دکتر برادران	سرفصل جدید
۳۰			پردازش سیگنالهای ویدئویی	۳	دکتر ماهوش	سرفصل جدید
۳۱			مدلسازی و تعبیر سه بعدی	۳	دکتر ماهوش	سرفصل جدید
۳۲	مجموعه ها و سیستمهای فازی	۳	مجموعه ها و سیستمهای فازی	۳	دکتر کارشناس	به روز رسانی مطالب و مراجع



فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی



الف) مقدمه: معرفی کلی و تبیین برنامه درسی

هوش مصنوعی شاخه‌ای از علوم و مهندسی کامپیوتر است که هدف آن طراحی و ساخت ماشین‌ها و برنامه‌های هوشمند است. می‌توان هوش را قابلیت یک عامل در دستیابی به اهداف در جهان پیرامون پس از ادراک محیط دانست. گستره کاربرد این دانش و اهمیت آن در فعالیت‌های متنوع بشری از زندگی روزمره گرفته تا پژوهش‌ها و کاوش‌های عمیق و چالش برانگیز علمی روز به روز در حال افزایش است.

ب) اهداف

دوره کارشناسی ارشد هوش مصنوعی مشتمل بر دروس متنوع با جنبه‌های نظری، عملی، و تحقیقاتی در زمینه‌هایی چون ادراک محیط، پردازش سطح بالای اطلاعات دریافتی، یادگیری از ورودی‌ها، تشخیص و تمایز الگوها، تصمیم‌گیری‌های بهینه و توزیع شده، عملکرد نرم در محیط‌های واقعی، و استنتاج کارآمد در محیط‌های پیچیده و دارای عدم قطعیت می‌باشد. هدف این دوره تربیت کارشناسان ارشدی است که علاوه بر آشنایی و احاطه کامل بر مبانی نظری و جدیدترین و موفق‌ترین رویکردهای علمی مطرح در سطح بین‌المللی، قابلیت به کارگیری عملی این اصول و توانایی کار با ابزار و تکنیک‌های روزآمد در کاربردهای مختلف مطرح را دارا باشند. همچنین انتظار می‌رود که دانش آموختگان این دوره قدرت خلاقیت و ابتکار به منظور رفع مشکلات و محدودیت‌های نظری و عملی موجود در رویکردهای مطرح در این حوزه از دانش را کسب کرده و در پیشرفت مرزهای دانش نقشی به‌سزا ایفاء نمایند. دوره کارشناسی ارشد هوش مصنوعی در دو گرایش تخصصی «سیستم‌های هوشمند» و «مهندسی دانش» تدوین شده است.

پ) اهمیت و ضرورت

امروزه روش‌ها، الگوریتم‌ها، و مدل‌های هوشمند در اغلب صنایع و فناوری‌های مرتبط با کامپیوتر و فناوری اطلاعات و ارتباطات نفوذ و اهمیت چشمگیری پیدا کرده‌اند. لذا ضرورت دارد کارشناسان ارشدی در رشته هوش مصنوعی به صورت تخصصی آموزش داده شوند تا بتوانند نیازهای کشور را در این زمینه جالب و رو به رشد تأمین نمایند. توجه به موارد زیر اهمیت و ضرورت تربیت کارشناسان ارشد هوش مصنوعی را روشن‌تر می‌سازد:

- ۱- توسعه و گسترش روزافزون روش‌های هوشمند در حوزه اینترنت، شبکه‌های اجتماعی، تجارت الکترونیکی، شبکه‌های کامپیوتری، و سایر زمینه‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات.
- ۲- نفوذ فزاینده روش‌های هوشمند در اتوماسیون صنعتی و اداری، مهندسی پزشکی، و صنایع دفاعی و نظامی، مانند رباتیک، تشخیص خودکار در خط تولید کارخانجات، تشخیص بیماری‌ها با تکنیک‌های هوشمند، و تسلیحات هوشمند.
- ۳- امکان دستیابی به پیشرفت‌های قابل توجه و پیشی گرفتن از جوامع پیشرفته به واسطه جوان بودن رشته و وجود توانایی و استعداد بالا در دانشجویان کشور.



ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

طول دوره کارشناسی ارشد هوش مصنوعی ۲ سال است که بدون احتساب دروس جبرانی، دانشجو بایستی مجموعاً ۳۲ واحد درسی را بگذراند .

- هر دانشجو موظف است حداکثر ۳ درس از دروس اختیاری (جدول ۲) را در صورتیکه در دوره کارشناسی نگذرانده باشد اخذ نماید. لازم به ذکر است، اخذ نمره قبولی در این دروس الزامی بوده ولی نمرات آنها در محاسبه معدل دانشجو لحاظ نخواهد شد.
- هر دانشجو موظف است حداقل ۴ درس از دروس تخصصی اجباری جدول ۳ و حداقل ۳ درس از جدول دروس تخصصی اختیاری جدول ۴ اخذ نماید.
- هر دانشجو موظف است در نیمسال دوم، درس دو واحدی "سمینار و روش تحقیق" را به عنوان یکی از دروس تخصصی اختیاری جدول ۴ اخذ نماید.
- هر دانشجو می تواند با موافقت استاد راهنما یک درس ۳ واحدی باقیمانده را از جدول دروس تمرکز دیگر یا از دروس گرایشهای دیگر دانشکده یا از دانشکده های دیگر اخذ نماید.

جدول (۱) - توزیع واحدهای کارشناسی ارشد

تعداد واحد	نوع دروس
۰ تا ۱۲	دروس جبرانی
۱۲	دروس تخصصی الزامی
۱۴	دروس تخصصی اختیاری
۶	پایان نامه
۳۲	جمع



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

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
قابلیت پیاده سازی مدل‌ها و الگوریتم‌های هوشمند در مقیاس‌های مختلف و کاربردهای متنوع.	یادگیری ماشین، شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق، یادگیری تقویتی، مدل‌های گرافی احتمالاتی، شناسایی الگو
قدرت طراحی، تحلیل، و مقایسه مدل‌ها و الگوریتم‌های هوشمند مختلف از لحاظ دقت، سرعت، قابلیت اطمینان، مقاوم بودن در مقابل تغییرات محیط، و سازگاری با مشخصات مسأله در دامنه مورد نظر.	یادگیری ماشین، شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق، تحلیل و پردازش زبان فرکانس، مدل‌های گرافی احتمالاتی، تحلیل کلان داده‌ها
استخراج بینش از داده‌ها با استفاده از تکنیک‌های آماری و یادگیری ماشین.	شناسایی الگو، یادگیری ماشین، یادگیری ماشین آماری، نظریه یادگیری ماشین، یادگیری تقویتی، داده کاوی پیشرفته، متغیرها و فرایندهای تصادفی
ارائه رهیافت‌های نوین در هوشمندسازی سیستم‌ها برای کاربردهای مختلف، و نیز طرح کاربردهای جدید برای روش‌ها و مدل‌های هوش مصنوعی.	هوش مصنوعی توزیع شده، یادگیری تقویتی، پنهان سازی اطلاعات، یادگیری ماشین کاربردی، رایانش تکاملی، مجموعه‌ها و سیستم‌های فازی
توسعه سیستم‌هایی برای درک و پردازش تصاویر و ویدیوها و درک زبان انسان و داده‌های زیستی	بینایی ماشین، پردازش سیگنال ویدئو، مدل‌های زبانی چند ماهیتی، گفتار پردازش رقمی، تصویر پردازش رقمی، تحلیل داده‌های زیستی، پردازش سیگنال رقمی، بیوانفورماتیک، بینایی کامپیوتر سه بعدی، مدل سازی و تعبیر سه بعدی
مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های عمومی	دروس مرتبط
توانایی تشخیص روش و راهکار مناسب در برخورد با مسایل مختلف در حوزه هوش مصنوعی.	نظریه بهینه‌سازی، نظریه یادگیری ماشین، یادگیری تقویتی
توانایی تجزیه یک مسئله پیچیده به اجزای قابل حل با هوش مصنوعی و انتخاب یا ابداع راه‌حل مناسب	هوش مصنوعی توزیع شده، داده‌کاوی پیشرفته
قابلیت کار گروهی و تیمی برای تولید سیستم‌های هوشمند در مقیاس‌های بزرگ.	سمینار، مدل‌های زبانی چندماهیتی

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

دارا بودن مدرک کارشناسی در یکی از رشته‌های مهندسی کامپیوتر، فناوری اطلاعات، علوم ریاضی (علوم کامپیوتر، ریاضیات و کاربردها، آمار) یا مهندسی برق برای ورود به این دوره الزامی می‌باشد.



چ) شرایط، ضوابط و الزامات اجرا و گسترش رشته؛

برای اجرای موفقیت آمیز و گسترش رشته هوش مصنوعی، باید به چندین شرط، ضابطه و الزام توجه کرد:

- ۱) زیرساخت‌های فناوری: وجود سخت‌افزار و نرم‌افزار پیشرفته و شبکه‌های ارتباطی قوی برای اجرای پروژه‌های هوش مصنوعی ضروری است.
- ۲) آموزش و تربیت نیروی انسانی: تربیت متخصصان با مهارت‌های لازم در حوزه‌های مختلف هوش مصنوعی از طریق دوره‌های آموزشی، کارگاه‌ها و دانشگاه‌ها اهمیت دارد.
- ۳) حمایت مالی و سرمایه‌گذاری: برای تحقیق و توسعه در زمینه هوش مصنوعی، نیاز به منابع مالی مناسب و سرمایه‌گذاری‌های مستمر وجود دارد.
- ۴) مسائل حقوقی و اخلاقی: تدوین قوانین و مقررات مناسب برای استفاده اخلاقی از هوش مصنوعی و حفظ حریم خصوصی کاربران ضروری است.
- ۵) همکاری‌های بین‌المللی: ایجاد بسترهای همکاری میان کشورها و سازمان‌های مختلف برای تبادل دانش و تجربه‌ها بسیار حائز اهمیت است.
- ۶) پژوهش و نوآوری: حمایت از تحقیقات علمی و پژوهشی در زمینه‌های جدید هوش مصنوعی و تشویق به نوآوری.

با رعایت این شرایط و الزامات، می‌توان به پیشرفت و گسترش هوش مصنوعی در زمینه‌های مختلف امیدوار بود.

زیرساخت پردازش‌های سریع به منظور اجرای الگوریتم‌های هوش مصنوعی و آموزش شبکه عصبی مصنوعی بزرگ و ابزارهای توسعه نرم‌افزار و پردازش داده و همچنین جذب نیروهای هیئت علمی متخصص از جمله الزامات اجرا و گسترش رشته هوش مصنوعی می‌باشد.

ح) زمینه‌های شغلی حال و آینده

هوش مصنوعی در حال حاضر و در آینده‌ای نزدیک نقش‌های شغلی متنوعی را شامل می‌شود. در حال حاضر، متخصصین هوش مصنوعی در حوزه‌هایی مانند پردازش زبان طبیعی، یادگیری عمیق، داده‌کاوی، و بینایی ماشین فعالیت می‌کنند. این تخصص‌ها در صنایع مختلف از جمله فناوری اطلاعات، بهداشت و درمان، حمل و نقل، و خدمات مالی بسیار مورد تقاضا هستند. در آینده، نقش‌های شغلی جدیدی مرتبط با توسعه و پیاده‌سازی فناوری‌های نوین هوش مصنوعی پیش‌بینی می‌شود، از جمله اخلاق‌مداری هوش مصنوعی، مدیریت رباتیک، و هوش مصنوعی پایدار. همچنین، نیاز به مربیان هوش مصنوعی برای آموزش و ارتقاء دانش افراد در این حوزه نیز افزایش خواهد یافت. این روند نشان‌دهنده اهمیت روزافزون هوش مصنوعی در شکل‌دهی به بازار کار جهانی است.



خ) جایگاه تمدنی، فرهنگی و اجتماعی

هوش مصنوعی نقش بسیار برجسته‌ای در شکل‌گیری تمدن، اجتماع و فرهنگ جهانی امروز ایفا می‌کند. از ارتقاء کیفیت زندگی با ارائه خدمات هوشمند در زمینه‌های پزشکی، حمل و نقل و آموزش، تا تسهیل ارتباطات و همکاری‌های بین‌المللی، هوش مصنوعی به عنوان یک فناوری حیاتی ظهور کرده است. همچنین، هوش مصنوعی به تجزیه و تحلیل داده‌های گسترده و پیش‌بینی روندهای آینده کمک می‌کند که می‌تواند تصمیم‌گیری‌های استراتژیک و سیاست‌گذاری‌های موثرتر را ممکن سازد. با این حال، همچنان چالش‌هایی مانند مسائل اخلاقی و حفظ حریم خصوصی مطرح است که نیازمند توجه دقیق و پایدار است. در مجموع، هوش مصنوعی با تأثیرات گسترده‌ای که بر زندگی ما دارد، به یکی از محورهای اصلی تحول در جامعه معاصر تبدیل شده است.



فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس



جدول (۲) - عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد ساعات	پیش نیاز یا هم نیاز
			نظری	عملی	پژوهشی		
۱	آمار و احتمال مهندسی	۳	✓			۴۸	
۲	جبر خطی کاربردی	۳	✓			۴۸	
۳	سیگنال و سیستم	۳	✓			۴۸	
۴	مبانی و کاربردهای هوش مصنوعی	۳	✓			۴۸	
۵	مبانی هوش محاسباتی	۳	✓			۴۸	
۶	طراحی و تحلیل الگوریتمها	۳	✓			۴۸	

*هر دانشجو موظف است ۰ تا ۱۲ واحد از دروس اختیاری را در صورتیکه در دوره کارشناسی نگذرانده باشد اخذ نماید.



جدول (۳) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی گرایش هوش مصنوعی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع				تعداد ساعات*		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	پژوهشی	تجربی	نظری	عملی		
۱	یادگیری ماشین	۳	✓				۴۸			
۲	شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق	۳	✓				۴۸			
۳	شناسایی الگو	۳	✓				۴۸			
۴	رایانش تکاملی	۳	✓				۴۸			
۵	متغیرها و فرایندهای تصادفی	۳	✓				۴۸			

* گذراندن چهار درس از دروس این جدول برای تمامی دانشجویان ارشد هوش مصنوعی الزامی است .



جدول (۴)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری گرایش هوش مصنوعی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		تعداد ساعات*		پیش نیاز یا هم نیاز
			نظری	عملی	تجربی - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی	
۱	بینائی ماشین		۳			✓		۴۸		
۲	تصویرپردازی رقمی		۳			✓		۴۸		
۳	پنهان سازی اطلاعات		۳			✓		۴۸		
۴	پردازش زبان طبیعی		۳			✓		۴۸		
۵	گفتار پردازش رقمی		۳			✓		۴۸		
۶	جستجو و بازیابی اطلاعات در وب		۳			✓		۴۸		
۷	ربات های متحرک خودگردان		۳			✓		۴۸		
۸	مباحث پیشرفته در یادگیری عمیق		۳			✓		۴۸		
۹	تحلیل داده های زیستی		۳				✓	۴۸		
۱۰	بیوانفورماتیک		۳			✓		۴۸		



۱۱	یادگیری ماشین آماری	۳	✓	۴۸	
۱۲	مدل های گرافی احتمالاتی	۳	✓	۴۸	
۱۳	تحلیل کلان داده ها	۳	✓	۴۸	
۱۴	نظریه یادگیری ماشین	۳	✓	۴۸	
۱۵	نظریه بهینه سازی	۳	✓	۴۸	
۱۶	پردازش سیگنال های رقمی	۳	✓	۴۸	
۱۷	یادگیری تقویتی	۳	✓	۴۸	
۱۸	بینایی کامپیوتر سه بعدی	۳	✓	۴۸	
۱۹	مکان یابی و نقشه برداری ربات	۳	✓	۴۸	
۲۰	یادگیری ماشین کاربردی	۳	✓	۴۸	
۲۱	تحلیل و پردازش زمان-فرکانس	۳	✓	۴۸	
۲۲	داده کاوی پیشرفته	۳	✓	۴۸	
۲۳	هوش مصنوعی توزیع شده	۳	✓	۴۸	
۲۴	مدل های زبانی چند ماهیتی	۳	✓	۴۸	
۲۵	پردازش سیگنالهای ویدئویی	۳	✓	۴۸	



۲۶	مدلسازی و تعبیر سه بعدی	۳				✓	۴۸	
۲۷	مجموعه ها و سیستمهای فازی	۳			✓		۴۸	
۲۸	مباحث ویژه در هوش مصنوعی و رباتیک ۱	۳			✓		۴۸	
۲۹	مباحث ویژه در هوش مصنوعی و رباتیک ۲	۳			✓		۴۸	
۳۰	مباحث ویژه در هوش مصنوعی و رباتیک ۳	۳			✓		۴۸	
۳۱	یک درس از سایر گرایش ها یا رشته ها	۳			✓		۴۸	
۳۲	سمینار و روش تحقیق	۲			✓		۳۲	

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



فصل سوم

ویژگی‌های دروس



الف: عنوان درس به فارسی: یادگیری ماشین			
Machine Learning		عنوان درس به انگلیسی:	
نوع درس و واحد		دروس پیش نیاز:	
☒ نظری	☐ پایه	ندارد	
☐ عملی	☒ تخصصی الزامی	دروس هم نیاز:	
☐ نظری-عملی	☐ تخصصی اختیاری	حل تمرین:	تعداد واحد:
	☐ پروژه/ رساله / پایان نامه		۳
	☐ مهارتی-اشتغال پذیری		تعداد ساعت:
		۴۸	
مرتبط با آمایش/مأموریت		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس	
مرتبط با مأموریت/آمایش		تخصصی اختیاری مشخص شود)	
☐ موسسه است	☒ موسسه نیست		

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

.....

ب: هدف کلی:

این درس یک معرفی جامع از موضوع یادگیری ماشین ارائه می‌کند. یادگیری ماشین به طور خلاصه بر اخذ و تجمیع دانش دلالت دارد. مدل‌های یادگیری ماشین به جای برنامه ریزی ماشین برای انجام یک وظیفه مشخص، با مشاهده نمونه داده‌هایی از دامنه آن وظیفه یاد می‌گیرند که چگونه در راستای انجام این وظیفه عمل کنند.

اهداف ویژه:

- ۱- آشنایی با اصول، روش‌ها، و کاربردهای یادگیری ماشین، و پیاده‌سازی و ارزیابی این مدل‌ها در کاربردهای عملی مختلف
- ۲- کسب دیدگاه لازم برای نوآوری در روش‌های موجود در حوزه یادگیری ماشین

پ) سرفصل‌ها:

- ۱- مقدمه: مفاهیم، کاربردها، اهمیت، انواع یادگیری، مراحل، چالش‌ها، چرخه طراحی، رهیافت‌های بهینه‌سازی، راهکارهای ارزیابی، آزمون‌های آماری
- ۲- تخمین چگالی: رویکرد پارامتری (تخمین‌های بیشترین شباهت، بیشترین پسین، بیزی، و امید ریاضی پارامتر، توزیع‌های پرکاربرد، توزیع پیشین مزدوج، تخمین ترتیبی بیزی، خانواده نمایی)، رویکرد غیرپارامتری (فرموله‌سازی کلی، و بیان فرضیات و تقریب‌های به کار رفته در آن، روش‌های مبتنی بر هسته، هیستوگرام، و نزدیکترین همسایگان)
- ۳- رگرسیون خطی: کاربردها، بیش‌برازش، بهینه‌سازی فرم بسته، نزول در امتداد گرادیان، تعمیم به برازش تابع غیر خطی، انواع توابع نگاشت غیرخطی، مدل آماری رگرسیون، منظم‌سازی ridge/lasso، شبه معکوس، خروجی چندبعدی
- ۴- دسته‌بندی: مفاهیم (تابع تمایز، مرز تصمیم، جدایی پذیری خطی)، کاربردها، رویکرد تولیدی/تمایزی، دسته‌بند چند دسته‌ای با دسته‌بندهای دو دسته‌ای (یکی در برابر بقیه، یکی در برابر یکی)، توابع اتلاف، رگرسیون منطقی، تحلیل تمایز درجه ۲ و خطی، بیز ساده، ارزیابی، ROC، دسته‌بندی غیرپارامتری، روش نزدیکترین همسایه، روش k نزدیکترین همسایه
- ۵- ماشین بردار پشتیبان: بهینه‌سازی با محدودیت (ضرایب لاگرانژ، شرایط KKT)، نسخه‌های جدایی پذیر خطی، جانشین نرم، و غیر خطی، ترفند هسته، معتبر بودن هسته، مهندسی هسته
- ۶- درخت‌های تصمیم: معیارهای ناخالصی، بهره حاصل از افراز در هر گره، الگوریتم یادگیری حریصانه، مثال XBox



- ۷- شبکه های باور بیزی: استقلال شرطی، شبکه بیزی برای تجزیه توزیع توأم کامل بر حسب توزیع های شرطی محلی، جدایی جهت دار، انسداد مسیر در گراف، استنتاج احتمالاتی در شبکه بیزی، روش حذف متغیر، یادگیری شبکه بیزی، مقدار مفقود، متغیرهای نهان، الگوریتم میانگین گیری-بیشینه سازی (EM)
- ۸- تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) و شبکه خودکدگذار (Auto-encoder)
- ۹- خوشه بندی با الگوریتم k میانگین، مدل ترکیب گاسی (GMM)
- ۱۰- مدل های ترکیبی: ترکیب خبره ها، تجمیع خودراه انداز (Bagging)، تقویت (Boosting)، Adaboost
- ۱۱- مدل مخفی مارکف (HMM)، یادگیری عمیق، شبکه های عصبی پیشخور، شبکه های پیچشی
- ۱۲- یادگیری تقویتی: پاداش آنی، پاداش تأخیری، فرآیند تصمیم مارکف، یادگیری Q

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

ارائه مطالب سرفصل توسط استاد، پروژه مطالعاتی، پروژه پیاده سازی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تکالیف و فعالیت های کلاسی	۲۵ درصد
پروژه پژوهشی (مطالعاتی و عملی)	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۴۵ درصد

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

ویدئو پروژکتور و کامپیوتر

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.
2. Aurélien Géron, Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, O'Reilly Media; 2nd edition, 2019.
3. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman, The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Second Edition, Springer, 2009.
4. Kevin P. Murphy, Machine Learning: A Probabilistic Perspective, MIT Press, 2012.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات عمومی برای تسهیل شرکت این افراد در کلاس

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق			
نوع درس و واحد		Neural Networks and Deep Learning	
پایه ☐ نظری ☒		ندارد	
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		ندارد	
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		حل تمرین:	۳
پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐			
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			۴۸
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☒			

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

ب: هدف کلی:

هدف این درس تبیین اصول نظری و استفاده عملی از شبکه‌های عصبی متنوع و یادگیری عمیق برای دانشجویان جهت حل مسائل مختلف دسته‌بندی، تقریب توابع و بهینه‌سازی و از جمله بکارگیری آن‌ها در زمینه‌های مختلف پردازش تصویر، صوت و متن است.

اهداف ویژه:

- ۱- بهره‌گیری از مثال‌های ملموس و کاربری به منظور آموزش مفاهیم پیچیده و پراکنده یادگیری عمیق در یک چارچوب جامع
- ۲- آموزش و پیاده‌سازی مدل‌های پیچیده شبکه عصبی عمیق در یکی از چارچوب‌های یادگیری عمیق (پ) سرفصل‌ها:
- ۱- مطالب مقدماتی (مدل نرون طبیعی و مصنوعی، تاریخچه و کاربردها)
- ۲- مفاهیم پایه و مدل‌های شبکه‌های عصبی (پرسپترون چندلایه و قاعده یادگیری پرسپترون)
- ۳- بهینه‌سازی در شبکه‌های عصبی مصنوعی (نزول گرادیان، روش نیوتن و گرادیان مزدوج)
- ۴- قانون یادگیری پس‌انتشار خطا (الگوریتم پس‌انتشار، محدودیت‌ها و نسخه‌های بهبودیافته)
- ۵- مقدمات یادگیری عمیق (مفاهیم پایه و چالش‌های اصلی، انواع بهینه‌سازها، محوشدگی و انفجار گرادیان، مقداردهی اولیه وزن‌های شبکه، رویکردهای بهبود تعمیم‌پذیری)
- ۶- شبکه‌های عصبی پیچشی (CNN) و معماری‌های شناخته شده
- ۷- شبکه‌های عصبی بازگشتی (RNN, LSTM, GRU)
- ۸- مکانیزم‌های توجه و مدل ترنسفورمر پایه
- ۹- مروری بر مدل‌های مولد (شبکه‌های خودکدگذار، GAN، مدل‌های Diffusion و LLM)
- ۱۰- مروری بر یادگیری تقویتی عمیق

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

ارائه سرفصل توسط استاد در کلاس، انجام تکالیف تئوری و عملی، ارائه‌های دانشجویی



ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تخته سفید و ماژیک، ویدیو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Aggarwal, C. C. (2018). Neural networks and deep learning. Springer, Berlin.
2. Buduma, N. and Locascio N. (2017). Fundamentals of Deep Learning: Designing Next-generation Machine Intelligence Algorithms. O'Reilly Media.
3. Buduma, N., & Papa, J. (2022). Fundamentals of deep learning. " O'Reilly Media, Inc."
4. Goodfellow, L., Bengio, Y. and Courville, A. (2015). Deep Learning. MIT press, Cambridge.
5. Zhang, A., Lipton, Z. C., Li, M., & Smola, A. J. (2023). Dive into deep learning. Cambridge University Press.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات عمومی برای تسهیل شرکت این افراد در کلاس

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: شناسایی الگو			
عنوان درس به انگلیسی:		Pattern Recognition	
دروس پیش نیاز:		ندارد	
دروس هم نیاز:		ندارد	
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☒	
		مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐	

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

ب: هدف کلی:

هدف اصلی این درس معرفی اجزاء مختلف یک سامانه شناسایی الگو و رویکردهای مختلف در این حوزه است. شناخت روشهای اصلی، کار عملی با آنها، و زمینه سازی برای ابداع و نوآوری در شناسایی الگو اهداف کلی و اصلی درس هستند.

اهداف ویژه:

- ۱- معرفی روشهای پایه دسته بندی و خوشه بندی با تأکید بر روشهای آماری
- ۲- کسب بینش نظری درباره مفاهیم و چالشها در استخراج ویژگی، کاهش بعد، تخمین چگالی، و ارزیابی مدلها
- ۳- کسب قابلیت نوآوری و ایده پردازی در حوزه شناسایی الگو

پ) سرفصلها:

- ۱- مقدمه (تعاریف پایه، کاربردها، طراحی و چالشها)
- ۲- مروری بر احتمالات و آمار (تابع چگالی/جرم احتمال، توزیع نرمال، ماتریس کوواریانس، تبدیل سفید، فاصله ماهالانوبیس)
- ۳- نظریه تصمیم بیزی (بیشترین پسین، توابع تمایز، نواحی و مرزهای تصمیم، حدود خطا، معیارهای ارزیابی، ویژگیهای مفقود)
- ۴- تخمین پارامتر (بیشترین شباهت، بیشترین پسین، بیزی، اریب/نااریب، منابع خطا، بیش برآزش، انقباض (shrinkage))
- ۵- کاهش بعد (تحلیل مؤلفه اصلی: شناسایی/کشف چهره با چهره های ویژه، تحلیل تمایز خطی: بازیابی تصویر مبتنی بر محتوا)
- ۶- ماشین بردار پشتیبان (یادگیری آماری و بعد VC، نسخه خطی و با حاشیه نرم SVM، نسخه غیر خطی SVM: ترفند هسته)
- ۷- مدل متغیر پنهان (الگوریتم EM، مقادیر مفقود، مدل مخلوط گاسی (MoG)، شبکه خودکدگذار (Auto-encoder))
- ۸- خوشه بندی (معیارهای فاصله، الگوریتم K-means، روشهای احتمالاتی، روشهای سلسله مراتبی، اتصال (linkage))
- ۹- تخمین چگالی ناپارامتری (روش پنجره پرزن، روش k نزدیکترین همسایه (kNN)، دسته بند kNN، فاصله مناسب)

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

ارائه مطالب منطبق با سرفصل توسط استاد، تکالیف نظری و عملی، تحقیق و پروژه مطالعاتی و عملی دانشجویی



ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تکالیف و فعالیت‌های کلاسی ۲۵ درصد

پروژه پژوهشی (مطالعاتی و عملی) ۳۰ درصد

آزمون پایانی ۴۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

پروژکتور و رایانه

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Jürgen Beyerer, Raphael Hagmanns, Daniel Stadler, Pattern Recognition: Introduction, Features, Classifiers and Principles, Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2024.
2. Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.
3. Ulisses Braga-Neto, Fundamentals of Pattern Recognition and Machine Learning, Springer 2020.
4. Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stork, Pattern Classification, Wiley-Interscience, 2nd edition, 2000.
5. Konstantinos Koutroumbas, Sergios Theodoridis, Pattern Recognition, Academic Press, 4th edition, 2008.
6. Sergios Theodoridis, Konstantinos Koutroumbas, An Introduction to Pattern Recognition: A Matlab Approach, Academic Press, 2010.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات عمومی برای این افراد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: رایانش تکاملی			
عنوان درس به انگلیسی:		Evolutionary Computation	
نوع درس و واحد			
پایه	☐	ندارد	دروس پیش نیاز:
نظری	☐	ندارد	دروس هم نیاز:
تخصصی الزامی	☒	۳	تعداد واحد:
تخصصی اختیاری	☐	حل تمرین:	تعداد ساعت:
پروژه/رساله/پایان نامه	☐	۴۸	
مهارتی-اشتغال پذیری	☐		
مرتبط با مأموریت/آمایش	مرتبط با مأموریت	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه است	☐		
موسسه نیست	☒		

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

.....

ب: هدف کلی:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان حل مسأله دنیای واقعی با استفاده از روش‌های الهام گرفته شده است. به طور خاص دانشجویان ضمن آشنایی با مسائل بهینه‌سازی و نحوه مدل‌سازی آنها، رویکرد بهینه‌سازی مبتنی بر نظریه تکامل طبیعی داروین را فرا گرفته و می‌توانند از آن در حل مسائل مختلف استفاده کنند.

اهداف ویژه:

- ۱- آشنایی با تعریف مسائل بهینه‌سازی و انواع آن
- ۲- بکارگیری چارچوب تکاملی برای حل انواع مسائل بهینه‌سازی
- ۳- کاربردهای الگوریتم‌های تکاملی

پ) سرفصل‌ها:

- ۱) حل مسأله با بهینه‌سازی و انواع آن
- ۲) چارچوب (framework) الگوریتم‌های تکاملی و مؤلفه‌های اصلی آن
- ۳) روش‌های نمایش (representation) و تغییر (variation)
- ۴) روش‌های انتخاب (selection)
- ۵) نحوه کار و نظریه‌های الگوریتم‌های تکاملی
- ۶) روش‌های حفظ تنوع (diversity preservation)
- ۷) طراحی و ارزیابی الگوریتم‌ها
- ۸) تنظیم و تطبیق پارامترها (parameter tuning and adaptation)
- ۹) انواع الگوریتم‌های تکاملی و هوش جمعی (swarm intelligence)
- ۱۰) سامانه‌های تکاملی همگام (co-evolution)
- ۱۱) تکامل عصبی (neuro-evolution)
- ۱۲) الگوریتم‌های تکاملی ترکیبی (hybrid) و ممیتیک (memetic)
- ۱۳) الگوریتم‌های تکاملی چندهدفه (multi-objective)



۱۴) الگوریتم‌های تکاملی برای بهینه‌سازی مقید (constrained)، غیرایستا (non-stationary) و نوفه‌دار (noisy)

۱۵) الگوریتم‌های تکاملی تعاملی (interactive)

۱۶) رباتیک تکاملی و تکامل اشیاء (evolution of things)

۱۷) بهینه‌سازی انتقالی، توضیح‌پذیری با الگوریتم‌های تکاملی

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

ارائه سرفصل توسط استاد در کلاس، انجام تکالیف تئوری و عملی، پژوهش پایانی و ارائه‌های دانشجویی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۵۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۲۰ درصد

آزمون پایانی ۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس مجهز به پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Eiben and Smith, Introduction to Evolutionary Computing, 2nd edition, Springer, 2015.
2. Doerr and Neumann, Theory of Evolutionary Computation, Springer, 2020.
3. De Jong, Evolutionary Computation: A Unified Approach, MIT Press, 2006.
4. Iba, Evolutionary Approach to Machine Learning and Deep Neural Networks, Springer, 2018.
5. W. Banzhaf et al. (editors), Handbook of Evolutionary Machine Learning, Springer, 2024.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات عمومی برای تسهیل شرکت این افراد در کلاس

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: متغیرها و فرایندهای تصادفی			
نوع درس و واحد		Random Variables and Stochastic Processes	
☐ نظری ☐ پایه		ندارد	
☐ عملی ☒ تخصصی الزامی		ندارد	
☐ نظری-عملی ☐ تخصصی اختیاری		حل تمرین:	تعداد واحد: ۳
پروژه/ رساله / پایان نامه ☐			تعداد ساعت: ۴۸
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			
مرتبط با مأموریت /آمایش مرتبط با آمایش/مأموریت		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس	
☐ موسسه است		☒ موسسه نیست تخصصی اختیاری مشخص شود)	

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

ب: هدف کلی:

هدف این درس ارائه درک جامعی از مفاهیم و اصول اساسی زیربنای ساختارهای ریاضی متغیرها و فرایندهای تصادفی است. تعاریف، طبقه‌بندی‌ها و ویژگی‌های متغیرهای تصادفی و همچنین رفتار و کاربردهای فرایندهای تصادفی در زمینه‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرند.

اهداف ویژه:

۱. کسب مهارت‌های لازم را برای تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌هایی که با عدم قطعیت و تصادفی شناخته می‌شوند
۲. آماده‌سازی برای مطالعات پیشرفته در زمینه‌های هوش مصنوعی از جمله یادگیری ماشین، شبکه‌های عصبی و کاربردهای آنها

سرفصل‌ها:

- ۱) متغیرهای تصادفی، تعریف و ویژگی‌ها، توابع توزیع، جرم، چگالی، انتظار، واریانس و گشتاور مراتب بالا
- ۲) توزیع‌های گسسته و پیوسته، توزیع‌های خاص: دو جمله‌ای، پواسون، نرمال و نمایی، کاربرهای انواع توزیع‌ها
- ۳) متغیرهای تصادفی چند متغیره، توزیع توامان، توزیع حاشیه‌ای، توزیع مشروط، ساختارهای مستقل و وابسته.
- ۴) مقدمه‌ای بر فرایندهای تصادفی، تعاریف و اصطلاحات اساسی، طبقه‌بندی فرایندهای تصادفی: مارکوف، ثابت، ارگودیک
- ۵) زنجیره مارکوف، زنجیر مارکوف زمان گسسته، ماتریس‌های انتقال و رفتار بلند مدت
- ۶) فرایندهای گسسته، پواسون، تعریف و خواص، کاربردها در تئوری صف
- ۷) پیاده روی تصادفی، مفاهیم و کاربردهای اساسی، ارتباط با فرایندهای مارکوف
- ۸) فرایندهای تصادفی زمان پیوسته، مقدمه‌ای بر انواع فرآیند
- ۹) کاربردها و مثال‌های عملی در امور مالی، مهندسی و علم داده



ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف: آموزش برنامه ای و بوسیله رایانه و تدریس مساله محور، گروهی و مبتنی بر تعامل (پرسش و پاسخ) .

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی تکالیف در طول نیم‌سال	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایانی	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تخته سفید و ماژیک، ویدیو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Athanasios Papoulis, S. U. Pillai, *Probability, Random Variables and Stochastic Processes*, 4th Ed., McGraw-Hill, 2002.
2. Hwei P. Hsu, *Probability, Random Variables, and Random Processes*, 4th Ed., Schaum's Outline Series, McGraw-Hill, 2019.
3. Pierre Del Moral, S. Penev, *Stochastic Processes: From Applications to Theory*, CRC Press, 2016.
4. Robert G. Gallager. *Stochastic Processes: Theory for Applications*. Cambridge University Press, 2014.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بستگی به نوع معلولیت؛ امکانات رایانه ای، گفتاری و شنیداری مخصوص آنان فراهم شود.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه ترکیبی حضوری و مجازی درس وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: بینایی ماشین		
عنوان درس به انگلیسی:	Machine Vision	
دروس پیش نیاز:	ندارد	
دروس هم نیاز:	ندارد	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	پروژه/رساله / پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	مرتبط با آمایش/مأموریت ☒ مرتبط با مأموریت/آمایش ☐	
	موسسه نیست ☒ موسسه است ☐	

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

.....

ب: هدف کلی:

معرفی مفاهیم پایه جهت اعطای قدرت ثبت و درک صحنه‌ها به ماشین‌ها با رویکرد کاربردهای عملی

اهداف ویژه:

۱. معرفی تئوری و الگوریتم‌های متداول بینایی ماشین و پیاده سازی آنها
۲. توانمند سازی دانشجویان به دانش کافی تئوری و عملی برای طراحی و پیاده سازی پروژه‌های صنعتی بینایی ماشین

پ) سرفصل‌ها:

- ۱) معرفی مدل هندسی دوربین
- ۲) رنگ ها
- ۳) فیلترهای خطی
- ۴) ویژه گیهای محلی تصویر
- ۵) روشهای پیش پردازش تصویر
- ۶) روشهای قطعه بندی پایه تصویر
- ۷) روشهای قطعه بندی پیشرفته
- ۸) تبدیل ویژگی تغییر ناپذیر (SIFT)
- ۹) دید سه بعدی

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

ارائه سرفصل توسط استاد در کلاس، انجام تکالیف عملی، امتحانات میان ترم و پایان ترم و پژوهش پایانی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|----------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی، تکالیف و پروژه | ۳۰ درصد |
| آزمون پایان نیم سال | ۳۰ درصد |
| آزمون پایانی | ۴۰ درصد |



ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تابلو و ویدئو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. A., and Jean Ponce. Computer vision: a modern approach. prentice hall professional technical reference, 2002.
2. Bradski, Gary, and Adrian Kaehler. Learning OpenCV: Computer vision with the OpenCV library. " O'Reilly Media, Inc.", 2008.
3. Davies, E. Roy. Computer and machine vision: theory, algorithms, practicalities. Academic Press, 2012.
4. Forsyth, David A., and Jean Ponce. *Computer vision: a modern approach*. prentice hall professional technical reference, 2002.
5. Milan Sonka, Vaclav Hlavac, Roger Boyle, Image Processing, Analysis, and Machine Vision, 4rd edition, 2015
6. Szeliski, Richard. Computer vision: algorithms and applications. Springer Nature, 2022.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات عمومی برای تسهیل شرکت این افراد در کلاس

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: تصویرپردازی رقمی			
نوع درس و واحد		Digital Image Processing	
نظری ☒ پایه ☐		ندارد	
عملی ☐ تخصصی الزامی ☐		ندارد	
نظری-عملی ☐ تخصصی اختیاری ☒		۳	تعداد واحد:
پروژه/ رساله / پایان نامه ☐			
مهارتی-اشتغال پذیری ☐		۴۸	تعداد ساعت:
مرتبط با مأموریت/آمایش ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش ☒		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه است ☐			

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

ب) هدف کلی:

افزایش معلومات در زمینه اصول و پایه‌های پردازش تصویر شامل مبانی ریاضی و آمار، سیگنال‌های دو بعدی، نمونه برداری، موضوعات ادراکی و تشکیل تصویر و نويز در تصاویر از اهداف کلی این درس به شمار می‌روند.

اهداف ویژه:

۱. تصویر در دامنه‌های مکانی و فرکانسی
۲. معرفی تکنیک‌های اولیه به سازی و باز سازی تصاویر
۳. معرفی تکنیک‌های پالایش، فشرده سازی، تفکیک، تشخیص لبه، تصحیح سایه و ...

پ) سرفصل‌ها:

- ۱) تعریف و ویژگی‌های پردازش تصویر، پارامترها و مراحل اساسی در پردازش تصویر همراه با معرفی اجزاء یک سیستم پردازش تصویر رقمی (دیجیتال)
- ۲) مبانی ریاضی در پردازش تصویر در دامنه مکانی و طیفی و پردازش‌های تصویر مبتنی بر ریاضی و آمار، هیستوگرام و تابع چگالی تصویر، فیلترهای خطی و غیرخطی، و پردازش‌های مورفولوژیکی
- ۳) نمونه برداری و کوانتیزاسیون تصویر رقمی شامل چگالی نمونه برداری در پردازش و تجزیه و تحلیل تصویر
- ۴) نويز و انواع آن شامل نويز فوتونیک، گرمایی، On-chip Electronic، KTC، نويز آمپلی فایر و نويز کوانتیزاسیون.
- ۵) موضوعات ادراکی در پردازش تصویر شامل روشنایی، طول موج، حساسیت فرکانسی، رنگ، نور، طیف الکترومغناطیس، و مختصات استاندارد کروماتیک تصویر (CIE)
- ۶) پالایش و بازگردانی تصویر، پالایش معکوس و وینر، پالایش در دامنه فرکانس
- ۷) مفاهیم تحلیلی تصویر؛ استخراج ویژگی‌های مکانی، ویژگی‌های تبدیل، پالایش و ویژگی‌های مورفولوژیکی، ویژگی‌های شکل، بخش بندی تصویر، دسته بندی تصویر،



۸) معرفی تکنیک‌های پایه در پردازش تصویر شامل به سازی (Enhancement)، بازسازی تصویر، تصحیح سایه، تقسیم بندی (Segmentation)، و روشهای فشرده سازی تصویر.

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف: آموزش برنامه ای و بوسیله رایانه و تدریس مساله محور، گروهی و مبتنی بر تعامل (پرسش و پاسخ) .

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی تکالیف و پروژه در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ویدیو پروژکتور جهت تدریس و رایانه جهت انجام فعالیت های کلاسی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Ashwin Pajankar; *Python 3 Image Processing*, BPB publication, 2019.
2. John C. Russ, *The Image Processing Cookbook*, 2nd ed., Create Space Independent Publishing Platform, 2011.
3. R. C. Gonzalez, R. E. Woods, *Digital Image Processing*, 4th ed., Prentice Hall, 2017.
4. Wilhelm Burger, M. J. Burge; *Digital Image Processing: An Algorithmic Introduction Using Java*, 2nd ed., Springer; 2016.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بستگی به نوع معلولیت؛ امکانات رایانه ای، گفتاری و شنیداری مخصوص آنان فراهم شود.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: پنهان سازی اطلاعات			
نوع درس و واحد		Information Hiding	
☒ نظری	☐ پایه	ندارد	
☐ عملی	☒ تخصصی الزامی	ندارد	
☐ نظری-عملی	☐ تخصصی اختیاری	حل تمرین:	تعداد واحد: ۳
	☐ پروژه/ رساله / پایان نامه		تعداد ساعت: ۴۸
	☐ مهارتی-اشتغال پذیری		
مرتبط با مأموریت /آمایش		وضعیت آمایشی /مأموریتی درس(صرفاً برای درس	
☐ موسسه است		تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با مأموریت /آمایش			
☒ موسسه نیست			

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

.....

ب) هدف کلی:

در این درس، ایجاد درک صحیح در ارتباط با مبحث اختفای اطلاعات و نکات امنیتی مطرح در آن که رشد فزاینده‌ای در محیط‌های چندرسانه‌ای دارند، مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

اهداف ویژه:

۱. معرفی تکنیک‌های مختلف و مهم نشانه گذاری و نهان نگاری و کاربرهای مختلف آنها
۲. معرفی تکنیک ها و کاربردهای نهان کاوی

پ) سرفصل‌ها:

- ۱) مقدمات: تاریخچه، پنهان سازی اطلاعات، نشانه گذاری، نهان نگاری، نهان کاوی، کاربردها و شاخص‌های ارزیابی
- ۲) مروری کوتاه بر روی مباحث پیش نیاز درس: آمار و احتمال، جبرخطی، امنیت
- ۳) نشانه گذاری: مدلسازی سیستم‌های نشانه گذاری، تحلیل خطا، امنیت نشانه گذاری
- ۴) انواع روش‌ها: نشانه گذاری با اطلاعات جانبی، استفاده از مدل‌های ادراکی، تکنیک‌های نشانه گذاری مقاوم، تایید محتوا
- ۵) معرفی روش‌های نشانه گذاری اخیر
- ۶) نهان نگاری: اصول نهان نگاری و امنیت
- ۷) انواع روش‌های نهان نگاری: سیستم‌های جانشینی، تکنیک‌های حوزه تبدیل، طیف گسترده، نهان نگاری آماری
- ۸) معرفی روش‌های نهان نگاری اخیر
- ۹) نهان کاوی: مفاهیم اولیه و انواع حملات
- ۱۰) انواع روش‌های نهان کاوی: نهان کاوی در حوزه مکان؛ نهان کاوی در حوزه تبدیل، نهان کاوی حین کدگذاری
- ۱۱) معرفی مهم‌ترین روش‌های نهان کاوی اخیر

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف: آموزش برنامه ای و بوسیله رایانه و تدریس مساله محور، گروهی و مبتنی بر تعامل (پرسش و پاسخ) .



ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی تکالیف و پروژه در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ویدیو پروژکتور جهت تدریس و رایانه جهت انجام فعالیت‌های کلاسی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Frank Y. Shih, Digital Watermarking and Steganography: Fundamentals and Techniques, 2nd Ed., CRC Press, 2017
2. H. T. Sencar, M. Ramkumar, and A. N. Akansu, Data Hiding Fundamentals and Applications Content Security in Digital Media, Elsevier Academic Press, 2004.
3. I.J. Cox, M.L. Miller, J.A. Bloom, J. Fridrich and T. Kalker, Digital Watermarking and Steganography, 2nd Ed., Elsevier, Morgan Kaufmann Publishers, 2008.
4. Stefan Katzenbeisser, and F.A. P. Petitcolas, Information Hiding Techniques for Steganography and Digital Watermarking, Artech House, 2000.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بستگی به نوع معلولیت؛ امکانات رایانه ای، گفتاری و شنیداری مخصوص آنان فراهم شود.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: پردازش زبان طبیعی			
نوع درس و واحد		Natural Language Processing	
پایه ☐ نظری ☒		ندارد	
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		ندارد	
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		حل تمرین:	تعداد واحد: ۳
پروژه/ رساله / پایان نامه ☐			تعداد ساعت: ۴۸
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			
مرتبط با آمایش/مأموریت ☒ مرتبط با مأموریت/آمایش ☐		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه نیست ☒		موسسه است ☒	

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

ب) هدف کلی:

هدف این درس تبیین روش‌های ایجاد توانایی فهم زبان طبیعی در محیط کامپیوتر است. برخی از سیستم‌های مبتنی بر پردازش زبان عبارتند از: سیستم‌های تحلیل احساس، پرسش و پاسخ، استخراج اطلاعات، ترجمه ماشینی، خلاصه‌سازی متن و چت بات‌ها. گام اصلی و مهم در راستای طراحی چنین سیستم‌هایی آشنایی با روش‌های مختلف پردازش زبان طبیعی است که بیشتر بر مبنای الگوریتم‌های آماری و یادگیری عمیق عمل می‌کنند. برای این منظور دانشجویان با انجام پروژه‌های کاربردی مختلف و پیاده‌سازی عملی الگوریتم‌های آماری و یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، دانش و مهارت خود در این حوزه را افزایش می‌دهند.

اهداف ویژه:

۱. درک اصول و تکنیک‌های اساسی پردازش زبان طبیعی
۲. پیاده‌سازی و ارزیابی وظایف رایج پردازش زبان طبیعی مانند پیش پردازش متن، برچسب‌زنی اجزای کلام (POS)، شناسایی موجودیت‌های نامدار و تحلیل احساسات
۳. توسعه و آموزش مدل‌های یادگیری ماشین برای وظایف مختلف پردازش زبان طبیعی با بکارگیری شبکه‌های عصبی عمیق
۴. بکارگیری رویکردهای پردازش زبان طبیعی در حل مسائل واقعی

پ) سرفصل‌ها:

- ۱- آشنایی با مفاهیم اولیه پردازش زبان طبیعی
- ۲- پیش پردازش متن
- ۳- مروری بر مفاهیم یادگیری ماشین با تمرکز بر کاربردهای پردازش زبان طبیعی
- ۴- برچسب زنی اجزای کلام و تشخیص موجودیت‌های نامدار
- ۵- بازنمایی متن و کلمات
- ۶- دسته‌بندی مستندات متنی
- ۷- خوشه‌بندی مستندات متنی
- ۸- تجزیه نحوی زبان
- ۹- تحلیل معنایی



۱۰- مدلسازی زبان و تولید متن

۱۱- سیستم های کاربردی مبتنی بر پردازش زبان

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

ارائه سرفصل توسط استاد در کلاس، انجام تکالیف تئوری و عملی، ارائه های دانشجویی

(ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۴۵ درصد

آزمون پایان نیم سال ۲۰ درصد

آزمون پایانی ۳۵ درصد

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

تخته سفید و ماژیک، ویدیو پروژکتور

(چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Christopher D. Manning, Hinrich Schütze, "Foundations of Statistical Natural Language Processing", MIT Press, 1999.
2. Daniel Jurafsky, James H. Martin, "Speech and Language Processing", Pearson, 2021 (3rd Edition).
3. Palash Goyal, Sumit Pandey, Karan Jain, "Deep Learning for Natural Language Processing", Apress, 2018.
4. Steven Bird, Ewan Klein, Edward Loper, "Natural Language Processing with Python: Analyzing Text with the Natural Language Toolkit", O'Reilly Media, 2009.
5. Yoav Goldberg, "Neural Network Methods for Natural Language Processing", Morgan & Claypool Publishers, 2017

(ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات عمومی برای تسهیل شرکت این افراد در کلاس

(خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: گفتارپردازای رقمی			
نوع درس و واحد		عنوان درس به انگلیسی: Digital Speech Processing	
پایه ☐	نظری ☒	ندارد	دروس پیش نیاز:
تخصصی الزامی ☐	عملی ☐	ندارد	دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	حل تمرین:	تعداد واحد: ۳
پروژه/رساله / پایان نامه ☐			تعداد ساعت: ۴۸
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			
مرتبط با آمایش/مأموریت ☒		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با مأموریت/آمایش ☐			

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

.....

ب) هدف کلی:

هدف این درس تبیین مباحث نظری و عملی در زمینه زبانشناسی و پردازش سیگنال گفتار است. همچنین کاربردهای مختلفی از جمله بازشناسی گفتار، بازشناسی گوینده، تبدیل متن به گفتار، بهسازی گفتار و فشرده سازی گفتار اشاره خواهند شد.

اهداف ویژه:

- ۱- بررسی رویکردهای مختلف استخراج ویژگی از سیگنال های گفتاری
- ۲- به کارگیری معماری های شبکه عمیق و الگوریتم های یادگیری عمیق به روز در حوزه های کاربردی مختلف پردازش گفتار

پ) سرفصل ها:

- ۱- مقدمه و معرفی پردازش گفتار (تاریخچه، کاربرها و مفاهیم اولیه)
- ۲- مفاهیم زبانشناسی (آواشناسی/ واج شناسی، طیف نگار گفتار و نحوه خواندن آن)
- ۳- بررسی سیستم تولید و درک گفتار در انسان
- ۴- رقمی سازی و پیش پردازش گفتار
- ۵- استخراج ویژگی های زمانی و فرکانسی از سیگنال گفتار
- ۶- روش های تخمین طیف، تخمین فرکانس های فرمنت و تخمین فرکانس گام
- ۷- تشخیص فعالیت صوتی و گفتاری (VAD & SAD)
- ۸- بازشناسی گفتار (رویکردهای مبتنی بر HMM و یادگیری عمیق)
- ۹- بازشناسی گوینده (رویکردهای مبتنی بر I-vector و یادگیری عمیق)
- ۱۰- مروری بر کاربردهای دیگر پردازش گفتار (سنتز گفتار، بهسازی کیفیت گفتار، فشرده سازی گفتار)
- ۱۱- انواع مدل های زبانی بزرگ صوتی و نحوه کارکرد آنها



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

ارائه سرفصل توسط استاد در کلاس، انجام تکالیف تئوری و عملی، ارائه‌های دانشجویی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۵ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۲۰ درصد

آزمون پایانی ۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تخته سفید و ماژیک، ویدیو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. D. Yu and L. Deng, Automatic Speech Recognition: A Deep Learning Approach, Springer, 2015.
2. J. R. Deller, J. H. L. Hansen, and J. G. Proakis, Discrete-Time Processing of Speech signals, IEEE Press, 2000.
3. Kamath, U.; Liu, J. & Whitaker, J., Deep Learning for NLP and Speech Recognition 1st Edition, Springer, 2019.
4. T. F. Quatieri, Speech Signal Processing, Prentice-Hall, 2002.
5. L. R. Rabiner, Ronald R. Schafer, Theory and Applications of Digital Signal Processing, Pearson, 2011.
6. X. Huang, A. Acero, and H. W. Hon, Spoken Language Processing: A Guide to Theory, Algorithm, and System Development, Prentice-Hall, 2000.

۷. محمدمهدی همایونپور، پژوهشنامه تبدیل متن به گفتار، شورای عالی اطلاع رسانی، ۱۳۹۱.

۸. حسن صامتی، پژوهشنامه بازشناسی خودکار گفتار، شورای عالی اطلاع رسانی، ۱۳۹۰.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات عمومی برای تسهیل شرکت این افراد در کلاس

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: جستجو و بازیابی اطلاعات در وب				
نوع درس و واحد		Web Search and Information Retrieval		عنوان درس به انگلیسی:
پایه ☐ نظری ☒		ندارد		دروس پیش نیاز:
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		ندارد		دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐			۳	تعداد واحد:
پروژه/ رساله /پایان نامه ☐				
مهارتی -اشتغال پذیری ☐			۴۸	تعداد ساعت:
مرتبط با آمایش/مأموریت ☒ مرتبط با مأموریت/آمایش ☐		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		
موسسه نیست ☒ موسسه است ☐				

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

ب) هدف کلی:

- ارتقای توانایی دانشجویان در شناخت مفاهیم پایه و ساختار سیستم‌های بازیابی اطلاعات، درک الگوریتم‌ها و مدل‌های جستجو، تحلیل داده‌های پرسمان و نتایج بازیابی، ارزیابی عملکرد سیستم‌ها، و به‌کارگیری روش‌های کلاسیک و یادگیری‌محور برای حل مسائل کاربردی در محیط وب است.

اهداف ویژه:

۱. تحلیل مفاهیم پایه بازیابی اطلاعات، موتورهای جستجو، مدل‌های پیشرفته

پ) سرفصل‌ها:

- ۱- مقدمه ای بر بازیابی اطلاعات
- ۲- ساختار موتورهای جستجو و چالش‌های طراحی موتورهای جستجو
- ۳- تحلیل داده‌های پرسمان جستجو و پیشنهاد پرسمان جستجو
- ۴- مروری بر روش‌های پایه بازیابی اطلاعات (مدلهای بولی، فضای برداری، احتمالاتی)
- ۵- روش‌های ارزیابی در بازیابی اطلاعات(ارزیابی بدون ترتیب/ارزیابی ترتیبی)
- ۶- بازیابی اطلاعات مبتنی بر مدل زبانی، مدل یادگیری برای بازیابی اطلاعات مبتنی بر شبکه عصبی
- ۷- روش‌های حل مشکل عدم تطابق واژگانی و سیستم‌های توصیه گر
- ۸- مروری بر سیستم‌های کاربردی مبتنی بر بازیابی اطلاعات



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

مشارکت دانشجویان در مباحث درسی، تدریس سخنرانی محور، ارایه دانشجویی همراه با تکالیف کلاسی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس درس، ویدیو پروژکتور و تخته وایت بورد

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. C. Manning, P. Raghavan, and H. Schutz, Introduction to Information Retrieval, Cambridge University Press, 2008.
2. C. Zhai, Statistical Language Models for Information Retrieval, Morgan & Claypool Publishers, 2008.
3. C. Zhai and S. Massung, Text Data Management: A Practical Introduction to Information Retrieval and Text Mining, ACM and Morgan & Claypool Publishers, 2016.
4. J. Gao, C. Xiong, P. Bennett, N. Craswell, Neural approaches to conversational information retrieval. Heidelberg: Springer, 2023.
5. J. Jose, E. Yilmaz, J. Magalhães, P. Castells, N. Ferro, MJ. Silva, F. Martins (eds) Advances in Information Retrieval. Springer, 2020
6. R. Baeza-Yates and B. Ribeiro-Neto, Modern Information Retrieval: The Concepts and Technology behind Search, ACM Press, 2010.
7. W. B. Croft, D. Metzler, and T. Strohman, Search Engines: Information Retrieval in Practice, Pearson, 2010.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ملاحظه خاصی وجود ندارد.

بستگی به نوع معلولیت؛ امکانات رایانه ای، گفتاری و شنیداری مخصوص آنان فراهم شود.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: ربات های متحرک خودگردان			
نوع درس و واحد		Autonomous Mobile Robots	عنوان درس به انگلیسی:
☒ نظری	☐ پایه	ندارد	دروس پیش نیاز:
☐ عملی	☐ تخصصی الزامی	ندارد	دروس هم نیاز:
☐ نظری-عملی	☒ تخصصی اختیاری		تعداد واحد:
	☐ پروژه/ رساله /پایان نامه		۳
	☐ مهارتی-اشتغال پذیری		۴۸
مرتبط با مأموریت/آمایش	مرتبط با آمایش/مأموریت	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
☐ موسسه است	☒ موسسه نیست		

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

ب: هدف کلی:

تحلیل الگوریتم‌های اساسی رباتیک با تأکید بر موضوع‌های پژوهشی و کاربردی، به گونه‌ای که دانشجو بتواند با درک مفاهیم پایه، کاربرد آن‌ها را در مسائل واقعی تشخیص داده، الگوریتم‌ها را ارزیابی و مقایسه کرده، و در نهایت در طراحی یا بهبود سیستم‌های رباتیکی نوآورانه مشارکت کند.

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مکانیزم‌های لازم برای حرکت یک ربات در یک محیط واقعی

پ) سرفصل‌ها:

۱- معرفی ربات‌های متحرک

۲- انواع روش‌های جابجایی ربات

۳- توصیف موقعیت ربات در محیط

۴- محدودیت‌های سینماتیکی

۵- مانور ربات (کنترل موقعیت: حلقه باز/ حلقه بسته)

۶- ادراک محیط توسط سنسورها (انکدر، جهت (قطب نما، ژایرسکوپ)، شتاب سنج، سرعت سنج، لیزر، سنار، بینایی، عدم قطعیت در اندازه گیری، انتشار خطا، استخراج ویژگی)

۷- مکان یابی (روش‌های احتمالی، روش کالمن، روش مارکف)

۸- ناوبری (مفاهیم طراحی مسیر/ روش‌های توابع پتانسیل، نقشه راه، تجزیه سلولی، الگوریتم BUG / ساخت نقشه و مکان یابی همزمان (SLAM))



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

مشارکت دانشجویان در مباحث درسی، تدریس سخنرانی محور، ارائه دانشجویی همراه با تکالیف کلاسی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۲۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایانی ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس درس، ویدیو پروژکتور و تخته وایت بورد

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. N. Correll, B. Hayes, D. Kotz, Introduction to Autonomous Robots: Mechanisms, Sensors, Actuators, and Algorithms. MIT Press, Cambridge, 2022.
2. R. Siegwart and R. Illah, Introduction to Autonomous Mobile Robots, MIT Press, 2004.
3. T. Bräunl, Embedded Robotics: From Mobile Robots to Autonomous Vehicles with Embedded Systems. Springer, Singapore, 2022

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بستگی به نوع معلولیت؛ امکانات رایانه ای، گفتاری و شنیداری مخصوص آنان فراهم شود.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: مباحث پیشرفته در یادگیری عمیق			
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Topics in Deep Learning	
دروس پیش نیاز:		شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق	
دروس هم نیاز:		ندارد	
تعداد واحد:		۳	حل تمرین:
تعداد ساعت:		۴۸	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)			
مرتبط با آمایش/مأموریت		مرتبط با آمایش/مأموریت	
موسسه نیست		موسسه نیست	
مرتبط با مأموریت/آمایش		مرتبط با مأموریت/آمایش	
موسسه است		موسسه است	

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

.....

ب: هدف کلی:

هدف این درس تبیین و تحلیل شبکه‌های عمیق مرز دانش در کاربردهای مختلف از دو جهت معماری و رویکردهای یادگیری است.

اهداف ویژه:

- ۱- تمرکز بر رویکردهای یادگیری عمیق با شرایط نظارتی مختلف
- ۲- تمرکز بر فشرده‌سازی شبکه‌های عصبی عمیق برای سیستم‌هایی با منابع محدود
- ۳- بررسی تعمیم‌پذیری و توضیح‌پذیری شبکه‌های عصبی عمیق

پ) سرفصل‌ها:

- ۱- مطالب مقدماتی (بهینه‌سازی و تعمیم‌پذیری در یادگیری عمیق)
- ۲- شبکه‌های مولد (انواع شبکه‌های VAE، GAN و Diffusion)
- ۳- شبکه‌های مبدل (تنها رمزگذار، تنها رمزگشا و رمزگذار-رمزگشا)
- ۴- یادگیری خودنظارتی در شبکه‌های عمیق (وظایف pretext، یادگیری خودنظارتی چندماهیتی)
- ۵- یادگیری عمیق چندماهیتی

۶- فشرده‌سازی شبکه‌های عصبی عمیق (تقطیر دانش، هرس کردن، چندی‌سازی، جستجوی معماری عصبی)

۷- یادگیری عمیق در ایجاد تعمیم‌پذیری فراتر از معمول (تطبیق دامنه، تعمیم دامنه، تعمیم‌پذیری خارج از دامنه)

۸- بصری‌سازی و تفسیرپذیری شبکه‌های عصبی عمیق

۹- شبکه‌های عصبی گرافی



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

ارائه سرفصل توسط استاد در کلاس، انجام تکالیف تئوری و عملی، ارائه‌های دانشجویی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۵۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۲۰ درصد

آزمون پایانی ۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تخته سفید و ماژیک، ویدیو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Aggarwal, C. C. (2018). Neural networks and deep learning. Springer, Berlin.
2. Buduma, N. and Locascio N. (2017). Fundamentals of Deep Learning: Designing Next-generation Machine Intelligence Algorithms. O'Reilly Media.
3. Goodfellow, L., Bengio, Y. and Courville, A. (2015). Deep Learning. MIT press, Cambridge.
4. Simon J.D. Prince. *Understanding Deep Learning*. MIT Press, 2023.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات عمومی برای تسهیل شرکت این افراد در کلاس

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: تحلیل داده های زیستی			
نوع درس و واحد		Biological Data Analysis	
پایه ☐ نظری ☒		ندارد	
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		ندارد	
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		حل تمرین:	تعداد واحد: ۳
پروژه/ رساله / پایان نامه ☐			تعداد ساعت: ۴۸
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			
مرتبط با آمایش/مأموریت ☐ مرتبط با آمایش/مأموریت ☒		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه نیست ☐ موسسه است ☒			

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

ب: هدف کلی:

هدف از این درس، آشنایی دانش جویان با الگوریتم های موجود برای تحلیل داده های حجیم زیستی است.

اهداف ویژه:

۱. آماده سازی کتابخانه، توالی یابی های دنا و رنا،
۲. تحلیل برهم کنش دنا و پروتئین و روش های تک سلولی است.

پ: سرفصل ها:

- ۱) آماده سازی کتابخانه و تکنیک ها و محاسبه پیچیدگی کتابخانه
- ۲) توالی یابی DNA، بر هم نهی تمام ژنوم، بر هم نهی تمام اگزون؛ phase کردن.
- ۳) توالی یابی RNA، نرمالیزه کردن،
- ۴) یافتن ژن های تفریقی، یافتن شبکه های تنظیمی ژن.
- ۵) تحلیل برهم کنش RNA و پروتئین،
- ۶) روش های نرمالیزه کردن داده، ATAC-Seq, ChIP-Seq، یافتن متغیرها
- ۷) روش های تک سلولی، نرمالیزه کردن داده های تک سلولی،
- ۸) دسته بندی داده های تک سلولی، پر کردن داده های تک سلولی،
- ۹) استنتاج از داده های تک سلولی

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

آموزش برنامه ای و بوسیله رایانه و تدریس مساله محور، گروهی و مبتنی بر تعامل (پرسش و پاسخ).



ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی تکالیف و پروژه در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ویدیو پروژکتور جهت تدریس و رایانه جهت انجام فعالیت‌های کلاسی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Michael Whitlook, D. Schluter, The Analysis of Biological Data, 3rd Ed., W. H. Freeman Publishing Co., 2020.
2. Quinn, Gerry P., Experimental Design and Data Analysis for Biologists, 2nd Ed., Cambridge University Press, 2023.
3. Ye, Shui Qing, Big data analysis for bioinformatics and biomedical discoveries. CRC Press, 2016.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بستگی به نوع معلولیت؛ امکانات رایانه ای، گفتاری و شنیداری مخصوص آنان فراهم شود.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: بیوانفورماتیک			
عنوان درس به انگلیسی:		Bioinformatics	
دروس پیش نیاز:		ندارد	
دروس هم نیاز:		ندارد	
تعداد واحد:	۳	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
	۴۸		پروژه/رساله / پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐
تعداد ساعت:		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با مأموریت/آمایش		مرتبط با آمایش/مأموریت	
موسسه است ☐		موسسه نیست ☒	

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

هدف کلی:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با ضروریات تحلیل داده‌های بیوانفورماتیک و مروری بر کلیدی‌ترین مباحث زیست‌شناسی سلولی و مولکولی است. انتظار می‌رود دانشجویان پس از گذراندن این درس، دانش پایه‌ای لازم را برای مطالعه‌ی پژوهش‌های جدید و گذراندن سایر درس‌های این حوزه کسب کنند.

اهداف ویژه:

- ۱ معرفی الگوریتم‌های پایه‌ای بیوانفورماتیک،
- ۲ روش‌های آماری و یادگیری ماشین مورد استفاده در تحلیل داده‌های زیست-پزشکی،
- ۳ معرفی داده‌پایگاه‌های بیوانفورماتیک، و
- ۴ تحلیل عملی داده‌ها در محیط برنامه‌نویسی Python یا R

سرفصل‌ها:

- ۱) ضرورت یادگیری بیوانفورماتیک و کاربردهای بیوانفورماتیک در پژوهش‌های زیست‌شناسی و پزشکی
- ۲) ضروریات زیست‌شناسی سلولی و مولکولی؛ اجزای سلول، ساختار DNA و تکثیر آن،
- ۳) ساختار RNA و رونویسی، ساختار پروتئین و ترجمه، تنظیم بیان ژن‌ها، تمایز سلولی
- ۴) آشنائی با داده‌های بیوانفورماتیک، فن‌آوری‌های تولید داده‌های زیستی شامل Microarray و Next Generation Sequencing.
- ۵) پایگاه‌های مهم داده‌های زیست‌پزشکی، ادغام داده‌های داده‌پایگاه‌های مختلف
- ۶) مقدمه‌ای بر روش‌های آماری، تحلیل تفاوت بیان ژن، آزمون‌های آماری، مقدار پی،
- ۷) روش‌های اصلاح مقدار پی، کاهش ابعاد داده‌های زیستی

۸) تحلیل مقدماتی داده‌های زیستی با استفاده از یکی از زبان‌های برنامه‌نویس Python یا R، کتابخانه‌های مرتبط در این محیط‌ها

۹) تحلیل داده‌های بیان ژنی Microarray، تحلیل داده‌های RNASeq، تحلیل GO و Pathway، تحلیل GSEA، متاآنالیز داده‌ها

۱۰) مقدمه‌ای بر الگوریتم‌های بیوانفورماتیک، هم‌ردیفی توالی‌های زیستی، درخت‌های تبار (Phylogenetic Trees)

۱۱) اسمبلی ژنوم، تطابق خوانده‌ها با ژنوم (Alignment)، پیدا کردن موتیف‌ها (Motifs)

۱۲) تحلیل‌های زیست‌شناسی سیستمی، کاربرد معادلات دیفرانسیل، تحلیل تمایز

۱۳) تحلیل داده‌های ساختاری، آشنایی با مساله‌های تاخوردگی RNA و پروتئین، اتصال پروتئین‌ها

روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف: آموزش برنامه‌ای و بوسیله رایانه و تدریس مساله محور، گروهی و مبتنی بر تعامل (پرسش و پاسخ).

روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی تکالیف و پروژه در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایانی ۴۰ درصد

ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

ویدیو پروژکتور جهت تدریس و رایانه جهت انجام فعالیت‌های کلاسی

منابع علمی پیشنهادی:

1. Andreas D. Baxevanis, G. D. Bader, D. S. Wishart (Editors), Bioinformatics, 4th Ed., Wiley, 2020.
2. Ben Rizer, Introduction to Bioinformatics: Navigating the Intersection of Biology and Computational Science, Independently Published, 2024.
3. Bruce Alberts et al. Essential Cell Biology. Garland Science, 2013.
4. Ken Youens-Clark, Mastering Python for Bioinformatics: How to write Flexible, Documented, Tested Python Code for Research, O'Reilly Media, 2021.
5. Neil C. Jones, Pavel A. Pevzner. An Introduction to Bioinformatics Algorithms. MIT Press, 2004.
6. Robert I Colautti, R Crash Course for Biologists: An Introduction to R for Bioinformatics and Biostatistics, Independently Published, 2022.

ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بستگی به نوع معلولیت؛ امکانات رایانه‌ای، گفتاری و شنیداری مخصوص آنان فراهم شود.

ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: یادگیری ماشین آماری			
نوع درس و واحد		Statistical Machine Learning	
☐ پایه ☒ نظری		ندارد	
☐ تخصصی الزامی ☐ عملی		ندارد	
☒ تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی		حل تمرین:	تعداد واحد: ۳
پروژه/ رساله / پایان نامه ☐			تعداد ساعت: ۴۸
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			
مرتبط با آمایش/مأموریت ☒ موسسه نیست		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با مأموریت/آمایش ☐ موسسه است			

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

.....

ب: هدف کلی:

هدف اصلی این درس که معمولاً برای دانشجویان مقطع دکتری هوش مصنوعی ارائه می‌شود، ارائه مفاهیم پیشرفته مرتبط با حوزه یادگیری ماشین و خصوصاً رویکرد یادگیری آماری است.

اهداف ویژه:

۱- ارائه مباحث پیشرفته و عمیق انتخابی بر اساس مقالات مرتبط سطح بالا و به روز

۲- انجام پروژه تحقیقاتی پیشرفته دارای نوآوری در حوزه یادگیری ماشین آماری

پ) سرفصل‌ها:

۱- مدل‌های گرافی احتمالاتی (حوزه تصادفی مارکف (MRF): انواع، استنتاج، درخت اتصال، الگوریتم Hugin، شبکه باور بیزی

(BBN): استنتاج، الگوریتم حذف متغیر، یادگیری، الگوریتم EM برای BBN ها)

۲- روش‌های تقریب با بهینه سازی (بهینه سازی انرژی آزاد هلمهلتز، تقریب کیکوشی و بث، تقریب حوزه میانگین، انتشار باور)

۳- کاهش بعد خطی و غیرخطی (تحلیل مؤلفه اصلی (PCA)، تجزیه مقدار منفرد (SVD)، مقیاس سازی چندبعدی (MDS)،

یادگیری خمینه: روش Isomap، روش Kernel PCA، روش Laplacian Eigenmap)

۴- مدل‌های متغیر پنهان و تقریب‌های تغییراتی (مدل گسسته ساز برداری همکاری کننده (CVQ)، الگوریتم EM تغییراتی

(Variational EM)، مدل گسسته ساز برداری همکاری کننده بیزی (BCVQ)، الگوریتم بیز تغییراتی (VB-EM)

۵- خوشه بندی طیفی (انواع ماتریس های لاپلاسی گراف نرمال نشده و نرمال شده (L_{sym}, L_{rw})، رویکرد برش گراف)

۶- روش‌های هسته، مروری بر رهیافت های بهینه سازی در یادگیری ماشین



۷- شبکه های عصبی گرافی (GNN) و یادگیری عمیق هندسی (GDL)

۸- یادگیری بدون نمونه (ZSL)، یادگیری چند وظیفه ای (MTL)، فرایادگیری (Meta Learning)

۹- مباحث انتخابی و ارائه شونده توسط دانشجویان

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

ارائه مطالب سرفصل توسط استاد، ارائه مقالات مرتبط و به روز توسط دانشجویان، پروژه پژوهشی پیشرفته دانشجویی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارائه و فعالیت‌های کلاسی	۳۰ درصد
پروژه پژوهشی پیشرفته	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تخته سفید و ماژیک، ویدیو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.
2. Simon J.D. Prince. Understanding Deep Learning. MIT Press, 2023.
3. T. Hastie, R. Tibshirani, and J. Friedman, The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Second Edition, Springer, 2009.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ملاحظات عمومی برای این افراد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: مدل‌های گرافی احتمالاتی			
عنوان درس به انگلیسی:		Probabilistic Graphical Models	
نوع درس و واحد			
ندارد	دروس پیش‌نیاز:	☐ پایه ☒ نظری	
ندارد	دروس هم‌نیاز:	☐ تخصصی الزامی ☐ عملی	
تعداد واحد:	۳	☒ تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی	
		☐ پروژه/رساله / پایان‌نامه	
		☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
تعداد ساعت:	۴۸	حل تمرین:	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت	مرتبط با مأموریت/آمایش
		☒ موسسه نیست	☐ موسسه است

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

.....

ب: هدف کلی:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مدل‌سازی عدم قطعیت در مسائل دنیای واقعی به صورت احتمالی در یک سامانه هوشمند است. روش‌های مختلف نمایش این دانش غیرقطعی، نحوه کار با آن و همچنین نحوه یادگیری آن از روی داده‌های مسأله از جمله بخش‌های اصلی این درس خواهد بود.

اهداف ویژه:

- ۱- آشنایی با نحوه نمایش، استنتاج و یادگیری مدل‌های گرافی احتمالاتی
- ۲- یادگیری ماشین احتمالاتی
- ۳- دیدگاه احتمالاتی در توسعه رویکردهای جدید در سامانه‌های یادگیر

پ) سرفصل‌ها:

- ۱) مروری بر مباحث مقدماتی (نظریه احتمالات، نظریه گراف)
- ۲) ساختارهای جهت‌دار: شبکه‌های بیزی، معیار جدایی جهت‌دار (d-separation)، نظریه فاکتوربندی، دسته‌بندی بیزی
- ۳) ساختارهای بدون جهت: شبکه‌های مارکوف، توزیع گیبز، نظریه هم‌زلی کلیفورد (Hammersley-Clifford)، ارتباط شبکه‌های مارکوف و بیزی
- ۴) ساختارهای ترکیبی: میدان شرطی، شبکه بیزی شرطی، گراف‌های زنجیره‌ای
- ۵) ساختارهای محلی: استقلال قطعی، استقلال وابسته به بستر، استقلال تأثیر علی، مدل‌های گاوسی خطی و نوع شرطی آن، سایر مدل‌های نمایی، مدل‌های لگاریتم - خطی، شبکه‌های باور عمیق، توزیع گاوسی چندمتغیره
- ۶) استنتاج قطعی: حذف متغیر، انتشار باور
- ۷) استنتاج تقریبی: رویکرد تغییراتی، رویکرد تصادفی، رویکرد بهینه‌سازی، تخمین مونت کارلو، زنجیره‌های مارکوف



- ۸) مدل‌های الگویی: مدل‌های زمانی، مدل‌های حالت - مشاهده، مدل‌های صفحه‌ای
- ۹) یادگیری مدل از روی داده‌ها: اهداف مختلف یادگیری، فاصله کولبک - لیبلر، رویکردها و زیرمسائل مختلف
- ۱۰) یادگیری پارامترها: تخمین بیشترین شباهت، بیشترین احتمال پسین، توزیع‌های مزدوج، تخمین بیزی، تخمین غیرپارامتری، بهینه‌سازی پارمترهای شبکه مارکوف، روش بهینه‌سازی شباهت (EM)
- ۱۱) یادگیری ساختار: رویکردهای جستجو و امتیازدهی، معیارهای احتمالی امتیازدهی، رویکردهای مبتنی بر قیود، آزمایش‌های آماری، بهینه‌سازی شباهت ساختاری
- ۱۲) شبکه‌های عصبی بیزی، ماشین بولتزمن، بهینه‌سازی بیزی
- ۱۳) مدل‌های مولد: شبکه خودکدگذار تغییراتی، مدل‌های پخشی، فرآیندهای عصبی، مدل‌های زبانی

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

ارائه سرفصل توسط استاد در کلاس، ارائه‌های دانشجویی و پژوهش پایانی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۴۰ درصد
پژوهش پایانی	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس مجهز به پروژکتور، سخت‌افزار پردازش برای آموزش نحوه یادگیری مدل‌های هوش مصنوعی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. K.P. Murphy, Probabilistic Machine Learning: An Introduction, MIT Press, 2022.
2. K.P. Murphy, Probabilistic Machine Learning: Advanced Topics, MIT Press, 2023.
3. D. Koller & N. Friedman, Probabilistic Graphical Models: Principles and Techniques, MIT Press, 2009.
4. L.E. Sucar, Probabilistic Graphical Models: Principles and Applications, Springer, 2015
5. C. Bielza & P. Larrañaga, Data-Driven Computational Neuroscience: Machine Learning and Statistical Models, Cambridge University Press, 2020.
6. R. Neapolitan, Learning Bayesian Networks, Prentice Hall, 2004.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات عمومی برای تسهیل شرکت این افراد در کلاس

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: تحلیل کلان داده‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:		Big Data Analytics	
دروس پیش‌نیاز:		ندارد	
دروس هم‌نیاز:		ندارد	
تعداد واحد:		۳	حل تمرین:
تعداد ساعت:		۴۸	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)			
مرتبط با آمایش/مأموریت		مرتبط با آمایش/مأموریت	
موسسه نیست		موسسه است	
نظری		پایه	
تخصصی الزامی		عملی	
تخصصی اختیاری		نظری-عملی	
پروژه/رساله / پایان‌نامه			
مهارتی-اشتغال‌پذیری			
مرتبط با مأموریت/آمایش		مرتبط با مأموریت/آمایش	
موسسه است		موسسه نیست	

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

.....

ب: هدف کلی:

برای داده‌هایی که با حجم و سرعت بالا تولید می‌شوند، روش‌های سنتی تحلیل و دستکاری داده‌ها قابل استفاده نیستند. هدف اصلی این درس معرفی تئوری‌ها و الگوریتم‌های پیشرفته‌ای است که در سالهای اخیر در زمینه تحلیل، دستکاری و استخراج دانش از حجم انبوهی از داده‌ها ارائه شده‌اند. در این راستا، در این درس مسایلی مانند بازنمایی داده‌ها، یافتن داده‌های مشابه، کاهش و استخراج ویژگی برای داده‌های بزرگ، جریان داده‌ها، بکارگیری الگوریتم‌های یادگیری ماشین و عمیق برای داده‌های بزرگ مورد بررسی قرار می‌گیرند.

اهداف ویژه:

- ۱- آشنایی با نحوه ذخیره و توزیع کلان داده‌ها
- ۲- الگوریتم‌های یادگیری ماشین و عمیق توزیع شده
- ۳- تحلیل داده‌های کلان چندماهیتی، جریانی و ساختاریافته

پ) سرفصل‌ها:

- ۱) مقدمه‌ای بر کلان داده‌ها (ویژگی‌های کلان داده‌ها، مروری بر روش‌های ذخیره‌سازی و بازیابی کلان داده‌ها)
- ۲) رویکرد کاهش نگاشت (فایل سیستم توزیع شده، الگوریتم‌های نگاشت کاهش)
- ۳) مقدمه‌ای بر Spark
- ۴) اجمال‌سازی (sketching)
- ۵) مقدمه‌ای بر تئوری اطلاعات
- ۶) بازنمایی داده‌ها



۷) یافتن داده‌های مشابه در ابعاد بالا (معرفی معیارهای فاصله، پیدا کردن داده‌های مشابه با ابعاد بالا، تحلیل درهم‌سازی حساس به موضوع)

۸) سیستم‌های داده (روش‌های توزیع داده‌ها، یادگیری ماشین توزیع شده، موازی سازی، یادگیری (federated)

۹) الگوریتم‌های پردازش جریان داده‌ها

۱۰) روش‌های کاوش در گراف ها و درخت ها

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

ارائه سرفصل توسط استاد در کلاس، انجام تکالیف عملی، پژوهش پایانی و ارائه‌های دانشجویی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۲۵ درصد

آزمون پایانی ۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس مجهز به پروژکتور، سخت افزار مجهز برای انجام پروژه های کلاسی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. J. Leskovec, A. Rajaraman, J. D. Ullman, Mining of Massive Datasets, 3rd Ed., Cambridge University Press, 2020.
2. Kleppmann, Martin. Designing data-intensive applications: The big ideas behind reliable, scalable, and maintainable systems. "O'Reilly Media, Inc.", 2017
3. 3. Guanhua Wang. Distributed Machine Learning with Python: Accelerating Model Training and Serving with Distributed Systems. 2022.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات عمومی برای تسهیل شرکت این افراد در کلاس

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: نظریه یادگیری ماشین			
نوع درس و واحد		Machine Learning Theory	
☐ پایه ☒ نظری		ندارد	
☐ تخصصی الزامی ☐ عملی		ندارد	
☒ تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی		حل تمرین:	تعداد واحد: ۳
پروژه/رساله / پایان نامه ☐			تعداد ساعت: ۴۸
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			
مرتبط با آمایش/مأموریت ☒ مرتب با مأموریت/آمایش		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
☒ موسسه نیست ☐ موسسه است			

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

.....

ب: هدف کلی:

هدف اصلی این درس تمرکز بر مبانی نظری و ریاضیات یادگیری ماشین و سپس نحوه کاربردی کردن آنها در عمل است.

اهداف ویژه:

- ۱- تفهیم مباحث زیربنایی نظری بر اساس منابع مرتبط پایه و به روز
- ۲- انجام پروژه تحقیقاتی دارای نوآوری نظری در حوزه یادگیری ماشین و به کارگیری در مسایل کاربردی

پ) سرفصل‌ها:

- ۱- کمینه سازی خطای تجربی، بعد وپنیک-چرووننکیس (VC dimension)
- ۲- یادگیری تقریباً احتمالاً درست (PAC)، مصالحه بایاس-واریانس، تقویت (Boosting)
- ۳- یادگیری از طریق همگرایی یکنواخت، یادگیری غیر یکنواخت، زمان اجرای یادگیری
- ۴- پیش بینی خطی، انتخاب مدل، اعتبارسنجی
- ۵- یادگیری محدب، منظم سازی (Regularization)، پایداری
- ۶- نزول در راستای گرادیان، تقریب تصادفی (Stochastic Approximation)، یادگیری برخط
- ۷- روشهای هسته، فضای هیلبرت بازنمایی هسته (RKHS)، هسته‌های معتبر و نامعتبر، مهندسی هسته
- ۸- دسته بندی چنددسته‌ای (Multi-Class)، رتبه بندی (Ranking)، خوشه بندی
- ۹- کاهش ابعاد و یادگیری خمینه (manifold)، انتخاب ویژگی، استخراج ویژگی، یادگیری ویژگی، تولید ویژگی
- ۱۰- مدل‌های تولیدی (generative)



۱۱- مباحث انتخابی و ارائه شونده توسط دانشجویان

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

ارائه مطالب سرفصل توسط استاد، ارائه مباحث مرتبط و جدید توسط دانشجویان، پروژه پژوهشی دانشجویی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارائه و فعالیت‌های کلاسی ۲۰ درصد

پروژه پژوهشی ۳۵ درصد

آزمون پایانی ۴۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تخته سفید و ماژیک، ویدیو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. S. Ben-David and S. Shalev-Shwartz, Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms, Cambridge University Press, 2014.
2. Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.
3. T. Hastie, R. Tibshirani, and J. Friedman, The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Second Edition, Springer, 2009.
4. A. Rostamizadeh, A. Talwalkar, and M. Mohri, Foundations of Machine Learning, MIT Press, 2012.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ملاحظات عمومی برای این افراد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: نظریه بهینه‌سازی			
عنوان درس به انگلیسی:		نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
	حل تمرین:	پروژه/رساله / پایان نامه ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با مأموریت/آمایش	مرتبط با مأموریت
		موسسه است ☐	موسسه نیست ☒

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

.....

ب: هدف کلی:

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با مفاهیم بهینه‌سازی، الگوریتم‌ها، و کاربردهای آن است

پ) سرفصل‌ها:

- مسائل بهینه‌سازی و انواع آن
- مسائل بهینه‌سازی محدب (مجموعه‌های محدب و آفین، توابع محدب)
- دوگانگی (Duality): تابع دوگان لاگرانژ، شرایط بهینگی
- برنامه‌ریزی خطی، روش سیمپلکس
- الگوریتم‌های بهینه‌سازی نامقید (الگوریتم‌های کاهش گرادیان، الگوریتم نیوتون)
- الگوریتم‌های بهینه‌سازی مقید (با قیود تساوی، با قیود نامساوی - روش‌های نقطه درونی، روش سد)
- کاربردها (رگرسیون، ماشین بردار پشتیبان، مسایل بهینه‌سازی رنک-پایین)
- بهینه‌سازی تصادفی (انواع قیود در بهینه‌سازی تصادفی، انواع مسائل بهینه‌سازی تصادفی، الگوریتم‌های موازی و توزیع شده)
- بهینه‌سازی غیرخطی

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

ارائه سرفصل توسط استاد در کلاس، انجام تکالیف تئوری و عملی و ارائه‌های دانشجویی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد



۲۵ درصد

آزمون پایان نیم سال

۳۵ درصد

آزمون پایانی

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

کلاس مجهز به پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Alaa Khamis, Optimization Algorithms: AI techniques for design, planning, and control problems, Manning, 2024.
2. D. Luenberger, Y. Ye, Linear and Nonlinear Programming, Springer, 4th ed., 2016.
3. Dimitri Bertsekas, Nonlinear Programming, Athena Scientific, 3rd Edition, 2016.
4. Jason Brownlee, Optimization for Machine Learning, MachineLearningMastery.com, 2021.
5. Jorge Nocedal and Stephen Wright. Numerical optimization. Springer Series in Operations Research and Financial Engineering, 2nd edition, 2006.
6. Mykel Kochenderfer and Tim Wheeler, Algorithms for Optimization, MIT Press, 2019.
7. Ryan Tibshirani, Convex Optimization taught. CMU from 2013 to 2019.
8. Stephen Boyd and Lieven Vandenberghe. Convex optimization. Cambridge university press, 2004.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات عمومی برای تسهیل شرکت این افراد در کلاس

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: پردازش سیگنال رقمی			
نوع درس و واحد		Digital Signal Processing	
پایه ☐ نظری ☒		عنوان درس به انگلیسی:	
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		دروس پیش نیاز:	
تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐		سیگنال ها و سیستم ها	
پروژه/ رساله / پایان نامه ☐		۳	تعداد واحد:
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			تعداد ساعت:
مرتبط با مأموریت/آمایش ☐ موسسه است ☐		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با مأموریت ☒ موسسه نیست ☐			

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

.....

ب: هدف کلی:

تبیین مبانی نظری، مفاهیم و کاربردهای پردازش، تحلیل و دستکاری سیگنال های دیجیتال

اهداف ویژه:

۱. تبیین نحوه ایجاد ارتباط بین دنیای آنالوگ فیزیکی و محاسبات دیجیتال با مفهوم نمونه برداری
۲. تسلط بر ابزارهای تحلیل فرکانسی سیگنالها و سیستمها
۳. آشنایی با روش های تحلیل علائم دیجیتال و طراحی فیلترهای مختلف

پ) سرفصل ها:

۱. مروری بر پردازش سیگنالها و سیستمهای پیوسته خطی
۲. سیستم ها و سیگنالهای گسسته
۳. تبدیل فوریه گسسته در زمان (DTFT)
۴. تبدیل Z
۵. فیلترهای دیجیتال
۶. نمونه برداری
۷. تبدیل فوریه گسسته DFT
۸. تبدیل سریع فوریه FFT



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

ارائه سرفصل توسط استاد در کلاس، انجام تکالیف عملی، امتحانات میان ترم و پایان ترم و پژوهش پایانی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی، تکالیف و پروژه	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۴۰ درصد
سایر موارد در صورت نیاز قید- شود.	

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تابلو و ویدئو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Lyons, R. G. "Understanding digital signal processing/Richard G. Lyons." (2010).
2. Mitra, Sanjit Kumar. *Digital signal processing: a computer-based approach*. Vol. 2. New York, NY, USA:: McGraw-Hill, 2011.
3. Oppenheim, Alan V., Ronald W. Schaffer, and John R. Buck. *Discrete-Time Signal Processing*. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1999.
4. Proakis, John G., and Dimitris K. Manolakis. *Digital Signal Processing*. 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2006.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: یادگیری تقویتی				
نوع درس و واحد		Reinforcement Learning		عنوان درس به انگلیسی:
☒ نظری	☐ پایه	ندارد		دروس پیش نیاز:
☐ عملی	☐ تخصصی الزامی	ندارد		دروس هم نیاز:
☐ نظری-عملی	☒ تخصصی اختیاری	حل تمرین:	۳	تعداد واحد:
	☐ پروژه/ رساله / پایان نامه		۴۸	تعداد ساعت:
	☐ مهارتی -اشتغال پذیری			
مرتبط با مأموریت /آمایش		وضعیت آمایشی /مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		
☐ موسسه است		☒ موسسه نیست		

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

.....

ب: هدف کلی:

امروزه در طیف وسیعی از مسائل در دنیای واقعی امکان ارائه بازخورد لحظه‌ای و جزئی برای آموزش عامل‌های هوشمند وجود ندارد. رویکرد متداول در این حالات یادگیری تقویتی است. از جمله چالش‌های این حوزه، تنگ بودن بازخوردها، زمان و تعداد نمونه‌های بالای مورد نیاز برای آموزش این عامل‌ها، بعد بالای مشاهدات دریافت شده از محیط، و همینطور تطبیق‌پذیری سریع با محیط‌های جدید است. در این درس این موارد را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

اهداف ویژه:

- ۱- آشنایی با مفاهیم و الگوریتم‌های متداول یادگیری تقویتی
- ۲- آشنایی با محیط‌ها و کاربردهای یادگیری تقویتی
- ۳- درک مزایا و معایب گروه‌های اصلی الگوریتم‌های یادگیری تقویتی عمیق

پ) سرفصل‌ها:



- ۱) مسائل فرآیند تصمیم مارکف MDP و POMDP
- ۲) معادلات Bellman، ارزیابی سیاست و بهبود آن (برنامه‌ریزی پویا، تکرار سیاست، تکرار ارزش، بهبود سیاست)
- ۳) روش‌های Monte Carlo
- ۴) یادگیری اختلاف زمانی (Temporal Difference): یادگیری on-policy و off-policy، روش Q-Learning، روش SARSA

(۵) یادگیری تقویتی معکوس

(۶) یادگیری تقلیدی

(۷) روش‌های Bootstrap با n گام و لامبدا TD

(۸) روش‌های تخمین (مانند روش Deep Q-Learning، روش Deep Double Q-Learning)

(۹) روش‌های مبتنی بر سیاست (روش Policy Gradient، الگوریتم REINFORCE، روش ناحیه مطمئن TRPO،

روش بهینه‌سازی سیاست PPO)

(۱۰) روش‌های عامل – نقاد (روش‌های نوین Off-Policy، روش DDPG، روش Soft Actor Critic یا SAC،

A2C، A3C)

(۱۱) روش‌های مبتنی بر مدل (روش‌های برنامه‌ریزی، روش Model Predictive Control، روش بهینه‌سازی مبتنی بر

Cross-entropy، درخت جستجوی Monte Carlo، روش Backpropagation Through Time، روش‌های

مبتنی بر Ensemble)

(۱۲) کاربردهای یادگیری تقویتی (در بینایی ماشین، پردازش زبان طبیعی، رباتیک، ...)

(۱۳) روش‌های یادگیری نمایش (روش CURL)

(۱۴) روش‌های فرایادگیری (Meta Learning)

(۱۵) شکل‌دهی به سود (Reward Shaping)

(۱۶) موازنه اکتشاف و بهره‌برداری

(۱۷) روش‌های چند عاملی

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

ارائه سرفصل توسط استاد در کلاس، انجام تکالیف تئوری و عملی، پژوهش پایانی و ارائه‌های دانشجویی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۲۵ درصد

آزمون پایانی ۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس مجهز به پروژکتور، سخت‌افزار پردازش برای آموزش نحوه بکارگیری یادگیری تقویتی (عمیق) در عامل‌های هوشمند

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Alexander Zai, Brandon Brown. Deep Reinforcement Learning in Action. Manning, 2020.
2. Dimitri Bertsekas, A Course in Reinforcement Learning, Athena Scientific, 2025.
3. M. Wiering and M. van Otterlo, Reinforcement Learning: State-of-the-Art, Springer, 2014.
4. Mykel Kochenderfer, Tim Wheller and Kyle Wray, Algorithms for Decision Making, MIT Press, 2022.
5. Richard S. Sutton, Andrew G. Barto. Reinforcement Learning. 2nd Edition, MIT Press, 2018.



ج) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات عمومی برای تسهیل شرکت این افراد در کلاس

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.

الف: عنوان درس به فارسی: بینایی کامپیوتر سه بعدی				
عنوان درس به انگلیسی:		3D Computer Vision		
دروس پیش نیاز:		بینایی ماشین		
دروس هم نیاز:		ندارد		
تعداد واحد:		۳	حل تمرین:	
تعداد ساعت:		۴۸		
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)				
مرتبط با آمایش/مأموریت		مرتبط با آمایش/مأموریت		
موسسه نیست		موسسه است		
مرتبط با مأموریت/آمایش		مرتبط با مأموریت/آمایش		
موسسه است		موسسه نیست		

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

.....

ب: هدف کلی:

در این درس، تئوری، الگوریتم‌ها و تکنیک‌های عملی برای درک و بازسازی ساختار سه بعدی از تصاویر و داده حسگرها مورد مطالعه قرار می گیرند. مباحث شامل هندسه چندنمایی، حسگر عمق، بازسازی سه بعدی، درک صحنه سه بعدی و کاربردها در رباتیک، واقعیت افزوده و سیستم‌های خودکار است.

اهداف ویژه:

- ۱- درک اصول مدل‌های دوربین، تصویرسازی و کالیبراسیون
- ۲- حل مسائل هندسه چندنمایی (هندسه اپی پولار، ماتریس‌های اساسی/ضروری، مثلث بندی)، پیاده سازی و ارزیابی تکنیک‌های حسگر عمق (استریو، نور ساختار یافته، حسگرهای لیدار/عمق).
- ۳- بازسازی صحنه‌های سه بعدی از تصاویر و/یا ابرهای نقطه‌ای، اعمال روش‌های بینایی سه بعدی به مسائل دنیای واقعی (SLAM، AR/VR، تخمین موقعیت شیء)

پ) سرفصل‌ها:

- ۱) مقدمه و پیشینه: مروری بر چشم‌انداز بینایی کامپیوتر سه بعدی، نمایش‌های سه بعدی: مش‌ها، ابرهای نقطه‌ای، واکسل‌ها، ضمنی، دوربین‌ها، مدل‌های تصویرسازی، و مروری بر مجموعه داده‌ها



- ۲) مدل‌های دوربین و کالیبراسیون: مدل دوربین بین‌هول، پارامترهای ذاتی و بیرونی، تکنیک‌های کالیبراسیون دوربین (روش ژانگ، کالیبراسیون استریو)، مدل‌های اعوجاج و اصلاح
- ۳) هندسه اپی‌پولار و هندسه دو-نما: اپی‌پول‌ها، محدودیت اپی‌پولار، ماتریس بنیادی، ماتریس ضروری، هندسه دو-نما: مثلث‌بندی، عمق از استریو، RANSAC برای تخمین قوی
- ۴) هندسه چند-نما: مثلث‌بندی در چندین نما، گردش کار ساختار از حرکت (SfM)، اصول تنظیم بسته
- ۵) عمق از استریو: تصاویر استریوی اصلاح‌شده، نقشه‌های اختلاف و تخمین عمق، تطبیق نیمه‌کلی و اختلافات مبتنی بر یادگیری، معیارهای ارزیابی
- ۶) بازسازی سه‌بعدی از ابرهای نقطه‌ای: اصول اولیه پردازش ابر نقطه‌ای، مفاهیم بازسازی سطح (پواسون، اشکال آلفا)، نمایش‌های مش و نگاشت بافت
- ۷) حسگرهای سه‌بعدی و تصویربرداری عمق: حسگرهای عمق: نور ساختاریافته، زمان پرواز، لیدار در مقابل استریو؛ ویژگی‌های نويز و کالیبراسیون، اصول اولیه ادغام حسگر
- ۸) درک صحنه سه‌بعدی: تشخیص و تخمین حالت شیء سه‌بعدی، نمایش‌های حالت (حالت شش‌بعدی، چهارگانه‌ها)، قطعه‌بندی سه‌بعدی و شبکه‌های ابر و کسل/نقطه‌ای (سطح بالا)
- ۹) یادگیری عمیق برای بینایی سه‌بعدی: شبکه‌های عصبی کانولوشن سه‌بعدی، مفاهیم PointNet/PointNet++، شبکه‌های مبتنی بر وکسل و مش، نمایش داده‌ها و تقویت برای داده‌های سه‌بعدی، بینایی سه‌بعدی در عمل (مروور کلی SLAM، سنجش بصری)، ادغام حسگر با IMU/LiDAR، مجموعه داده‌های معیار و شیوه‌های ارزیابی
- ۱۰) اصول اخلاقی در تحقیقات بینایی سه‌بعدی

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

ارائه سرفصل توسط استاد در کلاس، انجام تکالیف تئوری و عملی، پژوهش پایانی و ارائه‌های دانشجویی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۵ درصد
آزمون پایانی	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس مجهز به پروژکتور، سخت‌افزار پردازش برای آموزش نحوه بکارگیری یادگیری تقویتی (عمیق) در عامل‌های هوشمند

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Ayyadevara, V. K., Reddy, Y., Modern Computer Vision with PyTorch, Packt Publishing, 2024.
2. Datasets: KITTI, Middlebury Stereo, ETH3D, ScanNet, Matterport3D, ShapeNet (for 3D shapes)
3. Hartley, R. & Zisserman, A. Multiple View Geometry in Computer Vision, Cambridge University Press, 2004.
4. Szeliski, R. Computer Vision: Algorithms and Applications, Springer, 2023
5. Survey papers and tutorials on SfM, SLAM, and 3D deep learning
6. Zhang, Yu-J., 3-D Computer Vision: Principal, Algorithms and Applications, Springer, 2024.

ج) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات عمومی برای تسهیل شرکت این افراد در کلاس

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.

الف: عنوان درس به فارسی: مکان یابی و نقشه برداری ربات				
نوع درس و واحد		Robot Localization and Mapping		
پایه ☐ نظری ☒		ندارد		
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		ندارد		
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		۳	تعداد واحد:	
پروژه/ رساله /پایان نامه ☐			۴۸	تعداد ساعت:
مهارتی -اشتغال پذیری ☐				
مرتبط با آمایش /مأموریت ☒ مرتبط با مأموریت /آمایش ☐		وضعیت آمایشی /مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		
موسسه نیست ☒ موسسه است ☐				

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

ب: هدف کلی:

- تحلیل مفاهیم و اصول نقشه برداری و مکان یابی ربات در محیط، به گونه ای که دانشجویان با شناخت مبانی نظری، درک الگوریتم های تخمین حالت و تصمیم گیری، به کارگیری روش های مکان یابی و ساخت نقشه، تحلیل داده های سنسوری، ارزیابی عملکرد مدل ها، و ترکیب اطلاعات در طراحی سیستم های خودگردان توانمند شوند.

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با انواع روش های تخمین احتمالاتی حالت ربات و کاربردهای آن

پ) سرفصل ها:

- ۱- مقدمه ای بر ربات های متحرک

- ۲- مدل های حرکت و سنسور (تخمین حالت بایسی و فیلترها، فیلترهای کالمن، فیلترهای ذره ای)

- ۳- شبکه های بیزی پویا (DBN)

- ۴- مکان یابی ربات

- ۵- ساخت نقشه و SLAM

- ۶- نقشه های شبکه بندی



۷- روش های پیشرفته SLAM

۸- فرآیند تصمیم گیری مارکوف (MDP/POMDP)، یادگیری تقویتی

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

مشارکت دانشجویان در مباحث درسی، تدریس سخنرانی محور، ارایه دانشجویی همراه با تکالیف کلاسی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۲۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۳۰ درصد

آزمون پایانی ۵۰ درصد

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

کلاس درس، ویدیو پروژکتور و تخته وایت بورد

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. H. Yussaf (ed) Robot Localization and Map Building. IntechOpen, London, 2021.
2. S. Thrun, W. Burgard, and D. Fox, Probabilistic Robotics, MIT Press, 2005.
3. T. D. Barfoot, State Estimation for Robotics, Cambridge University Press, 2017.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بستگی به نوع معلولیت؛ امکانات رایانه ای، گفتاری و شنیداری مخصوص آنان فراهم شود.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: یادگیری ماشین کاربردی				
نوع درس و واحد		Applied Machine Learning		عنوان درس به انگلیسی:
☒ نظری	☐ پایه	ندارد		دروس پیش نیاز:
☐ عملی	☒ تخصصی الزامی	ندارد		دروس هم نیاز:
☐ نظری-عملی	☐ تخصصی اختیاری	حل تمرین:	۳	تعداد واحد:
	☐ پروژه/ رساله / پایان نامه		۴۸	تعداد ساعت:
	☐ مهارتی-اشتغال پذیری			
مرتبط با مأموریت /آمایش		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		
☐ موسسه است		☒ موسسه نیست		

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

.....

ب: هدف کلی:

کاربردهای یادگیری ماشین در رشته‌های مختلف اعم از مهندسی، علوم طبیعی، و علوم انسانی امروزه بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در این درس تلاش می‌شود دانشجویان رشته‌های مختلف با مفاهیم و کاربردهای یادگیری ماشین مرتبط با رشته‌شان آشنا شوند. الگوریتم‌های موفق و شناخته شده در زمینه یادگیری از مجموعه داده‌ها و تجربیات قبلی در این درس معرفی می‌شوند.

اهداف ویژه:

- ۱- آشنایی با مبانی، روش‌ها، و کاربردهای یادگیری ماشین، و پیاده سازی و ارزیابی این مدل‌ها در کاربردهای عملی مختلف
- ۲- ارائه مثال‌ها، تکالیف، و پروژه‌های عملی در زمینه‌های کاربردی متنوع

پ) سرفصل‌ها:

- ۱- مقدمه: معرفی انواع روش‌های یادگیری ماشین و کاربردهای آنها
- ۲- تحلیل اولیه داده: پیش پردازش، مصور سازی، معیارهای شباهت و فاصله
- ۳- یادگیری بانظارت: رگرسیون (خطی، غیرخطی، چندمتغیره، نزول در امتداد گرادیان، منظم سازی، آشنایی با ابزار کاربردی)، دسته‌بندی (k نزدیکترین همسایه، درخت تصمیم، دسته‌بند بیزی، رگرسیون منطقی، شبکه‌های عصبی، ماشین بردار پشتیبان، ترند هسته، روش‌های جمعی، معیارهای ارزیابی، آشنایی با ابزار کاربردی)
- ۴- یادگیری بینظارت: خوشه‌بندی (مبتنی بر افراز فضا مانند روشهای k -means، k -medoids، و k -means، سلسله مراتبی، مبتنی بر چگالی مانند DBSCAN، فازی، مبتنی بر مدل‌های ترکیبی، معیارهای ارزیابی، آشنایی با ابزار کاربردی)، کاهش بعد (تحلیل مولفه اصلی، تحلیل تمایز خطی، آشنایی با ابزار کاربردی)
- ۵- رویکردهای یادگیری عمیق (شبکه‌های پیچشی عمیق، شبکه‌های بازگشتی عمیق، مبدل‌ها، شبکه‌های گرافی، آشنایی با ابزار کاربردی)



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

ارائه مطالب سرفصل توسط استاد، تکالیف و پروژه پیاده سازی کاربردی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تکالیف و فعالیت‌های کلاسی ۲۵ درصد

پروژه کاربردی ۳۰ درصد

آزمون پایانی ۴۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تخته سفید و ماژیک، ویدیو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Kevin P. Murphy, Probabilistic machine learning : an introduction, MIT Press, 2022.
2. Tom Mitchell, Machine Learning, McGraw Hill, 1997

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: ملاحظات عمومی برای این افراد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: تحلیل و پردازش زمان- فرکانس			
نوع درس و واحد		Time-frequency analysis and processing	
پایه ☐ نظری ☒		دروس پیش نیاز: سیگنال ها و سیستم ها، جبر خطی، فرآیندهای تصادفی	
تخصصی الزامی ☒ عملی ☐		ندارد	
تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐		حل تمرین:	تعداد واحد: ۳
پروژه/ رساله / پایان نامه ☐			تعداد ساعت: ۴۸
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			
مرتبط با مأموریت /آمایش ☐ موسسه است ☐		وضعیت آمایشی /مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با مأموریت /آمایش ☒ موسسه نیست ☐			

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

.....

ب: هدف کلی:

تحلیل زمان-فرکانس (TFA) به سیگنال‌هایی می‌پردازد که محتوای طیفی آنها در طول زمان شکل می‌گیرد. ترکیب مفاهیم تحلیل فضای طیفی و روش‌های حوزه زمان برای ارائه نمایش‌های زمان-فرکانس (TFR) مشترکی که وقوع مؤلفه‌های فرکانسی را در زمان نشان می‌دهد، مورد مطالعه قرار می‌گیرند. این درس شامل تئوری، الگوریتم‌های عملی و کاربردهای مهندسی، ژئوفیزیک، و پردازش سیگنال‌های غیر ایستا است.

اهداف ویژه:

- ۱- درک محدودیت‌های تحلیل‌های صرفاً حوزه زمان یا فرکانس، استخراج و پیاده‌سازی TFRهای رایج (مانند تبدیل فوریه کوتاه‌مدت، تبدیل موجک، ویگنر-ویل)، اعمال TFA در مسائل دنیای واقعی (گفتار، سیگنال‌های زیستی، داده‌های لرزه‌شناسی، رادار)، ارزیابی و تفکیک‌پذیری زمانی از فرکانسی، تداخل بین دوره‌ای.
- ۲- ارائه مثال‌ها، تکالیف، و پروژه‌های عملی در زمینه‌های کاربردی متنوع

پ) سرفصل‌ها:

- ۱- مقدمه‌ای بر تحلیل زمان-فرکانس شامل: انگیزه و تاریخچه TFA، مثال‌های توضیحی: سیگنال‌های چیرپ، طیف‌های غیرایستا و تعاریف اولیه: زمان، فرکانس و نمایش‌های مشترک
- ۲- تبدیل فوریه زمان کوتاه (STFT): تعریف STFT و تفکیک‌پذیری زمان و فرکانس، توابع پنجره‌بندی: مستطیلی، هان، همینگ، بلکمن، و انتخاب طول پنجره و همپوشانی
- ۳- تکنیک‌های پیشرفته STFT: STFT چند مخروطی، STFT با Q ثابت و پنجره بندی تطبیقی، اصول اولیه همگام‌سازی
- ۴- تبدیل موجک: تبدیل موجک پیوسته (CWT) در مقابل تبدیل موجک گسسته (DWT)، مورلت، کلاه مکزیکایی و سایر موجک‌های مادر، رابطه مقیاس-فرکانس و محلی‌سازی زمان



۵. TFR های ویگنر-ویل و درجه دوم: توزیع ویگنر-ویل (WVD)، اصطلاحات متقاطع و تداخل؛ کلاس کوهن، تابع ابهام و طراحی هسته

۶. طیف نگاره‌ها، اسکالوگرام و ملاحظات عملی: طیف نگاره‌های لگاریتمی، نمایش دامنه در مقابل توان، و مقاومت نویز.

۷. تحلیل زمان-فرکانس چندبعدی: TFR های دوبعدی برای داده‌های چند حسگری، چگالی طیفی متقاطع در حوزه زمان-فرکانس، توزیع‌های زمان-فرکانس مشترک برای آرایه‌ها

۸. حذف نویز و تجزیه از طریق TFA؛ حذف نویز مبتنی بر TFA (آستانه‌گذاری در حوزه TFR)، دیکانولوشن زمان-فرکانس پراکنده و رتبه پایین، تخمین فرکانس لحظه‌ای

۹. کاربردها: گفتار و صدا، سیگنال‌های زیست‌پزشکی، ژئوفیزیک و رادار

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

ارائه مطالب سرفصل توسط استاد، تکالیف و پروژه پیاده سازی کاربردی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تکالیف و فعالیت‌های کلاسی ۲۵ درصد

پروژه کاربردی ۳۰ درصد

آزمون پایانی ۴۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تخته سفید و ماژیک، ویدیو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. K. Grochenig, Foundation of Time-Frequency Analysis, Birkhäuser Publishing Company 2013.
2. L. Cohen, Time-Frequency Analysis, Pearson College Division Publishing, 1994.
3. Pachori, Ram B., Time-Frequency Analysis Techniques and their Applications, CRC Press, 2025.
4. Tolimieri, R., Myoung An, Time-Frequency Representations, Springer, 2012.
5. V.C. Chen, and Hao Ling, Time-Frequency Transforms for Radar Imaging and Signal Analysis, Artech House Publishers, 2002.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات عمومی برای تسهیل شرکت این افراد در کلاس

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: داده کاوی پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی: Advanced Data Mining		نوع درس و واحد	
ندارد		پایه ☐	نظری ☒
ندارد		تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
حل تمرین:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/رساله / پایان نامه ☐	
	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای درس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت ☒	مرتبط با مأموریت/آمایش ☐
		موسسه نیست ☒	موسسه است ☐

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

.....

ب: هدف کلی:

برای تحلیل و کاوش در داده‌هایی مانند متون، گرافها (شبکه‌های اجتماعی و وب)، داده‌های مکانی و زمانی، و سری‌های زمانی روشهای به مراتب پیچیده‌تری در مقایسه با روش های معمول داده کاوی مورد نیاز است که در این درس مورد بررسی قرار می گیرد.

اهداف ویژه:

- ۱- مرور روش‌های اصلی داده کاوی
- ۳- تحلیل انواع مختلف داده‌ها مانند متون، گرافها (شبکه‌های اجتماعی و وب)، داده‌های مکانی (spatial)، زمانی (temporal) و سری های زمانی، داده‌های چندماهیتی

پ) سرفصل‌ها:

- ۱) معرفی داده‌کاوی و مدل‌های اصلی در آن
- ۲) الگوریتم‌های خوشه‌بندی داده (الگوریتم‌های سلسله مراتبی، الگوریتم K-Means و خوشه‌بندی جریانهای داده)
- ۳) قواعد وابستگی (تولید قواعد باهم آیی، الگوریتم FP Growth و ارزیابی الگوریتم ها)
- ۴) کاوش جریان داده‌ها (نمونه برداری جریان داده‌ها، پالایش جریان داده‌ها و فیلترهای بلوم، الگوریتم‌های جریان داده)
- ۵) الگوریتم های کاهش ابعاد (الگوریتم SVD، PCA و الگوریتم CUR)
- ۶) سیستمهای توصیه گر (بر مبنای محتوا، بر مبنای فیلترینگ اشتراکی)
- ۷) تحلیل پیوندها (الگوریتم PageRank و نوع موضوعی آن، الگوریتم TrustRank)
- ۸) تحلیل شبکه‌های اجتماعی (خوشه بندی شبکه‌های اجتماعی، کشف اجتماعات، افزاربندی گرافها، الگوریتم SimRank، شمارش مثلث‌ها)
- ۹) روش‌های کاوش در گراف ها و درخت ها

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

ارائه سرفصل توسط استاد در کلاس، انجام تکالیف عملی، پژوهش پایانی و ارائه‌های دانشجویی



ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۵ درصد
آزمون پایانی	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس مجهز به پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Leskovec, Jure, Anand Rajaraman, and Jeffrey David Ullman. Mining of massive data sets, 3rd Edition. Cambridge university press, 2020.
2. J. Mendes Moreira et al., A General Introduction to Data Analytics, John Wiley & Sons, 2019
3. Tan, Pang-Ning, Michael Steinbach, and Vipin Kumar. Introduction to Data Mining, 2nd edition, Pearson Education India, 2016.
4. Han, Jiawei, Micheline Kamber, and Jian Pei. "Data mining concepts and techniques third edition." University of Illinois at Urbana-Champaign Micheline Kamber Jian Pei Simon Fraser University (2012).

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات عمومی برای تسهیل شرکت این افراد در کلاس

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: هوش مصنوعی توزیع شده			
عنوان درس به انگلیسی:		Distributed AI	
دروس پیش نیاز:		ندارد	
دروس هم نیاز:		ندارد	
تعداد واحد:		۳	حل تمرین:
تعداد ساعت:		۴۸	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)			
مرتبط با آمایش/مأموریت		مرتبط با آمایش/مأموریت	
موسسه نیست		موسسه است	

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

.....

ب: هدف کلی:

بسیاری از محیط‌های واقعی که سامانه‌های هوشمند در آنها بکار گرفته می‌شوند شامل چندین عامل یا واحد محاسباتی هستند که لحاظ کردن و بهره‌گیری از آنها در عملکرد کلی سامانه تأثیرگذار است. در چنین محیط‌هایی عامل‌ها باید به تعامل با یکدیگر و محیط پیرامون بپردازند. تعامل‌ها در قالب تعاون یا تخصم یا ترکیبی از هر دو قرار می‌گیرند. در این درس ویژگی‌ها و چالش‌های بسط تکنیک‌های هوش مصنوعی برای بهره‌گیری از محیط‌های توزیع شده و چندعامله و راهکارهای طراحی عامل‌های موفق برای این محیط‌ها مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد این رویکرد در حل مسائلی است که بنا به دلایل مختلفی نظیر پیچیدگی، توزیع شدگی دانش، پراکندگی امکانات و ... قابل حل به وسیله یک سیستم هوشمند متمرکز نیستند، و حل آنها نیاز به همکاری و هماهنگی چندین مامور (سیستم) است مورد استفاده خواهد بود.

اهداف ویژه:

- ۱- معرفی و تجزیه و تحلیل مسائل هوش مصنوعی توزیع شده
- ۲- آشنایی با محیط‌ها و سیستم‌های چندعاملی
- ۳- ابزار و چارچوب‌های پیاده‌سازی سیستم‌های هوشمند توزیع شده

پ) سرفصل‌ها:

- ۱) انگیزه ایجاد و کاربردهای هوش مصنوعی توزیع شده
- ۲) دسته‌بندی سیستم‌های هوشمند توزیع شده
- ۳) انواع عامل‌ها و معماری‌های آنها
- ۴) توصیف، تجزیه، توزیع و تخصیص مسائل
- ۵) مسئله ارتباط مامورین، زبان‌ها و قراردادهای تعامل
- ۶) همکاری، هماهنگی، و انسجام مامورین
- ۷) مدل کردن و نمایش دانش مامورین
- ۸) مزایده، مذاکره و مباحثه
- ۹) یادگیری در سیستم‌های چندعاملی



۱۰) کشف و حل تداخل‌ها

۱۱) بررسی چند نمونه از سیستم‌های پیاده‌سازی شده موجود

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

ارائه سرفصل توسط استاد در کلاس، انجام تکالیف عملی، پژوهش پایانی و ارائه‌های دانشجویی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۲۵ درصد

آزمون پایانی ۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس مجهز به پروژکتور، سخت‌افزار پردازش برای آموزش توسعه سامانه‌های چندعاملی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Boissier, Olivier, Rafael H. Bordini, Jomi Hubner, and Alessandro Ricci. Multi-agent oriented programming: programming multi-agent systems using JaCaMo. Mit Press, 2020.
2. 5. Lopes, Fernando, and Helder Coelho, (eds). Negotiation and Argumentation in Multi-Agent Systems: Fundamentals, Theories, Systems and Applications, Bentham Science Publishers, 2018.
3. G. O'Hare and N. Jennings (eds.). Foundations of Distributed Artificial Intelligence. John Wiley and Sons, 1996.
4. A.H. Bond and L. Gasser (eds.). Readings in Distributed artificial Intelligence. Morgan Kaufman, 1988.
5. N. Avouris and L. Gasser (eds.). Distributed Artificial Intelligence: Theory and Praxis. Kluwer, 1992.
6. F. Martial. Coordinating Plan of Autonomous Agents. Springer-Verlag, 1991.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات عمومی برای تسهیل شرکت این افراد در کلاس

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: مدل های زبانی چندماهیتی			
نوع درس و واحد		Multi-Modal Language Models	
پایه ☐ نظری ☒		دروس پیش نیاز: شبکه های عصبی و یادگیری عمیق	
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		ندارد	
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		حل تمرین:	تعداد واحد: ۳
پروژه/ رساله / پایان نامه ☐			تعداد ساعت: ۴۸
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			
مرتبط با مأموریت /آمایش ☐ موسسه است ☐		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	

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

.....

ب: هدف کلی:

هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با مفاهیم پایه و پیشرفته در مدل‌های زبانی تک‌ماهیتی و چندماهیتی و نحوه تطبیق آن‌ها به مسائل مختلف با ماهیت‌های داده‌ای مختلف است.

اهداف ویژه:

- ۱- تمرکز بر رویکردهای تطبیق مدل‌های زبانی بزرگ به دامنه‌های جدید
- ۲- تمرکز بر معماری‌های مختلف مدل‌ها زبانی چند ماهیتی
- ۳- ارائه مفاهیم پیشرفته‌تر مانند مدل‌های زبانی چندماهیتی کوچک و مبتنی بر استدلال

پ) سرفصل‌ها:

- ۱- مطالب مقدماتی (مدل‌های بنیادین)
- ۲- معماری مدل‌های بنیادین و مدل‌های زبانی بزرگ (تک و چندماهیتی)
- ۳- رویکردهای آموزش و تطبیق مدل‌های زبانی بزرگ (تک و چندماهیتی) به وظایف و دامنه‌های جدید
- ۴- کیفیت و کمیت دادگان در آموزش و تطبیق مدل‌های زبانی بزرگ (تک و چندماهیتی)
- ۵- انواع محک‌ها (Benchmarks) و روش‌های ارزیابی در مدل‌های زبانی بزرگ (تک و چندماهیتی)
- ۶- مدل‌های زبانی تک و چندماهیتی کوچک
- ۷- مدل‌های زبانی مبتنی بر بازیابی اطلاعات و دانش
- ۸- مدل‌های زبانی مبتنی بر استدلال



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

ارائه سرفصل توسط استاد در کلاس، انجام تکالیف تئوری و عملی، ارائه‌های دانشجویی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۵۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۲۰ درصد

آزمون پایانی ۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تخته سفید و ماژیک، ویدیو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Alammr, J. and Grootendorst, M., 2024. Hands-On Large Language Models: Language Understanding and Generation. " O'Reilly Media, Inc."
2. Ozdemir, S., 2023. Quick start guide to large language models: strategies and best practices for using ChatGPT and other LLMs. Addison-Wesley Professional.
3. Raschka, S., 2024. Build a Large Language Model (From Scratch). Simon and Schuster.
4. Zhang, D., Yu, Y., Dong, J., Li, C., Su, D., Chu, C. and Yu, D., 2024. Mm-llms: Recent advances in multimodal large language models. *arXiv preprint arXiv:2401.13601*.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات عمومی برای تسهیل شرکت این افراد در کلاس

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: پردازش سیگنال های ویدئویی			
نوع درس و واحد		Digital Video Processing	
پایه ☐ نظری ☒		ندارد	
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		ندارد	
تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐		۳	تعداد واحد:
پروژه/ رساله / پایان نامه ☐			
مهارتی-اشتغال پذیری ☐		۴۸	تعداد ساعت:
مرتبط با آمایش/مأموریت ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش ☐		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه نیست ☒ موسسه است ☐			

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

ب: هدف کلی:

- آشنایی دانش‌جویان با مفاهیم پردازش ویدئوی رقمی و پیش‌نیازهای آن
- مفاهیم پردازش ویدئوی رقمی و پیش‌نیازهای آن است. به صورت خلاصه اهداف زیر در این درس پیگیری می‌شود: تشکیل و نمایش ویدئو، تحلیل سری فوریه سیگنال‌های ویدیویی، خواص سامانه بینائی چشم انسان، نمونه‌برداری و تغییر نرخ سیگنال‌های ویدیویی، مدل‌سازی ویدئو، تخمین حرکت، ناحیه‌بندی ویدئو، ردیابی حرکت، پردازش دنباله‌های دودیدی و چنددیدی، سامانه‌های استاندارد ویدیویی، تنظیم خطا در ارتباطات ویدیویی، جاری‌سازی اطلاعات ویدیویی بر روی اینترنت و شبکه‌های بی‌سیم، یادگیری ژرف در پردازش ویدئو.

اهداف ویژه:

- (۱) آشنائی با روش‌های کدینگ و استاندارد ویدئو
- (۲) آشنائی با روش‌های فشرده سازی تصویر و ویدئو

پ) سرفصل‌ها:

- (۱) اصول تشکیل، درک، و نمایش ویدئو
- (۲) نمونه‌برداری و تغییر نرخ سیگنال‌های ویدیویی
- (۳) تخمین و ردیابی حرکت
- (۴) استانداردهای فشرده سازی تصاویر ثابت
- (۵) اصول پایه ویدئو
- (۶) کوانتیزاسیون برداری
- (۷) استانداردهای فشرده سازی ویدئو
- (۸) استانداردهای ویدئوی رقمی

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



ارائه سرفصل توسط استاد در کلاس، انجام تکالیف عملی، امتحانات میان ترم و پایان ترم و پژوهش پایانی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی، تکالیف و پروژه	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۴۰ درصد

سایر موارد در صورت نیاز قید- شود.

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

تخته سفید و ماژیک، ویدیو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Processing, Video. "Communications, Yao Wang, Jorn Ostermann, Ya-Qin Zhang." (2001).
2. Bovik, Alan C. *The essential guide to video processing*. Academic Press, 2009.
3. Tekalp, A. Murat. *Digital video processing*. Prentice Hall Press, 2015.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات عمومی برای تسهیل شرکت این افراد در کلاس

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: مدل سازی و تعبیر سه بعدی			
نوع درس و واحد		Modeling and 3D Rendering	
پایه ☐ نظری ☒		ندارد	
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		ندارد	
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		۳	تعداد واحد:
پروژه/ رساله / پایان نامه ☐			تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			۴۸
مرتبط با آموزش/مأموریت ☐ مرتبط با آموزش/مأموریت ☐		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه نیست ☐ موسسه است ☒			

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

ب: هدف کلی:

- معرفی مفاهیم پایه مدلسازی و رندرینگ سه بعدی

اهداف ویژه:

۱. آشنائی با پایپ لاین رندرینگ کارت گرافیک

۲. برنامه نویسی برپایه شیدر توسط ابزار OpenGL

پ) سرفصل‌ها:

۱. معرفی یک سیستم گرافیکی و معرفی اجزاء آن

۲. برنامه نویسی یک سیستم گرافیکی

۳. آشنائی با OpenGL

۴. برنامه نویسی برپایه شیدر برای رندرینگ

۵. انتقالات هندسی و پیاده سازی آنها در کارت گرافیک

۶. انواع مختلف دید در یک سیستم گرافیکی سه بعدی

۷. نورپردازی و سایه زنی در یک محیط سه بعدی گرافیکی

۸. الگوریتمهای بکار رفته در مراحل مختلف پایپ لاین رندرینگ

۹. مبحث بافت (Texture)



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

ارائه سرفصل توسط استاد در کلاس، انجام تکالیف عملی، امتحانات میان ترم و پایان ترم و پژوهش پایانی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی، تکالیف و پروژه ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایانی ۴۰ درصد

سایر موارد در صورت نیاز قید-شود.

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تخته سفید و ماژیک، ویدیو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Hearn, Baker and Carithers, Computer Graphics With OpenGL, Fourth Edition by, 2011.
2. D. Shreiner et al, OpenGL Programming Guide, 7th edition, Addison-Wesley, 2009
3. V. Scott Gordon, John L. Clevenger, Computer Graphics Programming in OpenGL with C++, 2021
4. Edward Angel, Dave Shreiner, Interactive Computer Graphics: A Top-Down Approach with Shader-Based OpenGL (6th Edition), 2012

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات عمومی برای تسهیل شرکت این افراد در کلاس

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.



الف: عنوان درس به فارسی: مجموعه‌ها و سیستم‌های فازی				
نوع درس و واحد		Fuzzy Sets and Systems		
☐ نظری	☐ پایه	ندارد		
☐ عملی	☐ تخصصی الزامی	ندارد		
☐ نظری-عملی	☒ تخصصی اختیاری	حل تمرین:	۳	تعداد واحد:
	☐ پروژه/ رساله / پایان‌نامه			
	☐ مهارتی-اشتغال پذیری		۴۸	تعداد ساعت:
مرتبط با آموزش/مأموریت		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای درس		
☐ موسسه است		تخصصی اختیاری مشخص شود)		
☒ موسسه نیست				

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

.....

ب: هدف کلی:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با یکی از روش‌های مهم نمایش و کار با عدم قطعیت در سامانه‌های هوشمند است. دانشجویان ضمن فراگیری مبانی ریاضی مرتبط با نظریه مجموعه‌های فازی، نحوه بکارگیری آن در طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های فازی برای مسائل متفاوت را یاد خواهند گرفت.

اهداف ویژه:

- ۱- آشنایی با نظریه فازی و کاربرد آن در توسعه سامانه‌های هوشمند
- ۲- بررسی نحوه نمایش دانش غیرقطعی با مجموعه‌های فازی
- ۳- تحلیل و مدل‌سازی داده‌ها با مجموعه‌های فازی

پ) سرفصل‌ها:

- ۱) معرفی مجموعه‌های فازی
- ۲) مفاهیم، اعداد، ویژگی‌ها و روابط
- ۳) اصل توسعه و عملیات فازی
- ۴) منطق فازی
- ۵) سامانه‌های خبره و تقریب زبانی
- ۶) کنترل فازی
- ۷) یادگیری سامانه فازی
- ۸) سامانه‌های عصبی - فازی
- ۹) تحلیل داده فازی (خوشه‌بندی، دسته‌بندی)
- ۱۰) نظریه امکان
- ۱۱) معیارهای فازی
- ۱۲) تعمیم مجموعه فازی
- ۱۳) تصمیم‌گیری فازی



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

ارائه سرفصل توسط استاد در کلاس، انجام تکالیف تئوری و عملی، پژوهش پایانی و ارائه‌های دانشجویی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۲۵ درصد

آزمون پایانی ۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس مجهز به پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. R. Kruse et al., Computational Intelligence: A Methodological Introduction, 2nd edition, Springer, 2022.
2. H.J. Zimmermann, Fuzzy Set Theory and Its Applications, 4th edition, Springer, 2001.
3. T.J. Ross, Fuzzy Logic with Engineering Applications, 4th edition, John Wiley & Sons, 2017.
4. K.H. Lee, First Course on Fuzzy Theory and Applications, Springer, 2005.
5. D. Dubios & H. Prade, Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications, Academic Press, 1980.
6. C.T. Leondes, Fuzzy Theory Systems: Techniques and Applications, Academic Press, 1999.
7. G.J. Klir & B. Yuan, Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications, Prentice-Hall Inc., 1995.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات عمومی برای تسهیل شرکت این افراد در کلاس

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه مجازی و آموزش تمام الکترونیکی وجود دارد. ارزشیابی و امتحانات بصورت حضوری انجام شود.

