



به نام خدا

دانشگاه اصفهان
دانشکده فنی مهندسی
گروه مهندسی نقشه‌برداری

مشخصات کلی و برنامه دروس دوره تحصیلات تکمیلی عمران نقشه‌برداری – مهندسی سنجش از دور

مصوب سی هفتمین جلسه شورای دانشگاه اصفهان
به تاریخ دوم اسفند ۱۳۹۴



فهرست مطالب

بخش اول: مقدمه	۱
۱- مقدمه	۱
۲- هدف و اهمیت مهندسی سنجش از دور	۱
۳- مهارت‌های دانش آموختگان رشته	۱
۴- برنامه‌های آموزشی و پژوهشی	۲
۴-۱- مقطع کارشناسی ارشد	۲
۴-۲- مقطع دکتری	۲
۴-۳- دروس جبرانی	۳
۴-۴- جدول برنامه‌های آموزشی و پژوهشی	۳
جدول ۱ - تعداد واحدهای لازم برای هر یک از مقاطع و شیوه‌های تحصیلی	۳
۴-۵- حوزه و نحوه کار در واحد پایان‌نامه/رساله	۳
جدول ۲ - دروس اصلی رشته عمران نقشه‌برداری - مهندسی سنجش از دور	۴
جدول ۳ - دروس تحصیلات تکمیلی رشته عمران نقشه‌برداری - مهندسی سنجش از دور	۵
بخش دوم: سرفصل دروس	۶
پردازش تصاویر سنجش از دور	۶
فیزیک سنجش از دور	۸
فتوگرامتری فضایی	۱۰
کاربردهای سنجش از دور	۱۲
مدیریت داده‌های سنجش از دور	۱۴
سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی پیشرفته	۱۶
آمار پیشرفته	۱۸
شناسایی الگو	۲۰
سامانه تعیین موقعیت جهانی	۲۲
تداخل سنجی و ارتفاع‌سنجی راداری	۲۴
سامانه‌های ماهواره‌ای	۲۶
مدلسازی رقومی زمین	۲۸
گرافیک کامپیوتری	۳۰
سامانه‌های میکروویو سنجش از دور	۳۲
ادغام داده‌ها	۳۴
فرآیندهای تصادفی	۳۶



- ۳۸ شبکه‌های عصبی
- ۴۰ پردازش تصویر با هوش محاسباتی
- ۴۲ پردازش تصاویر فراطیفی
- ۴۴ تشخیص تغییرات با سنجش از دور
- ۴۶ الگوریتم‌های بهینه‌سازی پیشرفته
- ۴۸ مباحث خاص در سنجش از دور
- ۵۰ روش تحقیق در علوم زمین



۱- مقدمه

مشخصات کلی و برنامه دروس دوره تحصیلات تکمیلی عمران نقشه‌برداری-مهندسی سنجش از دور بر اساس سوابق چند ساله گروه آموزشی مهندسی نقشه‌برداری و بر اساس:

۱. سرفصل کارشناسی ارشد مهندسی سنجش از دور دانشگاه اصفهان (بازنگری شده مهرماه ۱۳۸۷ در دانشگاه اصفهان)
 ۲. مشخصات کلی، برنامه و سر فصل دروس دوره دکتری عمران (مصوب پانصد و هشتاد و نهمین جلسه شورای عالی برنامه‌ریزی و گسترش آموزش عالی، مصوب ۱۳۸۵/۴/۳۱)
 ۳. مشخصات کلی، برنامه و سر فصل دروس کارشناسی ارشد عمران-مهندسی سنجش از دور (مصوب سیصد و هفتاد و هشتمین جلسه شورای عالی برنامه‌ریزی و گسترش آموزش عالی، مصوب ۱۳۷۸/۵/۳)
- بازنگری و ارائه می‌شود. در این بازنگری نیز همچون گذشته توجه شایانی به تجربیات دانشگاه اصفهان، دانشگاه‌های داخلی مجری رشته (دانشگاه تهران و دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی) و دانشگاه‌های معتبر بین المللی شده است.

۲- هدف و اهمیت مهندسی سنجش از دور

مهندسی سنجش از دور مجموعه‌ای نظری و عملی از تئوری‌ها، متدولوژی‌ها، الگوریتم‌ها و روش‌هایی است که توانایی تهیه نقشه‌های به روز را در زمینه‌های مختلف علوم زمین بر اساس داده‌های ماهواره‌ای، هوایی و زمینی دارد. این نقشه‌ها به همراه اطلاعات بسیار متنوع جانبی تهیه می‌شوند و علاوه بر این، تناوب تهیه این اطلاعات و نقشه‌ها می‌تواند حتی به صورت روزانه و کمتر باشد. با افزایش نیاز به چنین اطلاعاتی به ویژه در برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای و ملی، نیاز به وجود متخصصان مهندسی سنجش از دور به طور محسوسی افزایش یافته است. مهندسی سنجش از دور در سال‌های گذشته تحولی اساسی را در علوم زمین باعث شده است. پیش از ظهور روش‌های متداول در سنجش از دور، اطلاعاتی که در دسترس متخصصان علوم زمین بود به نقشه‌های کوچک مقیاس محدود می‌شد؛ به علاوه آن که این نقشه‌ها فقط برای مناطق بسیار محدودی از سطح زمین تهیه شده بود. کاربردهای وسیع این رشته در زمینه‌های مختلف علمی و مهندسی از جمله نقشه‌برداری، زمین‌شناسی، فیزیک جو، جغرافیا و سایر علوم زمین باعث شده است که این رشته مهم دانشگاهی در دانشگاه‌های معتبر دنیا و در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه با سرعتی روز افزون مورد توجه قرار گیرد.

هدف از این رشته، آموزش متخصصانی واجد شرایط است که توانایی انجام پروژه‌های تحقیقاتی و کاربردی را در مهندسی سنجش از دور بر اساس داده‌های ماهواره‌ای، هوایی و زمینی، در زمینه‌های مختلف علوم زمین و همگام با تحولات علمی روز (با توجه به رشد سریع این رشته در دنیا) دارا باشند.

۳- مهارت‌های دانش آموختگان رشته

- الف- انجام پروژه‌های تحقیقاتی و کاربردی سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در علوم زمین مانند نقشه‌برداری، زمین‌شناسی، علوم جوی، اقیانوس‌شناسی و هیدروگرافی، کشاورزی، برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای و جغرافیا
- ب- انجام انواع پایش در همه ابعاد عمرانی-توسعه مکانی و علوم زمین از طریق سنجش از دور
- پ- توانایی انجام پروژه‌های فتوگرامتری ماهواره‌ای و ارتفاع‌سنجی راداری
- ت- توانایی انجام انواع گرافیک دو و سه‌بعدی اطلاعات و داده‌های مکانی
- ث- توانایی در پردازش تصاویر ماهواره‌ای و استخراج اطلاعات و داده‌کاو



ج- مدل‌سازی رقومی زمین (DTM)

چ- طراحی و توسعه سامانه مدیریت مکانی زمین (GIS/LIS) و سامانه اطلاعات جغرافیایی پیشرفته (شی‌گرا و زمان‌مند)

ح- کسب مهارت در انجام پروژه‌های تخصصی در زمینه‌های زیر:

- شناسایی و انتخاب تصاویر و اطلاعات ماهواره‌ای برای کاربردهای مختلف، پردازش تصاویر چند بانندی و چند زمانی و استخراج اطلاعات محیطی زمین و تعیین تغییرات محیطی، تخصص در آرشو داده‌های زمینی و ساختاردهی به این نوع اطلاعات، ایجاد سایت‌های زمین مرجع جهت کنترل و تأیید صحت پردازش‌های تصویری
- اطلاعات مبنایی در کشاورزی، برآورد سطح زیر کشت، میزان محصول، بررسی آفات، فرسایش، دما و رطوبت
- اطلاعات مبنایی در محیط زیست و منابع طبیعی مانند ارزیابی جنگلها و مراتع، آلودگی هوا و زمین و دریا، تاثیر محیطی پروژه‌های صنعتی، ایجاد سامانه هشدار دهنده و ارزیابی حوادث طبیعی مانند سیل، آتش‌سوزی، زلزله
- اطلاعات مبنایی در مورد معادن و منابع مانند جنس، رطوبت و دمای خاک، بازتاب و ضریب گسیل طیفی
- تهیه اطلاعات در زمینه‌های طراحی و برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای

۴- برنامه‌های آموزشی و پژوهشی

این برنامه آموزشی و پژوهشی، مجموعه‌ای از دروس (نظری و سمینار و پایان‌نامه) است که به منظور تقویت توان علمی دانشجویان برای اجرای فعالیت‌های پژوهشی و تسلط دانش‌آموختگان بر مفاهیم نوین رشته مهندسی سنجش از دور برنامه‌ریزی می‌گردد. مجموعه‌ای از دروس اصلی و دروس تحصیلات تکمیلی برای مقطع ارشد و دکتری تنظیم شده است که در این بخش به تعداد و عناوین دروس پرداخته می‌شود. دانشجو علاوه بر دروس تحصیلات تکمیلی تصریح شده در این بخش (جدول شماره ۳)، می‌تواند بر حسب نظر استاد راهنمای خود و تأیید شورای تحصیلات تکمیلی گروه، درس‌هایی سه واحدی را از دروس تحصیلات تکمیلی رشته‌های آموزشی دیگر مانند فیزیک، الکترونیک، مخابرات، آمار و ریاضی، سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، زمین‌شناسی و آب و هواشناسی اخذ نماید طوری که مجموع واحدها در مقطع او رعایت شود.

۴-۱- مقطع کارشناسی ارشد

دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد رشته عمران نقشه‌برداری-مهندسی سنجش از دور، ملزم به گذراندن ۳۲ واحد شامل چهار درس اصلی (جدول شماره ۲) معادل ۱۲ واحد و چهار درس با پیشنهاد استاد راهنما و تأیید شورای تحصیلات تکمیلی گروه، از میان دروس تحصیلات تکمیلی (جدول شماره ۳) معادل ۱۲ واحد و درس سمینار ارشد (۲ واحد) و پایان‌نامه ارشد (۶ واحد) می‌باشند. اخذ دانشجوی کارشناسی ارشد در شیوه آموزش محور برای این رشته توصیه نمی‌شود اما برای این دانشجویان اخذ دروس دیگر از میان دروس تحصیلات تکمیلی (جدول شماره ۳) معادل ۶ واحد، جایگزین پایان‌نامه خواهد شد.

۴-۲- مقطع دکتری

دانشجویان مقطع دکتری رشته عمران نقشه‌برداری-مهندسی سنجش از دور تعداد کل ۳۶ واحد را می‌گذرانند. این تعداد واحد برای دانشجویان شیوه آموزشی-پژوهشی شامل چهار تا شش درس (معادل ۱۲ تا ۱۸ واحد) از میان دروس تحصیلات تکمیلی (جدول شماره ۳) و درس رساله دکتری معادل ۱۸ واحد (در صورت اخذ ۱۸ واحد نظری) تا ۲۴ واحد (در صورت اخذ ۱۲ واحد نظری) است.



دانشگاه اصفهان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی نقشه‌برداری

برای دانشجویان مقطع دکتری رشته عمران نقشه‌برداری-مهندسی سنجش از دور در شیوه پژوهشی با پیشنهاد استاد راهنما و تایید شورای تحصیلات تکمیلی گروه، حداکثر دو درس (معادل سه تا شش واحد) از میان دروس تحصیلات تکمیلی (جدول شماره ۳) و همچنین واحد رساله دکتری (معادل ۳۰ تا ۳۳ واحد) الزامی است.

۴-۳-دروس جبرانی

در مقطع کارشناسی ارشد، درس‌های جبرانی برای دانشجویانی که رشته تحصیلی کارشناسی آنها مهندسی نقشه‌برداری نبوده حداکثر ۱۲ واحد از کارشناسی مهندسی نقشه‌برداری با تشخیص شورای تحصیلات تکمیلی گروه برای دانشجو تعیین می‌شود. در مقطع دکتری دانشجو باید از جدول دروس اصلی (جدول شماره ۲) با پیشنهاد استاد راهنما و تایید شورای تحصیلات تکمیلی گروه، دروسی را اخذ نماید. در هر دو مقطع، دروس جبرانی بایستی با موفقیت گذرانده شوند، ضمن این که واحدی به این دروس تعلق نمی‌گیرد.

۴-۴-جدول برنامه‌های آموزشی و پژوهشی

بنابر این تعداد واحدهای لازم برای هر یک از مقاطع و شیوه‌های تحصیلی در این رشته مطابق مصوبات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و مصوبات دانشگاه اصفهان، در این رشته به شرح جدول ۱ است.

جدول ۱ - تعداد واحدهای لازم برای هر یک از مقاطع و شیوه‌های تحصیلی رشته

عمران نقشه‌برداری - مهندسی سنجش از دور

دکتری پژوهشی	دکتری آموزشی-پژوهشی	کارشناسی ارشد	
انتخاب از جدول دروس اصلی	انتخاب از جدول دروس اصلی	تا ۱۲ واحد از دروس کارشناسی مهندسی نقشه‌برداری	درس‌های جبرانی
-	-	۱۳	درس‌های اصلی
۳ تا ۶	۱۲ تا ۱۸	۱۲ (۱۸ برای آموزش محور)	درس‌های تحصیلات تکمیلی
-	-	۱	واحد سمینار
۳۰ تا ۳۳	۱۸ تا ۲۴ واحد	۶ (صفر برای آموزش محور)	واحد پایان‌نامه/رساله
۳۶	۳۶	۳۲	جمع واحد

۴-۵- حوزه و نحوه کار در واحد پایان‌نامه/رساله

حوزه کار پایان‌نامه‌ها/رساله‌ها در این رشته شامل موارد مطرح شده در بخش مهارت‌های دانش‌آموختگان است. هر پایان‌نامه/رساله با اتکا به مبانی نظری و مرور آخرین پیشرفت‌ها در موضوعات مطرح شده در آن بخش، بر مبنای اخذ و پیش‌پردازش داده‌های ماهواره‌ای و هوایی و جمع‌آوری داده‌های میدانی، به پردازش این داده‌ها و کسب نتایج و اطلاعات پرداخته و در خلال این پژوهش به توسعه مباحث نظری و ارائه الگوریتم‌های اجرایی و منطقه‌ای-محلی و تایید کیفیت نتایج روش‌ها می‌پردازد.



جدول ۲ - دروس اصلی رشته عمران نقشه‌برداری - مهندسی سنجش از دور

پیش نیاز	ساعت		واحد		نام درس	ردیف
	عملی	نظری	عملی	نظری		
-	-	۴۸	-	۳	پردازش تصاویر سنجش از دور	۱
-	-	۴۸	-	۳	فیزیک سنجش از دور	۲
-	-	۴۸	-	۳	فتوگرامتری فضایی	۳
-	-	۴۸	-	۳	کاربردهای سنجش از دور	۴
-	-	۱۶	-	۱	روش تحقیق در علوم زمین	۵
۱۳ واحد					جمع	



جدول ۳ - دروس تحصیلات تکمیلی رشته عمران نقشه‌برداری - مهندسی سنجش از دور

ردیف	نام درس	واحد		ساعت		پیش نیاز
		نظری	عملی	نظری	عملی	
۱	مدیریت داده‌های سنجش از دور	۳	-	۴۸	-	-
۲	سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی پیشرفته	۳	-	۴۸	-	-
۳	آمار پیشرفته	۳	-	۴۸	-	-
۴	شناسایی الگو	۳	-	۴۸	-	-
۵	سامانه تعیین موقعیت جهانی	۳	-	۴۸	-	-
۶	تداخل سنجی و ارتفاع سنجی راداری	۳	-	۴۸	-	-
۷	سامانه‌های ماهواره‌ای	۳	-	۴۸	-	-
۸	مدلسازی رقومی زمین	۳	-	۴۸	-	-
۹	گرافیک کامپیوتری	۳	-	۴۸	-	-
۱۰	سامانه‌های میکروویو سنجش از دور	۳	-	۴۸	-	-
۱۱	ادغام داده‌ها	۳	-	۴۸	-	-
۱۲	فرآیندهای تصادفی	۳	-	۴۸	-	-
۱۳	شبکه عصبی	۳	-	۴۸	-	-
۱۴	پردازش تصویر با هوش محاسباتی	۳	-	۴۸	-	-
۱۵	پردازش تصاویر فراطیفی	۳	-	۴۸	-	-
۱۶	تشخیص تغییرات با سنجش از دور	۳	-	۴۸	-	-
۱۷	الگوریتم‌های بهینه‌سازی پیشرفته	۳	-	۴۸	-	-
۱۸	مباحث خاص در سنجش از دور	۳	-	۴۸	-	-
۱۹	سمینار ۲	۲	-	-	-	-



پردازش تصاویر سنجش از دور
Remote Sensing Digital Image Processing

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: پردازش تصاویر سنجش از دور
	عملی				
	نظری	پایه		تعداد ساعت: ۴۸	
	عملی				
	نظری ✓	✓ الزامی		آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی	
	عملی				
	نظری	اختیاری		عنوان درس به انگلیسی: Remote Sensing Digital Image Processing	
	عملی				
<input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار					

هدف درس:

هدف از این درس، تسلط دانشجو بر مبانی نظری، الگوریتمهای اجرایی و مباحث کاربردی پردازش تصاویر رقومی در سنجش از دور می‌باشد.

رئوس مطالب:

- ۱- تصاویر رقومی: سامانه‌های تصویر ساز، تشکیل تصویر رقومی و قضیه نمونه‌برداری و مباحث مرتبط
- ۲- بارزسازی‌ها: تبدیل‌ها و پردازش‌های نمودار فراوانی، عملگرهای منطقی، فیلترهای مکانی و بارزسازیهای ترکیبی
- ۳- پردازش در حوزه فرکانس: تبدیل فوریه و موجک پیوسته و گسسته، فیلترهای فرکانس و موجک
- ۴- بازیابی تصاویر: مدل‌های ریاضی خرابی‌های تصویر و بازیابی
- ۵- پردازش تصاویر رنگی: مفاهیم اصلی رنگ و نور رنگی، مدل‌های بیان رنگ و پردازش‌های شبه رنگی
- ۶- قطعه‌بندی: استخراج اجزای هندسی (نقطه، خط، لبه)، اتصال لبه‌ها، روش‌های حد آستانه، منطقه-مبنا و مباحث مرتبط
- ۷- عملیات ریخت‌شناسی: نازک سازی و پر کردن حفره‌ها و مباحث ساخت فیلتر ریخت‌شناسی
- ۸- طبقه‌بندی: استفاده از انواع شبکه‌های عصبی، تصمیم‌گیری فازی
- ۹- طبقه‌بندی محتوایی: با استفاده از اطلاعات هوشمند (از جمله ارتفاع، جهت شیب و مؤلفه‌های مدل رقومی ارتفاع سطح)
- ۱۰- تحلیل بافت: استخراج مؤلفه‌های بافت تصویری، کلاس‌بندی بر اساس عوارض بافت



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- R. C. Gonzalez, R. E. Woods, "Digital Image Processing", 3rd Edition, Prentice Hall, 2007.
- 2- M. Petrou , "Image Processing: The Fundamentals", 2nd Edition, Wiley, 2010.
- 3- H. E. Burdick, "Digital Imaging: Theory and Applications", McGraw-Hill, 1997.
- 4- J.A. Richards, X. Jia, "Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction", 4th Edition, Springer, 2005.



فیزیک سنجش از دور Physics in Remote Sensing

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: فیزیک سنجش از دور عنوان درس به انگلیسی: Physics in Remote Sensing
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری ✓	الزامی ✓			
	عملی				
	نظری	اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی:					
<input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار					

هدف درس:

هدف از این درس تکمیل دانش دانشجو در زمینه مبانی فیزیکی سنجش از دور است. دانشجو در این درس مفاهیم اساسی سنجش از دور را در زمینه مبانی فیزیکی کسب می‌نماید.

رئوس مطالب:

- ۱- اصول سنجش از دور: مراحل سنجش از دور، منابع و مسیر عبور انرژی، مشخصه‌های تابش امواج الکترومغناطیس
- ۲- اصطلاحات تابش‌سنجی، یکاهای تابش‌سنجی (انرژی تابشی، شار، چگالی، شدت تابش و تابندگی)، خطای رادیومتری
- ۳- قوانین فیزیک سنجش از دور: قانون و رابطه پلانک، قانون استفن-بولتزمن، قانون جابجایی وین، قانون کیرشهف
- ۴- برهم‌کنش امواج با سطوح: انعکاس، عبور، جذب و گسیل طیفی و انرژی تابشی خورشیدی، رفتار پوشش‌های سطح زمین
- ۵- تأثیرات اتمسفر: جذب، پراکنش و سایر تأثیرات مواد تشکیل دهنده اتمسفر
- ۶- سنجنده‌ها: انواع و خصوصیات سنجنده‌ها، تعاریف مشترک، ساختار سنجنده‌های نوری، حرارتی، راداری و ارتفاع‌سنجی
- ۷- سکوها: انواع و خصوصیات سکوها، سامانه‌های ماهواره‌ای و هواپیمایی
- ۸- مدارهای ماهواره‌ای: زمین‌آهنگ، خورشید آهنگ، تکرار دقیق، سیستم‌های مختصات مداری
- ۹- ماهواره‌های منابع زمینی (سرشنین‌دار و بدون سرشنین)
- ۱۰- ماهواره‌های هواشناسی و مقایسه سنجنده‌های سامانه‌های ماهواره‌ای مختلف



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- T.M. Lillesand, R.W. Kiefer, J.W. Chipman “Remote Sensing and Image Interpretation”, 7th Edition, Wiley, 2015.
- 2- J.A. Richards, X. Jia, “Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction”, 4th Edition, Springer, 2005.
- 3- J.B. Campbell, “Introduction to Remote Sensing”, 4th Edition, The Guilford Press, 2006.
- 4- J.R. Mahan, “Radiation Heat Transfer: A Statistical Approach”, Wiley-Interscience, 2002.



فتوگرامتری فضایی Space-born Photogrammetry

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: فتوگرامتری فضایی عنوان درس به انگلیسی: Space-born Photogrammetry
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری ✓	✓ الزامی			
	عملی				
	نظری	اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی:					
<input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار					

هدف درس:

در این درس اصول نظری و مراحل اجرایی در کاربردهای هندسی سنجش از دور (در زمینه نقشه‌برداری) با استفاده از تصاویر هوایی و ماهواره‌ای تبیین شده و تسلط عملیاتی کافی برای مدیریت پروژه‌های مرتبط کسب می‌شود.

رئوس مطالب:

- ۱- بررسی مدل‌های هندسی دو بعدی و سه بعدی تصاویر بدست آمده از سنجنده‌های مختلف
- ۲- ویژگی‌های سنجنده‌های مناسب برای تولید نقشه‌های تصویری در مقیاس‌های مختلف
- ۳- مطالعه استاندارد نقشه‌های هندسی و رادیومتریکی
- ۴- طراحی نقاط کنترل زمینی
- ۵- روش‌های مختلف تعیین عناصر توجیه خارجی
- ۶- نقشه‌تصویری قائم
- ۷- استخراج مدل رقومی ارتفاعی از تصاویر استریوی ماهواره‌ای
- ۸- بررسی هندسی تصاویر از نظر دقت، قدرت تفکیک و خطاهای ذاتی
- ۹- هندسه تصاویر رادار و مدل رقومی ارتفاعی حاصل از تداخل سنجی و Radargrammetry
- ۱۰- پردازش تصاویر مورد استفاده در این مباحث: موزائیک کردن، زمین مرجع کردن، بارز سازی‌های لازم



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- J.A. Richards and X. Jia, "Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction", 4th Edition, Springer, 2005.
- 2- P.R. Wolf and B.A. DeWitt, "Elements of Photogrammetry with Applications in GIS", 3rd Edition, McGraw-Hill, 2000.
- 3- E.M. Mikhail, J.S. Bethel and J.C. McGlone, "Introduction to Modern Photogrammetry", Wiley, 2001.
- 4- M. Petrou , "Image Processing: The Fundamentals", 2nd Edition, Wiley, 2010.



کاربردهای سنجش از دور Remote Sensing Applications

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کاربردهای سنجش از دور
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری ✓	الزامی ✓			
	عملی				
	نظری	اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی:					عنوان درس به انگلیسی: Remote Sensing Applications
<input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی					

هدف درس:

هدف از این درس، ایجاد مهارت و اطلاعات فنی کافی در دانشجو برای ارائه خدمات متفاوت و متنوعی است که روش‌ها و الگوریتم‌های مهندسی سنجش از دور به سایر تخصص‌های علمی و اجرایی عرضه می‌نماید.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه: کاربرد داده‌ها، روش‌های تحلیل، شاخص‌ها، طبقه‌بندی، تحلیل تغییرات، مدل‌های فیزیکی
- ۲- تصحیح تصاویر: منابع خطا در تصاویر، خطای رادیومتری و تصحیح، خطاهای هندسی و تصحیح
- ۳- روش‌های طبقه‌بندی: روش‌های تصمیم‌گیری، طبقه‌بندی نظارت شده، طبقه‌بندی نظارت نشده، کنترل کیفیت
- ۴- تشخیص تغییرات: مفهوم تغییرات محیط، ملاحظات قدرت تفکیکی، روش‌های تجزیه و تحلیل تشخیص تغییرات
- ۵- تعیین رطوبت و دمای سطح، هیدرولوژی و مدیریت منابع آب، اکتشاف معادن و زمین‌شناسی
- ۶- کاربردهای کشاورزی: برآورد سطح زیر کشت و میزان محصول، بررسی آفات نباتی و مباحث مرتبط
- ۷- کاربردهای حوادث طبیعی: انواع حوادث، ارزیابی سریع، سامانه‌های هشدار دهنده حوادث و مباحث مرتبط
- ۸- کاربردهای محیط زیست: آمایش، تاثیر محیطی پروژه‌های صنعتی و مباحث مرتبط
- ۹- کاربردهای طراحی و مکان‌یابی منطقه‌ای: شهری، روستایی، محیط زیستی، کشوری، مطالعات طراحی
- ۱۰- کاربردهای اقیانوس‌شناسی: مدیریت مناطق ساحلی، تغییرات سطح آب، دمای سطح آب
- ۱۱- کاربردهای هواشناسی: سنجش مؤلفه‌ها، سنجش آلودگی هوا، تعامل سطح و هوا، اثرات گازهای گلخانه‌ای
- ۱۲- نمایش نتایج: روشهای نمایش نتایج سنجش از دور، اصول کارتوگرافی در سنجش از دور



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

بازدید: بازدید حداقل دو مورد از موارد زیر لازم است: سازمان فضایی، سازمان زمین‌شناسی، سازمان محیط زیست، وزارت کشاورزی (مزارع کشت مکانیزه)، سازمان هواشناسی

منابع اصلی:

- 1- S. Liang, "Quantitative Remote Sensing of Land Surfaces", Wiley, 2004.
- 2- T.M. Lillesand, R.W. Kiefer, J.W. Chipman "Remote Sensing and Image Interpretation", 7th Edition, Wiley, 2015.
- 3- G. A. Schultz, E.T. Engman, "Remote Sensing in Hydrology and Water Management", Springer, 2000.
- 4- D.A. Quattrochi, J.C. Luvall, "Thermal Remote Sensing in Land Surface Processes", CRC Press, 2000.
- 5- R.P. Gupta, "Remote Sensing Geology", Springer, 1991.
- 6- J.R. Jensen, "Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective", 2nd Edition, Prentice Hall, 2006.



مدیریت داده‌های سنجش از دور Remote Sensing Data Management

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مدیریت داده‌های سنجش از دور عنوان درس به انگلیسی: Remote Sensing Data Management
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری ✓	✓ اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی					

هدف درس:

هدف از این درس، تسلط دانشجو و کسب مهارت علمی و اجرایی کافی برای کار با انواع داده‌ها با فرمت‌های مختلف بر روی سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای متفاوت است.

رئوس مطالب:

- ۱- داده‌ها و اطلاعات رقومی: انواع، مشخصه‌های هندسی، مشخصه‌های تابش‌سنجی، فراداده
- ۲- دریافت داده‌های سنجش از دور: دریافت از ماهواره در معرض دید، دریافت از ماهواره خارج از زاویه دید
- ۳- ذخیره سازی داده‌های سنجش از دور، فرمت داده‌های تصویری، عناصر حافظه
- ۴- مدیریت داده‌ها: سطوح مدیریت داده، سطوح پردازش داده‌ها، سیاست‌گذاری ارائه داده‌ها
- ۵- آرشیو داده‌ها و مباحث مرتبط
- ۶- مدیریت انتقال داده‌ها و روش‌های انتقال داده‌ها
- ۷- بازیابی داده‌های سنجش از دور: ماهواره، سنجنده و شماره‌گذاری‌ها، سامانه راهنمایی جامع بین‌المللی
- ۸- داده‌های غیر رقومی و عملیات مربوط به آنها
- ۹- اصول کنترل کیفیت در سنجش از دور و مباحث کنترل کیفیت موضوعی نقشه‌ها



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

بازدید: سازمان فضایی کشور

منابع اصلی:

- 1- T. Arvidson, J. Gasch, S.N. Goward, "Landsat 7's Long Term Acquisition Plan - An innovative approach to building a global imagery archive", Remote Sensing of the Environment, vol. 78, 2001
- 2- B.L. Markham, J.L. Barker, "Landsat MSS and TM Post-Calibration Dynamic Ranges, Exoatmospheric Reflectances and At-Satellite Temperatures", EOSAT Landsat Technical Notes, No. 1, 1986.
- 3- P. Rigaux, M. Scholl, A. Voisard, "Spatial Databases: With Application to GIS", Morgan Kaufmann, 2001
- 4- J.A. Richards, X. Jia, "Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction", 4th Edition, Springer, 2005.
- 5- M. Petrou, "Image Processing: The Fundamentals", 2nd Edition, Wiley, 2010.



سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی پیشرفته
Advanced Geographical Information Systems

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی پیشرفته
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری ✓	اختیاری ✓			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار					عنوان درس به انگلیسی: Advanced Geographical Information Systems

هدف درس:

در این درس، هدف اصلی، مهارت یافتن دانشجوی در استفاده از مفاهیم پیشرفته سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و نحوه تحلیل داده‌ها و به طور خاص داده‌های راستری در این سامانه‌ها است.

رئوس مطالب:

- ۱- مروری بر مفاهیم و اصول پیشرفته در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)
- ۲- مراحل ایجاد سامانه اطلاعات جغرافیایی: امکان سنجی سامانه، تحلیل نیاز کاربران و سایر مراحل
- ۳- فراداده (Metadata): مفهوم فراداده، انواع فراداده، اهمیت و انواع در سنجش از دور
- ۴- آشنایی با زبان پرسش استاندارد (SQL): مفهوم پرسش در پایگاه داده، فرایند تحلیل پرسش در پایگاه داده راستری
- ۵- بکارگیری روش شیء گرا در GIS: مفاهیم پایه، فرایندهای طراحی به روش شیء گرا، اصول برنامه‌نویسی شیء گرا
- ۶- سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی راستری: تمایزها با سامانه‌های برداری، انواع لایه‌های اطلاعات راستری، سامانه ترکیبی
- ۷- استفاده از مدل رقومی زمین در GIS به عنوان لایه اطلاعاتی
- ۸- تحلیل‌های مکانی در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی راستری
- ۹- تحلیل‌های مکانی در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی برداری-راستری
- ۱۰- مسأله خطا و عدم اطمینان: تعریف خطاهای اطلاعاتی، انواع خطاها، اصول انتشار خطا در تحلیل‌های راستری
- ۱۱- تغییرات زمانی در GIS: زمان و بعد چهارم در GIS، اهمیت در تصمیم‌گیری‌ها و تصمیم‌سازی‌ها
- ۱۲- اصول عملکرد و ساختار نرم افزارهای GIS



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- R.Laurini and D. Thompson, "Fundamentals of Spatial Information Systems", Academic Press, 1992.
- 2- M. DeMers, "Fundamentals of Geographic Information Systems", 4th Edition, Wiley, 2008.
- 3- P.A. Burrough, "Principles of Geographical Information System for Land Resources Assessment", Clarendon Press, 2003.
- 4- M. F. Worboys, "GIS: A Computing Perspective", Kindle Edition, CRC Press-London, 2007.
- 5- D.W. Allen, J.M. Coffey, "GIS Tutorial 3: Advanced Workbook Paperback", Esri Press, 2010.



آمار پیشرفته Advanced Statistics

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: آمار پیشرفته		
	عملی					
	نظری	پایه				
	عملی					
	نظری	الزامی			نوع واحد تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced Statistics
	عملی					
	نظری ✓	✓ اختیاری				
	عملی					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار						

هدف درس:

هدف از این درس، تکمیل دانش نظری لازم برای دانشجویان در مورد تحلیل داده‌های آماری، طبقه‌بندی آماری و کنترل کیفیت آماری است به گونه‌ای که مباحث پیشرفته آماری در طبقه‌بندی داده‌ها و تصاویر سنجش از دور تبیین شود.

رئوس مطالب:

- ۱- مفاهیم اصولی در آمار: متغیرهای تصادفی، توزیع‌های گسسته و پیوسته، توابع چگالی احتمال، تابع مولد احتمال و گشتاورها
- ۲- متغیرهای تصادفی چند بعدی: نرمال چند متغیری، توابع کناری و شرطی، همبستگی و رگرسیون
- ۳- آنالیز واریانس و کوواریانس: مدل‌های عمومی خطی چند متغیری، آنالیز کوواریانس و واریانس، برازش منحنی بر اطلاعات
- ۴- استنباط آماری از ماتریس واریانس-کوواریانس: آزمون‌های فرض، آزمون مساوی بودن
- ۵- آزمون نابستگی مجموعه‌های چند متغیری، همبستگی کانونیک
- ۶- ساختمان نمونه‌های چند متغیری و مؤلفه‌های اساسی نمونه‌های چند متغیری و تغییر هندسی آنها
- ۷- محاسبه مؤلفه‌های اساسی، خاصیت مولفه‌ها، فاکتورهای آنالیز، مدل‌های ریاضی ساختمان عوامل و برآورد آنها
- ۸- محاسبات عددی معادلات برآوری، آزمون کفایت برازش برای مدل‌های فاکتور و مثال‌های مربوط
- ۹- نظریه کمینه-بیشینه (Extreme): روش‌های غیر پارامتری در محاسبه نظریه و مثال‌های عملی
- ۱۰- آمار بیزی (Bayesian)، مقدمه‌ای بر زنجیره‌های مارکوف، آنالیز مونت کارلو، کاربردها



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- J.F. Hair, B. Black, B. Babin, R.E. Anderson and R.L. Tatham, "Multivariate Data Analysis", 7th Edition, Prentice Hall, 2009.
- 2- A. Gelman and J. Hill, "Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models", Cambridge University Press, 2006.
- 3- A. Gelman, J.B. Carlin, H.S. Stern and D.B. Rubin, "Bayesian Data Analysis", 3rd Edition, Chapman & Hall/CRC, 2013.
- 4- P.M. Lee, "Bayesian Statistics: An Introduction", 3rd Edition, A Hodder Arnold Publication, 2004.
- 5- C.P. Robert and G. Casella, "Monte Carlo Statistical Methods", 2nd Edition, Springer, 2005.
- 6- W.R. Gilks, S. Richardson and D. Spiegelhalter, "Markov Chain Monte Carlo in Practice", Chapman & Hall/CRC, 1995.



شناسایی الگو Pattern Recognition

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: شناسایی الگو		
	عملی					
	نظری	پایه				
	عملی					
	نظری	الزامی			نوع واحد تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Pattern Recognition
	عملی					
	نظری ✓	✓ اختیاری				
	عملی					
آموزش تکمیلی عملی:						
<input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار						

هدف درس:

شناسایی الگو یکی از مباحث مهم در رشته‌های مختلف مهندسی است که با تکیه بر ابزارهای متفاوت، روش‌های بسیار متنوعی را برای تحلیل داده‌ها فراهم می‌کند. هدف از این درس طرح و تبیین اصولی و طبقه‌بندی شده این ابزارها است.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه: اهمیت شناسایی الگو، فضای برداری مولفه‌ها، کلاس‌بندی کننده‌ها، مقایسه روش‌های بانظارت و بدون نظارت
- ۲- کلاس‌بندی بر اساس نظریه تصمیم‌گیری بیزی (Bayesian): توابع جدا سازی، تخمین تابع چگالی، مفهوم ریسک
- ۳- کلاس‌بندی کننده‌های خطی: توابع جدا سازی خطی و صفحات، الگوریتم Perceptron، الگوریتم‌های کمترین مربعات
- ۴- کلاس‌بندی کننده‌های غیرخطی، مسأله XOR، الگوریتم Perceptron دو لایه‌ای، الگوریتم پس‌انتشار
- ۵- کلاس‌بندی کننده‌های خطی تعمیم یافته، کلاس‌بندی کننده‌های چند جمله‌ای و توابع شعاع پایه، مثال‌های کاربردی
- ۵- انتخاب مولفه‌ها: پیش پردازش‌ها، انتخاب مولفه‌ها، منحنی ROC، سنجه‌های جدایی کلاس‌ها
- ۶- تولید مولفه‌ها: مفهوم تولید مولفه، تبدیل‌های مختلف تولید مؤلفه
- ۷- بحث خاص در مولفه‌های منطقه‌ای (یافت، ممانها)، مولفه‌های اندازه و شکل، مولفه بر اساس تحلیل فراکتالی، کاربردها
- ۷- تناظر یابی الگو: مفهوم، سنجه‌های اندازه‌گیری شباهت بر پایه جستجوی مسیر بهینه و ضریب همبستگی
- ۸- کلاس‌بندی بر اساس محتوا: کلاس‌بندی کننده بیز، مدل زنجیره مارکوف، الگوریتم ویتربی، آموزش مدل
- ۹- ارزیابی سامانه کلاس‌بندی: مفاهیم خطا و عدم اطمینان و انتشار
- ۱۰- خوشه‌بندی: مفاهیم اولیه، سنجه‌های شباهت، الگوریتم‌های مختلف، ارزیابی خوشه‌بندی



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- S. Theodoridis and K. Koutroumbas, "Pattern Recognition", 4rd Edition, Academic Press, 2008.
- 2- R.O. Duda, P.E. Hart and D.G. Stork, "Pattern Classification with Computer Manual", 2nd Edition, Wiley-Interscience, 2004.
- 3- C.M. Bishop, "Pattern Recognition and Machine Learning", Springer, 2007.
- 4- C.M. Bishop, "Neural Networks for Pattern Recognition", Oxford University Press, 1996.
- 5- B.D. Ripley, "Pattern Recognition and Neural Networks", Cambridge University Press, 2008.
- 6- I.H. Witten and E. Frank, "Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques", 3rd Edition, Morgan Kaufmann Publisher, 2011.



سامانه تعیین موقعیت جهانی Global Positioning System

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سامانه تعیین موقعیت جهانی عنوان درس به انگلیسی: Global Positioning System
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی		تعداد ساعت: ۴۸	
	عملی				
	نظری ✓	اختیاری ✓			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار					

هدف درس:

هدف از این درس، شناخت سامانه تعیین موقعیت جهانی و کسب مهارت فنی کاربرد آن در سنجش از دور برای پیکسل‌های زمینی در مناطق شاهد و برای سنجنده‌ها است.

رئوس مطالب:

- ۱- روش‌های تعیین موقعیت فضایی: نجومی، مخابراتی، تعیین موقعیت ماهواره‌ای GPS، مقایسه روش‌ها
- ۲- سیستم‌های مختصات مبنا: سیستم WGS84، المان‌های کپلری موقعیت مداری، سیستم‌های تصویر، تبدیل مختصات
- ۳- سامانه تعیین موقعیت ماهواره‌ای GPS: مفاهیم پایه تعیین موقعیت جهانی GPS
- ۴- گیرنده‌های GPS: اصول کار، انواع، ایستگاه‌های ثابت، گیرنده‌های نقشه‌برداری دقیق، گیرنده‌های دستی، مقایسه دقت‌ها
- ۵- مشاهدات و معادلات ریاضی تعیین موقعیت ماهواره‌ای GPS: مشاهدات کد و فاز، مدل‌های ریاضی انواع مشاهدات
- ۶- تعیین موقعیت دیفرانسیلی GPS، استفاده از ایستگاه‌های دائم، استفاده از دو گیرنده، GPS متحرک، GPS نیمه متحرک
- ۷- خطاها: منابع خطا، علل تاثیرات اتمسفر، مدل‌سازی و تعیین پارامترهای اتمسفر، انتشار خطاها، DOP و GDOP
- ۸- پردازش اطلاعات GPS: مفهوم، ماسک کردن داده‌ها، طول مبنا، شبکه GPS، پردازش‌های تعیین پارامترهای اتمسفری
- ۹- کاربردهای GPS در سنجش از دور، فتوگرامتری و GIS



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- B. Hofmann–Wellenhof, H. Lichtenegger and J. Collins, "Global Position System: Theory and Practice", 5th Edition, Springer, 1997.
- 2- D.E. Wells, "Guide to GPS Positioning", Canadian GPS Associate, Fredericton, 1986.
- 3- E. D. Kaplan and C. Hegarty, "Understanding GPS: Principles and Applications", 2nd Edition, Artech House Publishers, 2005.
- 4- P.D. Groves, "Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems", 2nd Edition, Artech House, 2013.



تداخل‌سنجی و ارتفاع‌سنجی راداری RADAR Altimetry & Interferometry

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: تداخل‌سنجی و ارتفاع‌سنجی راداری	
	عملی					
	نظری	پایه				
	عملی					
	نظری	الزامی				تعداد ساعت: ۴۸
	عملی					
	نظری ✓	✓ اختیاری				
	عملی					
آموزش تکمیلی عملی:					عنوان درس به انگلیسی: RADAR Altimetry & Interferometry	
<input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار						

هدف درس:

هدف از این درس، ارائه اصول روش‌های ارتفاع‌سنجی و تداخل‌سنجی راداری و ویژگی‌های هندسی و تصحیح خطاهای مربوط و تبیین نحوه پردازش داده‌های حاصل از این روش‌ها است.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه: هدف ارتفاع‌سنجی، تاریخچه ماهواره‌های ارتفاع‌سنجی راداری
- ۲- مشخصات و اطلاعات ماهواره‌های ارتفاع‌سنجی راداری: ماهواره‌های موجود
- ۳- داده‌های آلتیمتری: انواع داده‌ها و تفاوت‌ها
- ۴- اصول اندازه‌گیری ارتفاع‌سنجی راداری: محاسبه ارتفاع نقاط از اندازه‌گیری‌های ماهواره‌های ارتفاع‌سنجی راداری
- ۵- تصحیحات لازم برای محاسبه ارتفاع صحیح: تصحیح ژئوئید، تصحیح مدار، تصحیح یونسفر و تروپوسفر و غیره
- ۶- محاسبات تصحیحات در روش آلتیمتری، اصول مثلث‌بندی هوایی و تشکیل باند اجسمنت شده در آلتیمتری، تعیین دقت
- ۷- تعیین طول و عرض جغرافیایی نقاط اندازه‌گیری شده
- ۸- تهیه نقشه دیجیتال و توپوگرافی از نقاط مختلف سطح دریا و زمینهای بایر، مقایسه با نقشه رقومی حاصل از GPS
- ۹- پرچم زنی: تعریف و انواع، تعیین بهترین ترکیب پرچم‌ها در زمین‌های مسطح خشکی و دریا
- ۱۰- اصول تداخل‌سنجی، ارتفاع‌سنجی راداری، ابزار و ماموریت‌های فضایی
- ۱۱- معادلات تداخل‌سنجی راداری، خطاها (عوامل و مدل هندسی خطاها)، حل ابهام فاز و پرش
- ۱۲- کاربردهای تداخل‌سنجی راداری در تعیین ارتفاع و توپوگرافی، نشست و لغزش زمین، تعیین تغییرات



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- V.B.H. Gini Ketelaar, "Satellite Radar Interferometry: Subsidence Monitoring Techniques", Springer, 2009.
- 2- M.I. Skolnik, "Introduction to Radar Systems", 3rd Edition, McGraw-Hill, 2002.
- 3- N. El-Sheimy, C. Valeo and A. Habib, "Digital Terrain Modeling: Acquisition, Manipulation and Applications", Artech House Publishers, 2005.
- 4- R.F. Hanssen, "Radar Interferometry: Data Interpretation and Error Analysis", Springer, 2001.



سامانه‌های ماهواره‌ای Satellite Systems

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سامانه‌های ماهواره‌ای	
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			نوع واحد تعداد ساعت: ۴۸
	عملی				
	نظری ✓	✓ اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی				عنوان درس به انگلیسی: Satellite Systems	

هدف درس:

در این درس اصول کار ماهواره‌ها و سنجنده‌ها از دید طراحی سامانه سخت‌افزاری و نرم‌افزاری آنها و جنبه‌های مخابراتی و انتقال داده‌ها مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

رئوس مطالب:

- ۱- سامانه‌های ماهواره‌ای: باندهای فرکانسی و قواعد رادیویی، مدارها، سامانه پایه ماهواره، روش‌های دسترسی به ماهواره
- ۲- طراحی سامانه‌های ماهواره‌ای: اجزاء ایستگاه دائمی مرکزی و دیاگرام ایستگاه
- ۳- طراحی کلی ماهواره شامل انواع ماهواره‌ها، زیر سامانه کنترل و محاسبه موقعیت در ماهواره، زیر سامانه‌های دیگر
- ۳- مهندسی ماهواره برای ارتباطات مخابراتی: انواع مدارهای ماهواره‌های مخابراتی
- ۴- طراحی سنجنده: دوربین‌ها، سنجنده‌های نوری مکانیکی، سنجنده‌های خطی، سنجنده‌های فراطیفی، سامانه‌های راداری
- ۵- کاربردهای ماهواره‌ها: ماهواره‌های سنجش از دور، ناوبری GPS، تلویزیونی، شبکه‌های تلفن همراه، نظامی
- ۶- مطالعه نمونه (طراحی یک سامانه): نوع رادار، فرکانس و نوع موج، پالس، پهنای باند، توان، دامنه، آنتن، قطبی بودن، پهنای موج، زاویه اسکن، قدرت تفکیک، توان ذخیره داده‌ها، ثبت زاویه، موقعیت و سرعت
- ۷- مطالعه نمونه (طراحی سامانه LANDSAT)



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

بازدید: سازمان فضایی کشور

منابع اصلی:

- 1- B. Pattan, "Satellite Systems: Principles and Technologies", Springer, 1993.
- 2- T. Pratt, C.W. Bostian and J.E. Allnut, "Satellite Communications", 2nd Edition, Wiley, 2002.
- 3- M.M. Abid, "Spacecraft Sensors", Wiley, 2005.
- 4- T.M. Lillesand, R.W. Kiefer, J.W. Chipman "Remote Sensing and Image Interpretation" 7th Edition Wiley, 2015.



مدل سازی رقومی زمین Digital Terrain Modeling

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مدل سازی رقومی زمین			
	عملی						
	نظری	پایه			تعداد ساعت: ۴۸		
	عملی						
	نظری	الزامی				نوع واحد	عنوان درس به انگلیسی: Digital Terrain Modeling
	عملی						
	نظری ✓	✓ اختیاری					
	عملی						
آموزش تکمیلی عملی:							
<input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار							

هدف درس:

تسلط علمی و اجرایی بر روش‌های مختلف تهیه اطلاعات مدل رقومی زمین و روش‌های کنترل کیفیت و ارائه نتایج، هدف اصلی این درس می‌باشد.

رئوس مطالب:

- ۱- مروری بر مفاهیم بنیادی و تعریف مدل رقومی زمین (DTM) و مدل رقومی ارتفاعی (DEM) و وجوه تمایز آنها
- ۲- ژئومورفولوژی و عوارض مورفولوژیک و نقش آنها در تعیین اسکلت منطقه و طبقه‌بندی زمین از نظر ناهمواری
- ۳- منابع جمع‌آوری اطلاعات: عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، DEMهای موجود
- ۴- روش‌های جمع‌آوری داده‌ها: روش دستی، روش نیمه خودکار، روش خودکار، تناظرایی رقومی و روش‌ها
- ۵- روش‌های نمونه‌برداری و بحث بر روی دقت و مزایای هر کدام
- ۶- نمونه‌برداری بهینه: روش‌های نمونه‌برداری بهینه، واریوگرام، طیف، ضریب ناصافی، معیارهای افزایش چگالی نقاط
- ۷- ساختاردهی به نقاط: طبقه‌بندی ساختارهای نقاط، شرح ساختارهای مختلف، روش مثلث‌بندی Delaunay
- ۸- درون‌یابی، فیلتر کردن و کاهش داده‌ها، مقایسه روش‌های مختلف درون‌یابی و فیلتر کردن
- ۹- روش‌های ارائه اطلاعات: منحنی میزان‌ها، نورپردازی ارتفاعات، پرسپکتیو سه‌بعدی
- ۱۰- دقت DEM و آنالیز اولیه در دستیابی به دقت‌های مورد نیاز
- ۱۱- کاربردهای DEM: در علوم زمینی، در مهندسی عمران



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	دارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- Z. Li, Q. Zhu and C. Gold, "Digital Terrain Modeling: Principles and Methodology", CRC Publishers, 2004.
- 2- Q. Zhou, B. Lees, G. Tang, "Advances in Digital Terrain Analysis (Lecture Notes in Geoinformation and Cartography)", Springer, 2010.
- 3- N. El-Sheimy, C. Valeo and A. Habib, "Digital Terrain Modeling: Acquisition, Manipulation And Applications", Artech House Publishers, 2005.
- 4- E.M. Mikhail, J.S. Bethel and J.C. McGlone, "Introduction to Modern Photogrammetry", Wiley, 2001.



گرافیک کامپیوتری Computer Graphic

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: گرافیک کامپیوتری		
	عملی					
	نظری	پایه				
	عملی					
	نظری	الزامی			نوع واحد تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Computer Graphic
	عملی					
	نظری ✓	✓ اختیاری				
	عملی					
آموزش تکمیلی عملی:						
<input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار						

هدف درس:

هدف این درس تبیین مباحث گرافیک کامپیوتری (سخت‌افزار و نرم‌افزار و اصول حاکم بر آن) می‌باشد. دانشجوی این درس توانایی ارائه فنی نتایج سنجش از دور و به ویژه مدل‌های دو بعدی و سه بعدی مکانی را در محیط کامپیوتر کسب خواهد نمود.

رئوس مطالب:

- ۱- معرفی گرافیک کامپیوتری، مطالعه کاربردهای مختلف گرافیک کامپیوتری
- ۲- نقش سخت‌افزار در گرافیک کامپیوتری (مفاهیم GPU و میزان بیت و حافظه گرافیکی)
- ۳- زبان‌های و نرم‌افزارهای گرافیکی (برداری و راستری)
- ۴- برنامه‌نویسی گرافیکی، تولید نقطه و بردار و ساختار داده‌های پشتیبیان
- ۵- چند ضلعی‌ها و پر کردن آنها (انواع روش‌ها)
- ۶- پنجره و برش و کاربردها در نمایش
- ۷- رسم منحنی، اهمیت و تفاوت نسبت به خط، نرم کردن و روش‌های آن
- ۸- تبدیل‌های دو بعدی و سه بعدی: انتقال‌های خطی، جابجایی، دوران، تغییر مقیاس، کشیدگی، تبدیل همگن
- ۹- الگوریتم‌های گرافیکی دو بعدی و سه بعدی: انواع روش‌های نمایش عمق، مقایسه روش‌ها، اصول ایجاد پرسپکتیو
- ۱۰- انواع نمایش سطوح: نمایش سیمی، ایجاد نور و رنگ و سایه، سایه زدن و ایجاد طرح زمینه
- ۱۱- فرکتالها و خطوط و سطوح فرکتالی، کاربردها
- ۱۲- توسعه اجزاء و برنامه‌های تحت نرم‌افزار



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- P. Shirley, M. Ashikhmin, M. Gleicher, S. Marschner, E. Reinhard., K. Sung, W. Thompson and P. Willemsen, "Fundamentals of Computer Graphics", 3rd Edition, A K Peters, 2009.
- 2- J. D. Foley, A. Van Dam, S.K. Feiner, J.F. Hughes, "Computer Graphics: Principles and Practice in C", 2nd Edition, Addison-Wesley Professional, 1995.
- 3- J.F. Hughes, A. Van Dam, M. McGuire, "Computer Graphics: Principles and Practice", 3rd Edition, Addison-Wesley, 2013.



سامانه‌های میکروویو سنجش از دور
Remote Sensing MicroWave Systems

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سامانه‌های میکروویو سنجش از دور
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری ✓	✓ اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار					عنوان درس به انگلیسی: Remote Sensing MicroWave Systems

هدف درس:

در این درس مباحث سنجش از دور میکروویو به عنوان یکی از روش‌های بسیار مهم و در حال پیشرفت در سنجش از دور مطرح شده و توانایی‌ها و تفاوت‌های این روش سنجش از دور مطالعه می‌شود.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه: تاریخچه سنجش از دور میکروویو، کاربردهای میکروویو در سنجش از دور و برنامه‌های آتی
- ۲- فیزیک امواج میکروویو: امواج میکروویو و تولید و انتشار موج رادار، اصول آنتن، بازتاب و نفوذ و جذب، انتشار در محیط جو
- ۳- سنجش از دور میکروویو فعال و غیر فعال
- ۴- ابزار سنجش: رادیومترها، رادارها، قطبی بودن، معادله رادارها، SAR، پردازش‌های تشکیل تصویر SAR، کاهش نویز
- ۵- اصول هندسی تصاویر (زاویه میل، توپوگرافی منطقه، ارتفاع، زاویه آزیموتی، پارامترهای محیطی)، قدرت تفکیک و دقت
- ۶- بازتاب و پراکندگی امواج رادار: تاثیر رطوبت، قطبی بودن، توپوگرافی، زبری و جنس، توان تفکیک و عوامل موثر بر آن
- ۷- تفسیر داده‌های تصویری میکروویو: اصول تفسیر، تفاوت با تصاویر مادون قرمز و مرئی، تفسیر تجربی و اتوماتیک
- ۸- تلفیق داده‌های میکروویو با داده‌های مرئی و مادون قرمز
- ۹- پردازش داده‌های میکروویو: بارز سازی، اثر داپلر، تداخل‌سنجی راداری، معادله برد رادار
- ۱۰- کاربردهای میکروویو در سنجش از دور: تهیه نقشه پوششی، پوشش مناطق شهری، کاربری اراضی، تشخیص رطوبت و آب، تشخیص مولفه‌های یخ و برف، تشخیص مولفه‌های گیاهی، مطالعات خاک، کاربرد ریزموج غیرفعال و تفاوتها



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- F.M. Henderson and A.J. Lewis, "Imaging Radar (Manual of Remote Sensing, Volume 2)", 3rd Edition, Wiley, 1998.
- 2- M.I. Skolnik, "Introduction to Radar Systems", 3rd Edition, McGraw-Hill, 2002.
- 3- M.M. Abid, "Spacecraft Sensors", Wiley, 2005.
- 4- J. Lee, E. Pottier, "Polarimetric Radar Imaging: From Basics to Applications", CRC Press, 2009.
- 5- F. Ulaby, "Microwave Radar and Radiometric Remote Sensing", University of Michigan Press, 2013.



ادغام داده‌ها Data Fusion

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ادغام داده‌ها	
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			نوع واحد تعداد ساعت: ۴۸
	عملی				
	نظری ✓	اختیاری ✓			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار				عنوان درس به انگلیسی: Data Fusion	

هدف:

در این درس دانشجویان با مفاهیم مختلفی که در زمینه ادغام داده‌ها و اطلاعات مطرح است از دید تخصصی سنجش از دور آشنا شده و موارد موفقیت در ادغام را با توجه به سطوح مختلف ادغام مطالعه می‌نمایند.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه: اهمیت ادغام داده‌ها در علوم زمین، دلایل ادغام داده‌ها و تصاویر در سنجش از دور
- ۲- تبیین سطوح ادغام (داده‌ها، عوارض، تصمیمات) با مثال‌های کاربردی
- ۳- ادغام تصاویر در سطح داده درجه خاکستری
- ۴- تبدیل‌های مورد نیاز تصاویر در ادغام (تبدیل موجک، مؤلفه‌های اصلی و تبدیل‌های دیگر)
- ۵- دسته‌بندی روش‌های ادغام شامل: جایگزینی مؤلفه، مدولاسیون، قدرت تفکیک چندگانه
- ۶- روش‌های Pan-sharpening: افزودن روشنایی نسبی با موجک، تابع پاسخ طیفی سریع، روش الگوریتم ژنتیک، روش هرم لاپلاسین کامل با تصمیم‌گیری محتوایی، روش دانشگاه نیوبرانزویک، روش پاسخ طیفی پنجره، روش مجموع وزن دار
- ۷- ادغام تصاویر در سطح عوارض: تلفیق بافت و هندسی با چند و فراطیفی، تلفیق لیدار با تصویر، تبدیل هانگ-هیلبرت
- ۸- ادغام تصاویر در سطح تصمیمات: کلاس‌بندی آماری و قانون مینا با عوارض تلفیقی، سیستم کلاس‌بندی کننده‌های ترکیبی، قواعد تطبیقی دانش پایه برای کاهش اخطار غلط، بهبود قطعه‌بندی با ادغام نتایج چند مقیاسی و چند داده‌ای
- ۹- فازی سازی در ادغام: اصول فازی سازی، فازی سازی در سطوح پایین ادغام، قواعد ترکیب فازی تصمیمات در توابع باور و مدل‌های احتمالات



- ۱۰- ادغام زمانی و سری‌های زمانی، فیلترهای سری زمانی، آنالیز طیفی
۱۱- تحلیل اطلاعات سنجش از دوری در سیستم‌های اطلاعاتی و مباحث کاربردی تلفیق سنجش از دور با سایر علوم زمین

روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- H.B. Mitchell, "Image Fusion: Theories, Techniques and Applications", Springer, 2010.
- 2- T. Stathaki, "Image Fusion: Algorithms and Applications", Academic Press, 2008.
- 3- S. Chaudhuri, K. Kotwal, "Hyperspectral Image Fusion", Springer, 2013.
- 4- R.S. Blum, Zh. Liu, "Multi-Sensor Image Fusion and Its Applications (Signal Processing and Communications)", CRC Press, 2005.



فرآیندهای تصادفی Stochastic Processes

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: فرآیندهای تصادفی			
	عملی						
	نظری	پایه					
	عملی						
	نظری	الزامی			نوع واحد	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Stochastic Processes
	عملی						
	نظری ✓	✓ اختیاری					
	عملی						
آموزش تکمیلی عملی:							
<input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> سفر علمی							

هدف درس:

ارائه پایه‌های تئوریک در مورد فرآیندهای تصادفی و ایجاد درک درست و منطقی در مورد سیگنال‌هایی که دارای مولفه‌های زمانی و آماری هستند، از اهداف اصلی این درس است.

رئوس مطالب:

- ۱- بازخوانی تئوری احتمالات با تکیه بر موضوعات مورد نیاز در فرآیندهای تصادفی
- ۲- اصول و مبانی فرآیندهای تصادفی: تعاریف اصلی و ویژگی‌ها و با مثال‌هایی از سنجش از دور
- ۳- مفاهیم ایستانی، ایستان گردشی و ارگادیسیتی
- ۴- توابع همبستگی، همبستگی متقابل و چگالی طیف توان
- ۵- آشنایی با انواع فرآیندهای تصادفی شامل فرآیندهای گوسی، پواسون، مارتینگل و مارکوف
- ۶- نمایش فرآیندهای تصادفی بر حسب سیگنال‌های پایه
- ۷- مفهوم نویز، انواع آن و چگونگی برخورد با آن با مثال‌هایی از نویز سیستمی در سنجنده‌های اپتیکی و میکروویو و داده‌های فراطیفی
- ۸- تخمین خطی: مبانی نظری و مثال‌های کاربردی
- ۹- تئوری صف و کاربردها



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- H. Hsu, "Schaum's Outline of Probability, Random Variables, and Random Processes", 3rd Edition, McGraw-Hill, 2014.
- 2- A. Papoulis, "Probability, Random Variables and Stochastic Processes", 4th Edition, McGraw-Hill, 2002.
- 3- W. A. Gardner, "Introduction to Random Processes", McGraw-Hill, 1990.
- 4- H. Stark and J. W. Woods, "Probability, Random Processes and Estimation Theory for Engineers", 3rd Edition, Prentice Hall, 2002.



شبکه‌های عصبی Neural Networks

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: شبکه‌های عصبی
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری ✓	✓ اختیاری			
عملی					
آموزش تکمیلی عملی:					عنوان درس به انگلیسی: Neural Networks
<input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار					

هدف درس:

هدف در این درس معرفی تاریخچه شبکه‌های عصبی، انواع آن و کاربردهای هریک به همراه توانایی‌ها و محدودیت‌های انواع شبکه‌های عصبی می‌باشد.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه ای بر شبکه‌های مصنوعی، تاریخچه، محدودیت‌ها و مفاهیم کلی
- ۲- شبکه‌های عصبی بیولوژی، ساختار نرون بیولوژیکی، انتقال پالس عصبی، ساختار شبکه عصبی مغز
- ۳- شبکه عصبی مصنوعی، مدلسازی ریاضی نرون، توابع تحریک، ساختارهای مختلف، مدلسازی یادگیری
- ۴- مقدمه‌ای بر بازشناسی الگو، تعاریف، تولید الگو، ساختار کلی سیستم بازشناسی الگو و انواع روش‌های آن
- ۵- پرسپترون تک لایه، ساختار اصلی، قانون یادگیری در حالت الگو به الگو و دسته‌ای، محدودیت‌ها، مثال‌ها
- ۶- شبکه‌های عصبی انجمنی، تعاریف، یادگیری هب در حالت بدون ناظر، شبکه‌های InStar و OutStar، یادگیری هب در حالت با ناظر و آنالیز آن، یادگیری مبتنی بر کمینه‌سازی خطا
- ۷- شبکه‌های عصبی رقابتی، شبکه عصبی همینگ، یادگیری رقابتی و مشکلات آن، نگاشت خود سازمانده، شبکه عصبی کوهنن
- ۸- شبکه عصبی هاپفیلد گسسته، عملکرد آن به عنوان حافظه انجمنی، مفهوم انرژی، قانون یادگیری، مثال‌ها
- ۹- مبانی کمینه سازی، انواع نقاط بهینه و مثال‌ها، بررسی توابع درجه دوم، الگوریتم تندترین کاهش و مثال‌ها
- ۱۰- شبکه عصبی آدالاین، حل تحلیلی، یادگیری LMS به صورت الگو به الگو و دسته‌ای، مثال‌ها و محدودیت‌ها
- ۱۱- شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه، ساختار اصلی توانایی‌ها، پس انتشار خطا در حالت الگو به الگو و دسته‌ای، مثال‌ها، محدودیت‌های یادگیری مبتنی بر پس انتشار خطا، الگوریتم‌های یادگیری بهبود یافته، تقریب توابع، تعیین ساختار، تعمیم پذیری



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- D. Graupe, "Principles of Artificial Neural Networks, Advanced Series in Circuits and Systems", World Scientific, 2007.
- 2- S. Haykin, "Neural Networks: A Comprehensive Foundation", 3rd Edition, Pearson Education, 2009.
- 3- S. Samarasinghe, "Neural Networks for Applied Sciences and Engineering: From Fundamentals to Complex Pattern Recognition", 1st Edition, Auerbach, 2006.
- 4- R.J. Schalkoff, "Artificial Neural Networks", McGraw Hill, 1997.
- 5- L. Fausett, "Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications", Prentice Hall, 1994.



پردازش تصویر با هوش محاسباتی Image Processing Using Computational Intelligence

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: پردازش تصویر با هوش محاسباتی			
	عملی						
	نظری	پایه					
	عملی						
	نظری	الزامی			نوع واحد	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Image Processing Using Computational Intelligence
	عملی						
	نظری ✓	✓ اختیاری					
	عملی						
آموزش تکمیلی عملی:							
<input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار							

هدف:

بررسی تخصصی مفاهیم هوش محاسباتی و زمینه‌های کاربردی آن در فتوگرامتری و سنجش از دور از اهداف این درس است.

رئوس مطالب:

- ۱- استخراج عوارض از تصاویر: لزوم، مروری بر روش‌های مختلف و رویکردهای تحقیقاتی، جایگاه هوش محاسباتی در استخراج عوارض، ایجاد بردار ویژگی - توصیفگرها، روشهای نمایش بردار ویژگی
- ۲- منطق فازی: مقدمه، مجموعه‌های فازی، عملگرهای فازی، روابط فازی و اصل توسعه، قواعد فازی و متغیرهای زبانی، استنتاج فازی و پایگاه قوانین، فازی سازی و غیر فازی ساز، نحوه استخراج قواعد فازی
- ۳- شبکه‌های عصبی: توابع فعالیت، تابع هزینه و ابعاد شبکه، آموزش شبکه، ماتریس هسین، الگوریتم پس-انتشار خطا، شبکه‌های کوهنن، شبکه‌های هاپفیلد، شبکه‌های توابع پایه شعاعی، نحوه انتخاب پارامترها، معیارهای ارزیابی شبکه عصبی
- ۴- سیستم‌های عصبی-فازی: سیستم‌ها با توابع تعلق ثابت و تطبیقی، سیستم‌های استنتاج تطبیقی، شبکه کنترل آموزش پذیر تطبیقی فازی، نرون‌های فازی (نوع ۱، نوع ۲، نوع ۳)
- ۵- زمینه‌های کاربردی هوش محاسباتی در فتوگرامتری و سنجش از دور
- ۶- کشف محدوده عوارض بر اساس شبکه‌های عصبی، آنالیز بافت تصویر، طبقه‌بندی عصبی و عصبی-فازی
- ۷- خوشه‌بندی C-Means Fuzzy و C-Means، خوشه‌بندی با شبکه‌های خود سازمانده، خوشه‌بندی عصبی-فازی



- ۸- پردازش تصاویر فازی: یکنواخت سازی فازی هیستوگرام، آستانه گذاری فازی، کشف گوشه‌ها بر اساس منطق فازی، اندازه‌گیری ویژگی‌های هندسی عوارض تصویری به روش فازی، کشف لبه بر اساس منطق فازی
- ۹- شناسایی الگو بر اساس پردازش‌های منطق فازی

روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- M. Grana, R.J. Duro, "Computational Intelligence for Remote Sensing", Softcover Edition, Springer, 2010.
- 2- I.H. Witten and E. Frank, "Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques", 3rd Edition, Morgan Kaufmann Publisher, 2011.
- 3- A.D. Kulkarni, "Computer Vision and Fuzzy-Neural Systems", Prentice Hall, 2001.



پردازش تصاویر فراطیفی Hyperspectral Image Processing

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: پردازش تصاویر فراطیفی
	عملی				
	نظری	پایه		تعداد ساعت: ۴۸	
	عملی				
	نظری	الزامی		عنوان درس به انگلیسی: Hyperspectral Image Processing	
	عملی				
	نظری ✓	اختیاری ✓			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی:					
<input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار					

هدف:

در این درس طیف زمینی و ماهواره‌ای مواد مختلف و پوشش‌های زمینی، تهیه طیف بازتابی سطوح، محاسبات و پردازش تصاویر و داده‌های فراطیفی و کالیبره نمودن موضوعی ماهواره معرفی و بررسی خواهد شد.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه‌ای برخواص پراکنش سطوح و طیف‌سنجی بازتابی و گسیلی
- ۲- خواص بازتابندگی مواد مختلف (مواد معدنی و سنگها و خاکها، پوشش گیاهی، آب، دست سازهای بشر)
- ۳- مسائل ناشی از اختلاط مواد
- ۴- اثر اتمسفر
- ۵- تصویربرداری اسپکترومتری (سامانه هوا برد، تجهیزات فضا برد، اصول شبیه سازی تصاویر فراطیفی)
- ۶- مشخصات سیستم‌های اسپکترورادئومتری (پوشش، توان تفکیک، هندسه، پردازش، انعطاف، داده‌های کمکی)
- ۷- پیش پردازش‌ها (کنترل کیفیت داده‌ها، سیگنال به نویز، روش برخورد با محیط‌های همگن، میانگین‌گیری‌های طیفی و واریانس‌ها، رفع نوفه، اصلاحات جوی نسبی و مطلق، باز نمونه‌برداری و شبیه‌سازی کامل تصاویر)
- ۸- روش‌های پردازش تحلیلی (رمزگشایی دوتایی، شناخت رفتار موجی، برازش طیفی، نقشه‌برداری زاویه طیفی، جداسازی طیفی، آنالیز زمینه - پس‌زمینه، طبقه‌بندی)
- ۹- تعیین اعضای خالص
- ۱۰- تصویربرداری اسپکترومتری حرارتی (تئوری تابش حرارتی، گسیلندی طیفی، مواد معدنی و سنگها، گیاهان، آبها، اثر هندسه محیط بر گسیلمندی، تحلیل سیستم‌های تصویربرداری حرارتی موجود)



۱۱- پروژه‌های کاربردی (نقشه‌برداری از پدیده‌های زمین شناسی، نفت و گاز، معدن، فرسایش زمین، گیاهان، استرس، آفت‌ها، نوع پوشش، فنولوژی، جریان‌های اقیانوسی، امواج، تبخیر، محیط‌های شهری و گسترش شهرها، تعیین رفتار طیفی مصالح)

روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- M. Eismann, "Hyperspectral Remote Sensing", SPIE Press, 2012.
- 2- P.S. Thenkabail, J.G. Lyon, "Hyperspectral Remote Sensing of Vegetation", CRC Press, 2011.
- 3- F.D.Van der Meer, S.M. DeJong, "Imaging Spectrometry, Basic Principles and Prospective Applications", Kluwer Academic Publishe, 2001.
- 4- S. Chaudhuri, K. Kotwal, "Hyperspectral Image Fusion", Springer, 2013.
- 5- C. Karr, "InfraRed and Raman Spectroscopy of Lunar and Terrestrial Materials", Academic Press, 1975.



تشخیص تغییرات با سنجش از دور Change detection using Remote Seneing

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: تشخیص تغییرات با سنجش از دور عنوان درس به انگلیسی: Change detection using Remote Seneing
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی		تعداد ساعت: ۴۸	
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار					

هدف درس:

آشنایی تخصصی دانشجویان مقطع دکتری با پردازش‌های پیشرفته تصویر تغییرات و روند ترکیب تصاویر برای کشف تغییرات محیطی و اعمال روش‌های موجود شناسایی تغییرات در مسائل علوم زمین از اهداف این درس است.

رئوس مطالب:

- ۱- نحوه استفاده از طبقه بندی و خوشه بندی داده‌های ماهواره‌ای در شناسایی تغییرات
- ۲- مفهوم تغییرات محیطی و تشخیص تغییرات در تصاویر رقومی و مثال‌های کاربردی مختلف
- ۳- مراحل مختلف و شرایط تشخیص تغییرات و سایت‌گذاری شناسایی تغییرات
- ۴- الگوریتم‌های تشخیص تغییرات مانند حافظه افزایشی، تصویر ترکیبی چند داده‌ای، جبر تصویری، پردازش پساتبقه‌بندی، ماسک دودویی در تاریخ دوم، داده‌های کمکی به عنوان تاریخ اول، تحلیل بردار تغییرات طیفی و غیره
- ۵- دقت و کنترل کیفیت و بررسی خطاها
- ۶- تشخیص تغییرات توسط داده‌های SAR (آشکار سازی تغییرات توسط تصاویر تک پلاریزاسیون، آشکار سازی تغییرات توسط تصاویر پلاریمتری، آشکار سازی تغییرات توسط تصاویر اپنتوفرومتری)
- ۷- بازشناسی هدف در تصاویر، ملاحظات تصاویر رادار، نسبت هشدار غلط ثابت، فیلترهای تناظر و تطبیق، شناسایی اتوماتیک و نیمه اتوماتیک و روش‌های آن
- ۸- تلفیق داده‌ها و استفاده در تشخیص عوارض و تغییرات



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- R. Duda, P.E. Hart, G. Stork, "Pattern Classification", Wiley, 2000.
- 2- Bishop, "Pattern Recognition and Machine Learning", Springer, 2007.
- 3- J.R. Jensen, "Remote Sensing of Environment", Prentice Hall, 2006.
- 4- R.A. Schowengerdt, "Remote Sensing, Model & Method for image Processing", Academic Press, 2006.
- 5- T.M. Lillesand ,R.W. Kiefer J.W. Chipman “Remote Sensing and Image Interpretation” ,7th Edition , Wiley ,2015.



الگوریتم‌های بهینه‌سازی پیشرفته Advanced Optimization Algorithms

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: الگوریتم‌های بهینه‌سازی پیشرفته عنوان درس به انگلیسی: Advanced Optimization Algorithms
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری ✓	✓ اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار					

هدف:

هدف این درس آموزش روش‌هایی است که با استفاده از آنها می‌توان اقدام به بهینه‌سازی مدل‌های ریاضی مورد استفاده در سنجش از دور نمود.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه شامل معرفی بهینه‌سازی و کاربردهای آن
- ۲- روش‌های مختلف بهینه‌سازی، مقدمه و معرفی
- ۳- روش‌های بهینه‌سازی مبتنی بر الگوریتم‌های سنتی مانند روش گرادینان نزولی، پایه‌های ریاضی لازم برای بهینه‌سازی مانند ماتریس هسین، بردار گرادینان، روش‌های استاندارد برای یافتن مینیمم بدون قید
- ۴- روش‌های بهینه‌سازی مبتنی بر الگوریتم‌های تکاملی (الگوریتم ژنتیک، پرندگان و غیره)، همگرایی الگوریتم‌ها، مشکلات ناشی از محدوده مقادیر بر تابع شایستگی، همگرایی ناقص، خاتمه کند
- ۵- مقایسه روش‌های مختلف بهینه‌سازی
- ۶- مفاهیم پیشرفته در بهینه‌سازی: بهینه‌سازی چند هدف و چند قیدی، روش‌های دانش پایه، کروموزم‌های دارای طول متغیر
- ۷- کاربردهای بهینه‌سازی در حل مسائل سنجش از دور: انتخاب بردار ویژگی، انتخاب اعضا خالص در تصاویر فراطیفی، خوشه‌بندی تصاویر سنجش از دور
- ۸- مروری بر مباحث روز دنیا و زمینه‌های تحقیقاتی آینده



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- Y. Wang, A.G. Yagola, "Optimization and Regularization for Computational Inverse Problems and Applications", Springer, 2011.
- 2- J.A. Snyman, "Practical Mathematical Optimization: An Introduction to Basic Optimization Theory and Classical and New Gradient-Based Algorithms", Springer, 2005.
- 3- H. Pohlheim, "Evolutionary Algorithms: Overview, Methods and Operators", 2005.
- 4- T. Back, D.B. Fogel, Z. Michalewicz, "Evolutionary Computation 1: Basic Algorithms and Operators", CRC Press, 2000.
- 5- T. Back, D.B. Fogel, Z. Michalewicz, "Evolutionary Computation 2: Advanced Algorithms and Operations", CRC Press, 2000.



مباحث خاص در سنجش از دور Special Studies in Remote Sensing

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مباحث خاص در سنجش از دور عنوان درس به انگلیسی: Special Studies in Remote Sensing
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری ✓	✓ اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار					

هدف درس:

تعمق و مباحثه تخصصی دانشجویان تحصیلات تکمیلی با مباحث پیشرفته تحقیقاتی و روند رشد رشته علمی سنجش از دور در مسائل علوم زمین از اهداف این درس است.

رئوس مطالب:

رئوس مطالب این درس با توجه به نیازهای روز رشته توسط استاد درس در همان نیمسال تدوین و تدریس می‌شود اما موارد زیر بهتر است مد نظر مدرس قرار گیرد:

- ۱- پیشرفت‌های اخیر در مباحث شناسایی الگو و طبقه‌بندی و خوشه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای
- ۲- مطالعه و نقد کاربردهای اخیر در تغییرات محیطی و تشخیص تغییرات با تصاویر رقومی ماهواره‌ای
- ۳- پیشرفت‌های نظری و عملی سنجش از دور در مباحث مدلسازی فیزیکی
- ۴- الگوریتم‌های حاصل از مدل‌های فیزیکی و تحلیل کمیت‌های کاربردی در علوم زمین
- ۵- مباحث پیشرفته و مطالعات اخیر در زمینه دقت و کنترل کیفیت و بررسی خطاها
- ۶- پیشرفت‌ها و دستاوردهای حاصل از داده‌های جدید ماهواره‌ای و مقایسه با نتایج حاصل از منابع قدیم
- ۷- دامنه کاربردهای رشته و تحقیقات خاص در زمینه‌های کاربردی جدید
- ۸- پیشرفت‌های اخیر در زمینه تلفیق داده‌ها و استفاده در تشخیص عوارض و تغییرات



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

مقالات و پایان نامه‌های داخلی و خارجی مربوط به دو سال منتهی به تدریس درس با نظر مدرس درس



روش تحقیق در علوم زمین Research Method in GeoScience

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به فارسی: روش تحقیق در علوم زمین	
	عملی					
	نظری ✓	✓ پایه		تعداد ساعت: ۱۶		عنوان درس به انگلیسی: Research Method in GeoScience
	عملی					
	نظری	الزامی				
	عملی					
	نظری	اختیاری				
	عملی					
آموزش تکمیلی عملی:						
<input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار						

هدف:

روش تحقیق یکی از مهمترین آموخته‌های دانشجویان ارشد و دکتری محسوب می‌شود. به همین دلیل هدف از این درس آموختن نظری و عملی مفاهیم مرتبط با این بحث به ویژه در حوزه علوم زمین است.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه شامل اهمیت و ارکان و انواع تحقیق و اهمیت در علوم زمین
- ۲- اصول تحقیق علمی: مطالعات، نقد علمی، جستجوی مسایل تحقیقی، جبهه تحقیقات، گستره تحقیقاتی علوم زمین، دسته‌بندی علوم زمین و مطالعه اشتراکات و تفاوت‌ها در این علوم
- ۳- روش تحقیق در علوم تجربی: مسأله تحقیق در علوم تجربی، انواع مسأله و انواع تحقیق، مراحل تحقیق در علوم زمین، فعالیت‌های میدانی و جمع‌آوری شواهد، انواع آنالیزها و اصول استنتاج در علوم زمین
- ۴- پیشنهادیه تحقیق: انواع پیشنهادیه در علوم زمین، معرفی بخش‌ها و نحوه نگارش
- ۵- ساختار و انواع مقالات پژوهشی: ارکان مقاله و اصول نگارش در علوم زمین، مقالات مروری، مقالات اصیل، مقالات کاربردی
- ۶- مجلات پژوهشی: انواع مجلات، رتبه‌بندی و مراجع آن، کمی‌سازی کیفیت در مجلات پژوهشی و روابط ریاضی آن، مجلات علوم زمین، انتخاب مجله برای ارسال مقاله
- ۷- مرجع دهی و صداقت علمی، پیشگیری از سرقت علمی با اتکا به روش تحقیق، پیشگیری از سرقت علمی با اتکا به روش‌های نرم‌افزاری و اینترنتی
- ۸- مرور عملی مباحث روز دنیا در علوم زمین و زمینه‌های تحقیقاتی



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- A. Pourhashemi, G. E. Zaikov, A.K. Haghi, "Engineering Materials, Applied Research and Evaluation Methods", Apple Academic Press, 2015.05.22
- 2- G. Rugg, M. Petre, "A Gentle Guide to Research Methods", McGraw-Hill, 2007.
- ۳- پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، "فهرست نشریات فارسی دارای ضریب تأثیر"، پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، ۱۳۹۳
- ۴- معاونت پژوهشی و فناوری، "فهرست نشریات علمی دارای اعتبار مهرماه ۱۳۹۳"، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ۱۳۹۳
- 5- Thomson- Reuters Corporation, "Journal Citation Reports 2014", Thomson- Reuters Corporation, 2014. Scopus Journal Ranking, " Scimago Journal & Country Rank ", www.scimagojr.com, 2014.
- 6- IEEE, " IEEE Citation Reference", Institute of Electrical and Electronics Engineers, last access 2015.
- 7- Purdue University, "Purdue OWL: APA Formatting and Style Guide", owl.english.purdue.edu, last access 2015.



خلاصه تغییرات سرفصل جدید تحصیلات تکمیلی رشته عمران نقشه‌برداری - مهندسی سنجش از دور

- ارتقاء و تجمیع سرفصل در قالب دوره تحصیلات تکمیلی و تعیین دروس جبرانی، اصلی و تحصیلات تکمیلی
- تعریف برنامه برای شیوه «آموزش محور» ارشد و «پژوهش محور» دکتری بر اساس مصوبات وزارت و دانشگاه اصفهان
- بازنگری پیشنیازها با اتکا به تغییرات هماهنگ شده محتوایی در سرفصل کارشناسی در دانشگاه‌های دارای این رشته
- بازنگری بخش‌های عملی درس‌ها به دلیل توسعه کتابخانه پایان‌نامه‌ها و نرم‌افزارهای گروه
- تغییر در مراجع همه دروس و اضافه کردن منابع معتبر مربوط به بعد از ۲۰۰۹ به دروس
- خلاصه نمودن بندهای هر سرفصل و سوق دادن محتوا به سمت کلی‌تر شدن و دسته‌بندی‌تر شدن
- بازبینی سرفصل همه دروس و به روز رسانی سرفصل که نوع و میزان تغییر آنها در جدول زیر فهرست شده:

نام درس	نوع تغییر	درصد تغییرات
پردازش تصاویر سنجش از دور	بازنگری و تغییر مراجع	٪۸۵
فیزیک سنجش از دور	بازنگری و تغییر مراجع	٪۷۵
فتوگرامتری فضایی	بازنگری و تغییر مراجع	٪۸۰
کاربردهای سنجش از دور	جمع واحد درسی و بازنگری و تغییر مراجع	٪۷۰
مدیریت داده‌های سنجش از دور	بازنگری و تغییر مراجع	٪۹۵
سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی پیشرفته	بازنگری و تغییر مراجع	٪۶۰
آمار پیشرفته	بازنگری و تغییر مراجع	٪۶۵
شناسایی الگو	بازنگری و تغییر مراجع	٪۸۰
سامانه تعیین موقعیت جهانی	بازنگری و تغییر مراجع	٪۷۵
تداخل سنجی و ارتفاع‌سنجی راداری	بازنگری و تغییر مراجع	٪۹۰
سامانه‌های ماهواره‌ای	بازنگری و تغییر مراجع	٪۷۰
مدلسازی رقومی زمین	بازنگری و تغییر مراجع	٪۷۵
گرافیک کامپیوتری	بازنگری و تغییر مراجع	٪۸۰
سامانه‌های میکروویو سنجش از دور	بازنگری و تغییر مراجع	٪۷۰
ادغام داده‌ها	جدید اضافه شده به سرفصل	٪۱۰۰
فرآیندهای تصادفی	جدید اضافه شده به سرفصل	٪۱۰۰
شبکه‌های عصبی	جدید اضافه شده به سرفصل	٪۱۰۰
پردازش تصویر با هوش محاسباتی	جدید اضافه شده به سرفصل	٪۱۰۰
پردازش تصاویر فراطیفی	جدید اضافه شده به سرفصل	٪۱۰۰
تشخیص تغییرات با سنجش از دور	جدید اضافه شده به سرفصل	٪۱۰۰
الگوریتم‌های بهینه‌سازی پیشرفته	جدید اضافه شده به سرفصل	٪۱۰۰
مباحث خاص در سنجش از دور	جدید اضافه شده به سرفصل	٪۱۰۰
سمینار	سرفصل اضافه شد	٪۱۰۰