



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

برنامه درسی

دوره: دکتری

رشته: مهندسی نقشه برداری

گرایش: ۱- سیستم اطلاعات مکانی ۲- سنجش از دور ۳- فتوگرامتری ۴- ژئودزی

گروه: مهندسی نقشه برداری

پیشنهادی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی



مصوب جلسه ۸۸۳ مورخ ۱۳۹۶/۰۲/۲۳ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

بسم الله الرحمن الرحيم

عنوان برنامه: دکتری مهندسی نقشه برداری

تدوین شده توسط دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

۱- به استناد آیین نامه واگذاری اختیارات برنامه ریزی درسی مصوب جلسه شماره ۸۸۲ مورخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی، برنامه درسی تدوین شده دوره دکتری مهندسی نقشه برداری براساس نامه ۶۱۶۲۲ مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۱۱ از دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی دریافت شد.

۲- برنامه درسی فوق در جلسه شماره ۸۸۳ مورخ ۱۳۹۶/۲/۲۳ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی به تصویب رسیده است.

۳- برنامه درسی مذکور در سه فصل: مشخصات کلی، جدول واحد های درسی و سرفصل دروس تنظیم شده و برای تمامی دانشگاه ها و مؤسسه های آموزش عالی و پژوهشی کشور که طبق مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری فعالیت می کنند، برای اجرا ابلاغ می شود.

۴- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۳۹۶-۱۳۹۷ به مدت ۵ سال قابل اجراست و پس از آن نیازمند بازنگری می باشد.



مجتبی شریعتی نیاسر

نایب رئیس شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

عبدالرحیم نوه ابراهیم

دبیر شورای عالی برنامه ریزی آموزشی



جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

برنامه درسی

دوره دکتری

مهندسی نقشه برداری



گروه فنی و مهندسی

فهرست

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۲	مشخصات کلی دوره دکتری
۳	۱- تعریف و هدف
۳	۲- نقش و توانایی
۳	۳- طول دوره
۳	۴- تعداد واحدهای درسی و پژوهشی
۴	برنامه درسی دوره آموزشی دکتری
۵	۱- گرایش سیستم اطلاعات مکانی (GIS)
۵	۱-۱- معرفی گرایش
۵	۲-۱- دروس گرایش
۶	۲- گرایش سنجش از دور
۶	۱-۲- معرفی گرایش
۶	۲-۲- دروس گرایش
۶	۳- گرایش فتوگرامتری
۶	۱-۳- معرفی گرایش
۷	۲-۳- دروس گرایش
۷	۴- گرایش ژئودزی
۷	۱-۴- معرفی گرایش
۸	۲-۴- دروس گرایش
۹	سرفصل دروس
۱۰	سامانه اطلاعات مکانی پیشرفته
۱۲	تحلیل مکانی پیشرفته در GIS
۱۴	سامانه اطلاعات مکانی تحت اینترنت و وب سرویس های مکانی
۱۷	هوش محاسباتی در GIS
۲۰	تصمیم گیری چندمعیاره مکانی
۲۲	هستی شناسی مکانی و وب معنایی
۲۴	سیستم های اطلاعات مکانی توزیع یافته
۲۶	سامانه های اطلاعات مکانی فراگستر
۲۸	رایانش مکانی غیر متمرکز



۳۰	سیستم‌های اطلاعات مکانی فراگیر و خدمات مکان مینا
۳۳	اطلاعات مکانی مردم گستر و شبکه‌های اجتماعی مکان مینا
۳۶	بهینه سازی مکانی با روش‌های فرا ابتکاری
۳۸	سامانه‌های تصمیم‌یار مکانی
۴۰	دیدار سازی مکانی سه بعدی و واقعیت افزوده
۴۲	سیستم‌های اطلاعات مکانی و مدل سازی محیطی
۴۴	برنامه ریزی فضایی و آمایش سرزمین
۴۶	داده کاوی مکانی
۴۸	فیزیک سنجش از دور
۴۹	فتوگرامتری فضایی
۵۲	سنجش از دور مایکروویو
۵۴	تشخیص الگو از تصاویر سنجش از دور
۵۶	طیف سنجی و پردازش داده‌های ابرطیفی
۵۹	سنجش از دور حرارتی
۶۱	کاربردهای سنجش از دور در مطالعات شهری
۶۲	کاربردهای سنجش از دور در مدیریت بلایای طبیعی
۶۴	کاربردهای سنجش از دور در زمین شناسی و پوشش گیاهی
۶۷	سنجش از دور پارامترهای جوی
۶۹	پوشگرهای لیزری پیشرفته: پردازش و کاربردها
۷۱	پردازش و مدل سازی ابر نقاط سه بعدی
۷۳	منطق فازی و شبکه‌های عصبی در فتوگرامتری و سنجش از دور
۷۵	اصول کالیبراسیون دوربین‌های هوایی و فضایی از دیدگاه مهندسی فتوگرامتری و سنجش از دور
۷۷	الگوریتم‌های بهینه سازی و کاربردهای آن در فتوگرامتری و سنجش از دور
۷۹	تشخیص تغییرات و بروزرسانی نقشه در فتوگرامتری و سنجش از دور
۸۱	فتوگرامتری برد کوتاه پیشرفته
۸۴	فتوگرامتری رقومی
۸۷	رادار گرامتری
۸۹	ماشین بینایی
۹۱	سنسورهای فعال برد کوتاه: تئوری و کاربردها
۹۳	کاربرد رباتیک در مهندسی ژئوماتیک
۹۵	ویدئو گرامتری



۹۸	فتوگرامتری پهپاد مبنا
۱۰۰	تلفیق سیستم‌های فتوگرامتری با سیستم‌های اطلاعات مکانی
۱۰۲	مدل‌سازی رقومی زمین
۱۰۴	سیستم تعیین موقعیت جهانی و کاربردهای آن در مهندسی ژئوماتیک
۱۰۶	تئوری تقریب
۱۰۹	آنالیز تنوری تغییر شکل
۱۱۱	ژئودزی فیزیکی پیشرفته
۱۱۵	ژئودزی هندسی ماهواره‌ای
۱۱۸	ژئودینامیک
۱۲۱	ژئودزی دینامیکی ماهواره‌ای
۱۲۳	ارتفاع‌سنجی ماهواره‌ای
۱۲۵	تلفیق سیستم‌های ناوبری ماهواره‌ای و اینرسی
۱۲۷	هیدروگرافی پیشرفته
۱۲۹	روش‌های عددی در ژئودینامیک
۱۳۱	مکانیک تحلیلی
۱۳۳	آنالیز ذاتی تغییر شکل
۱۳۵	پایدارسازی
۱۳۷	مدل‌سازی ژئودینامیکی
۱۳۹	گرانی‌سنجی ماهواره‌ای
۱۴۱	سنجش از دور با استفاده از سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی
۱۴۴	سیستم‌های مبنا در ژئودزی
۱۴۶	مکانیک محیط‌های پیوسته
۱۴۸	پیش‌بینی عددی وضع هوا



مقدمه

مهندسی نقشه‌برداری (Geomatics Engineering) شاخه‌ای از علوم مهندسی است که به تولید، جمع‌آوری، آماده‌سازی، ذخیره‌سازی، پردازش، مدیریت، تحلیل، تلفیق، بازیابی و به اشتراک‌گذاری داده‌های مکان مرجع می‌پردازد. این شاخه مهندسی مشتمل بر اصول تئوری و علمی، ابزارها و تکنیک‌های مورد استفاده در نقشه‌برداری زمینی، ژئودزی، فتوگرامتری، سنجش از دور، سیستم‌های اطلاعات مکانی و هیدروگرافیک می‌باشد.

پیشرفت شگرف فناوری در دهه اخیر، افق جدید و گسترده‌ای را در رشته مهندسی نقشه‌برداری گشوده است. از آن جمله می‌توان به پیشرفت‌های قابل توجه در زمینه فناوری اطلاعات و ارتباطات، سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی، ماهواره‌های سنجش از دور، پوششگرهای لیزری زمینی و هوایی، سنجنده‌های قابل نصب روی هواپیماهای بدون سرنشین و ... اشاره نمود. در کنار پیشرفت فناوری، توسعه علوم نظری و ابداع روش‌های محاسباتی و پردازشی نوین منجر به پیشرفت عمده مهندسی نقشه‌برداری شده است.

متناسب با این تحولات و با در نظر گرفتن نیازمندی‌های کشور، لازم است آموزش و پژوهش دانشگاهی مهندسی نقشه‌برداری نیز مورد بازنگری قرار بگیرد. به این منظور پس از به‌هنگام‌رسانی سرفصل‌های دوره کارشناسی پیوسته، و دوره کارشناسی ارشد مهندسی نقشه‌برداری، تدوین سرفصل‌های دوره دکتری از طرف وزارت علوم، تحقیقات و فناوری به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی محول گردید. در این راستا، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی در یک فعالیت مشارکتی با حضور اساتید و متخصصین برجسته کشور در دانشگاه‌های مختلف، اقدام به تدوین سرفصل‌های دوره دکتری مهندسی نقشه‌برداری نمود.

نظر بر اینکه برنامه درسی دوره دکتری رشته مهندسی نقشه‌برداری با در نظر گرفتن آئین‌نامه‌های مصوب شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی تدوین و بازنگری شده است، از ذکر مواد و تبصره‌های مندرج در آن آئین نامه خودداری شده است.



مشخصات کلی دوره دکتری



دوره دکتری

۱- تعریف و هدف

دوره دکتری مهندسی نقشه‌برداری بالاترین مقطع تحصیلی دانشگاهی است که به اعطای مدرک در این زمینه می‌انجامد و رسالت آن تربیت افرادی است که با نوآوری در زمینه‌های خاص در گسترش مرزهای دانش و تحلیل جامع و رفع نیازهای کشور موثر باشند. این دوره مجموعه‌ای هماهنگ از فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی با گرایش‌های زیر می‌باشد.

- سیستم اطلاعات مکانی
- سنجش از دور
- فتوگرامتری
- ژئودزی

محور اصلی فعالیت‌های علمی دوره دکتری به تناسب موضوع تحقیق نظری، تحقیق تجربی و به تلفیقی از این دو است و آموزش وسیله تکمیل دانسته‌های داوطلب و هموار ساختن راه حصول به اهداف تحقیق می‌باشد.

هدف از دوره دکتری مهندسی نقشه‌برداری، ضمن احاطه یافتن بر آثار علمی مهم در یک زمینه خاص از این رشته، رسیدن به یک یا چند مورد از موارد زیر است:

- نوآوری در زمینه‌های علمی، تحقیقات و کمک به پیشرفت و گسترش مرزهای دانش
- آشنا شدن با روش‌های پیشرفته تحقیق و کوشش برای نوآوری در این زمینه
- دستیابی به جدیدترین مبانی علمی، تحقیقاتی و فناوری

۲- نقش و توانایی

از فارغ التحصیلان دوره دکتری انتظار می‌رود، ضمن اشراف به آخرین یافته‌های نظری و کاربردی تخصص مربوط به خود، در مواردی که در حین طرح و اجرای یک پروژه، راه حل مشخص و مدونی وجود ندارد قادر باشند با استفاده از آموزه‌های دوران تحصیل خود (بخش آموزشی و پژوهشی)، راه حل مناسب، بهینه و قابل قبول در سطح جامعه حرفه‌ای ارائه نمایند. بخش دیگری از فعالیت فارغ التحصیلان این دوره تدریس در دانشگاه‌ها و تربیت مهندسين توانمند در دوره‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی و انجام تحقیقات در مراکز پژوهشی مرتبط می‌باشد که بالطبع انتظار می‌رود در تولید علم و تبدیل علم به ایده و ثروت نقش موثری داشته باشند.

۳- طول دوره

طول مدت تحصیل دانشجویان دکتری آموزشی-پژوهشی و پژوهش محور حداقل شش نیم‌سال و حداکثر هشت نیم‌سال تحصیلی است.

۴- تعداد واحدهای درسی و پژوهشی

دوره دکتری مهندسی نقشه‌برداری (آموزشی-پژوهشی و پژوهش محور) شامل ۳۶ واحد به شرح زیر می‌باشد:

- دوره دکتری آموزشی-پژوهشی: ۱۲ واحد آموزشی و ۲۴ واحد پژوهشی (مربوط به تنظیم رساله)
- دوره دکتری پژوهش محور: ۶ واحد آموزشی و ۳۰ واحد پژوهشی (مربوط به تنظیم رساله)

واحدهای آموزشی دوره دکتری از میان دروس تخصصی که به تفکیک گرایش در جداول دروس آمده است اخذ می‌شوند. اخذ مجدد دروسی که دانشجو در یکی از مقاطع تحصیلی قبلی گذرانده است مجاز نیست و جزء واحدهای دوره محسوب نمی‌شود.



برنامه درسی دوره آموزشی دکتری



۱- گرایش سیستم اطلاعات مکانی (GIS)

۱-۱- معرفی گرایش

علوم و سیستم‌های اطلاعات مکانی به بخشی از دنیای علم و فناوری گفته می‌شود که از سویی به مسائل مربوط به جمع‌آوری، مدیریت، نمایش و تحلیل اطلاعات مکانی می‌پردازد و از سوی دیگر در جهت حل مشکلات مختلف در مدیریت شهری و منطقه‌ای، محیط زیست، آمایش سرزمین، بهداشت، صنایع و غیره استفاده می‌شود.

بسیاری از سازمان‌های دولتی به نحوی تولید کننده انواعی از اطلاعات مکانی هستند. اغلب سازمان‌ها و وزارتخانه‌ها نظیر نیرو، راه و شهرسازی، جهاد کشاورزی، شهرداری و غیره از این اطلاعات مکانی در جهت حل مسائل خود، تصمیم‌گیری‌های مختلف و انجام امور روزمره استفاده می‌کنند. فارغ التحصیلان رشته GIS می‌توانند در سازمان‌های تولید کننده اطلاعات جهت ارتقای کیفی اطلاعات تولیدی و بهبود روند تولید اطلاعات، و در سایر سازمان‌ها در رابطه با اخذ، به روز رسانی، مدیریت و استفاده از اطلاعات مکانی فعالیت نموده و موجب بکارگیری بهتر اطلاعات مکانی و علم و فن GIS در جهت حل مشکلات و ارتقای خدمات‌رسانی آن سازمان‌ها شوند. بخش خصوصی نیز، به عنوان مجری بسیاری از پروژه‌های عمرانی و توسعه‌ای کشور، که مرتبط با GIS و اطلاعات مکانی هستند، محل استخدام مناسبی برای فارغ التحصیلان این رشته می‌باشد. همچنین فارغ التحصیلان مقطع دکتری در رشته GIS می‌توانند به امر تدریس در دانشگاه‌ها و تربیت مهندسين توانمند در دوره‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی، و انجام فعالیت‌های پژوهشی مرتبط بپردازند.

۱-۲- دروس گرایش

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	سامانه اطلاعات مکانی پیشرفته	۳
۲	تحلیل مکانی پیشرفته در GIS	۳
۳	سامانه اطلاعات مکانی تحت اینترنت و وب سرویس‌های مکانی	۳
۴	هوش محاسباتی در GIS	۳
۵	تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی	۳
۶	هستی‌شناسی مکانی و وب معنایی	۳
۷	سیستم‌های اطلاعات مکانی توزیع یافته	۳
۸	سامانه‌های اطلاعات مکانی فراگستر	۳
۹	رایانش مکانی غیرمتمرکز	۳
۱۰	سیستم‌های اطلاعات مکانی فراگیر و خدمات مکان مینا	۳
۱۱	اطلاعات مکانی مردم گستر و شبکه‌های اجتماعی مکان مینا	۳
۱۲	بهینه سازی مکانی با روش‌های فرا ابتکاری	۳
۱۳	سامانه‌های تصمیم‌یار مکانی	۳
۱۴	دیدار سازی مکانی سه بعدی و واقعیت افزوده	۳
۱۵	سیستم‌های اطلاعات مکانی و مدلسازی محیطی	۳
۱۶	برنامه‌ریزی فضایی و آمایش سرزمین	۳
۱۷	داده‌کاوی مکانی	۳



۲- گرایش سنجش از دور

۱-۲- معرفی گرایش

سنجش از دور به بخشی از دنیای علم و فناوری گفته می‌شود که از سویی به مسائل مربوط به اخذ، استخراج و آنالیز اطلاعات کمی و کیفی اشیاء از سطح زمین با استفاده از تصاویر عمدتاً ماهواره‌ای می‌پردازد و از سوی دیگر از این علم و فناوری در جهت حل مشکلات مختلف در کاربردهای متنوعی مانند زمین شناسی، جغرافیا، محیط زیست، مدیریت بحران، هواشناسی، مطالعات شهری، صنایع و غیره استفاده می‌کند. بسیاری از سازمان‌های دولتی و وزارتخانه‌ها جزو کاربران و استفاده‌کنندگان فناوری سنجش از دور در کاربردهای متنوع هستند. فارغ التحصیلان رشته سنجش از دور می‌توانند در سازمان‌های مرتبط مانند سازمان فضایی کشور، سازمان نقشه برداری، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، پژوهشکده‌های مرتبط با پردازش داده‌های ماهواره‌ای و ... فعالیت نمایند و موجب بکارگیری بهتر علم و فن سنجش از دور در جهت حل مشکلات و ارتقای خدمات‌رسانی آن سازمان‌ها شوند. بخش خصوصی نیز، به عنوان مجری بسیاری از پروژه‌های عمرانی و توسعه‌ای کشور که مرتبط با سنجش از دور هستند، محل استخدام مناسبی برای فارغ التحصیلان این رشته می‌باشد. همچنین فارغ التحصیلان مقطع دکتری در رشته سنجش از دور می‌توانند به امر تدریس در دانشگاه‌ها و تربیت مهندسين توانمند در دوره‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی، و انجام فعالیت‌های پژوهشی مرتبط بپردازند.

۲-۲- دروس گرایش

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	فیزیک سنجش از دور	۳
۲	فتوگرامتری فضایی	۳
۳	سنجش از دور مایکروویو	۳
۴	تشخیص الگو از تصاویر سنجش از دور	۳
۵	طیف سنجی و پردازش داده‌های ابرطیفی	۳
۶	سنجش از دور حرارتی	۳
۷	کاربردهای سنجش از دور در مطالعات شهری	۳
۸	کاربردهای سنجش از دور در مدیریت پلایای طبیعی	۳
۹	کاربردهای سنجش از دور در زمین شناسی و پوشش گیاهی	۳
۱۰	سنجش از دور پارامترهای جوی	۳
۱۱	پوشش‌های لیزری پیشرفته: پردازش و کاربردها	۳
۱۲	پردازش و مدل‌سازی ابر نقاط سه بعدی	۳
۱۳	منطق فازی و شبکه‌های عصبی در فتوگرامتری و سنجش از دور	۳
۱۴	اصول کالیبراسیون دوربین‌های هوایی و فضایی از دیدگاه مهندسی فتوگرامتری و سنجش از دور	۳
۱۵	الگوریتم‌های بهینه‌سازی و کاربردهای آن در فتوگرامتری و سنجش از دور	۳
۱۶	تشخیص تغییرات و بروزرسانی نقشه در فتوگرامتری و سنجش از دور	۳

۳- گرایش فتوگرامتری

۱-۳- معرفی گرایش

فتوگرامتری علم و فناوری استخراج اطلاعات سه بعدی دقیق و قابل اطمینان از تصاویر رقومی می‌باشد. تصاویر رقومی شامل تصاویر اخذ شده از سکوی ماهواره، هواپیما، پهباد و یا برد کوتاه می‌باشند. این علم و فناوری در جهت حل مشکلات مختلف در کاربردهای متنوعی



مانند تولید نقشه‌های توپوگرافی و موضوعی در مقیاس‌های مختلف، طرح‌های عمرانی، واقعیت مجازی و بازسازی سه بعدی عوارض، مستند نگاری آثار باستانی، مهندسی پزشکی، صنعتی و غیره استفاده می‌شود.

بسیاری از سازمان‌های دولتی و وزارتخانه‌ها می‌توانند جزو کاربران و استفاده‌کنندگان فناوری فتوگرامتری در کاربردهای متنوع باشند. فارغ التحصیلان رشته فتوگرامتری می‌توانند در سازمان‌های مرتبط مانند سازمان نقشه برداری، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، سازمان ثبت اسناد (کاداستر) و غیره فعالیت نمایند. بخش خصوصی نیز، به عنوان مجری بسیاری از پروژه‌های عمرانی و توسعه‌ای کشور که مرتبط با فتوگرامتری هستند، محل استخدام مناسبی برای فارغ التحصیلان این رشته می‌باشد. همچنین فارغ التحصیلان مقطع دکتری در رشته فتوگرامتری می‌توانند به امر تدریس در دانشگاه‌ها و تربیت مهندسين توانمند در دوره‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی، و انجام فعالیت‌های پژوهشی مرتبط بپردازند.

۳-۲- درس گرایش

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	فتوگرامتری برد کوتاه پیشرفته	۳
۲	فتوگرامتری رقومی	۳
۳	فتوگرامتری فضایی	۳
۴	رادارگرامتری	۳
۵	ماشین بینایی	۳
۶	سنسورهای فعال برد کوتاه: تئوری و کاربردها	۳
۷	کاربرد ریاتیک در مهندسی ژئوماتیک	۳
۸	ویدئوگرامتری	۳
۹	فتوگرامتری پهپاد مینا	۳
۱۰	تلفیق سیستم‌های فتوگرامتری با سیستم‌های اطلاعات مکانی	۳
۱۱	مدل‌سازی رقومی زمین	۳
۱۲	سیستم تعیین موقعیت جهانی و کاربردهای آن در مهندسی ژئوماتیک	۳
۱۳	پردازش و مدل‌سازی ابر نقاط سه بعدی	۳
۱۴	منطق فازی و شبکه‌های عصبی در فتوگرامتری و سنجش از دور	۳
۱۵	اصول کالیبراسیون دوربین‌های هوایی و فضایی از دیدگاه مهندسی فتوگرامتری و سنجش از دور	۳
۱۶	الگوریتم‌های بهینه‌سازی و کاربردهای آن در فتوگرامتری و سنجش از دور	۳
۱۷	تشخیص تغییرات و بروزرسانی نقشه در فتوگرامتری و سنجش از دور	۳

۴- گرایش ژئودزی

۴-۱- معرفی گرایش

ژئودزی علم و فناوری تعیین شکل زمین (دریا، خشکی و اتمسفر) در مقیاس‌های جهانی، محلی و منطقه‌ای، تعیین میدان ثقل زمین و تعیین دوران زمین می‌باشد. از جمله فعالیت‌های اصلی این رشته عبارتند از تعیین شکل و ابعاد زمین، تعیین موقعیت سه بعدی دقیق و ناوبری بر روی زمین و خارج آن، تعیین میدان ثقل زمین، هیدروگرافی، مدل‌سازی و پایش دقیق تغییر شکل سازه‌ها، مدل‌سازی و پایش اتمسفر با استفاده از فناوری ژئودزی فضایی، استفاده از سیستم‌های ناوبری ماهواره‌ای جهانی جهت تعیین سطح زمین و دریاها و تغییرات آن، مطالعه و مدل کردن پدیده‌های ژئودینامیکی نظیر حرکات قطبی، دوران زمین و تغییر شکل پوسته زمین.

در برنامه‌ریزی این دوره، تربیت نیروهای انسانی با هدف‌های زیر مورد توجه قرار دارد:



- توانایی تجزیه و تحلیل سیستم‌های مرتبط با علوم ژئودزی و ژئوماتیک و ارائه پیشنهاد و راهکار جهت ارتقاء و بهینه سازی آن‌ها
- تربیت افراد متخصص جهت انجام فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی در مراکز آموزشی و تحقیقاتی مرتبط با علوم ژئودزی و ژئوماتیک
- تلاش در جهت تولید علم و برقراری ارتباط با مجامع معتبر بین‌المللی مرتبط با علوم ژئودزی و ژئوماتیک به منظور بالا بردن سطح علمی کشور

فارغ التحصیلان گرایش ژئودزی قابلیت فعالیت و اشتغال در سازمان نقشه برداری کشور، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، سازمان ثبت اسناد و املاک کشور، وزارت نفت، وزارت راه و شهرسازی، شرکت‌های مهندسی مشاور و پیمانکار، دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی و پژوهشی را دارا می‌باشند. همچنین فارغ التحصیلان مقطع دکتری در رشته ژئودزی می‌توانند به امر تدریس در دانشگاه‌ها و تربیت مهندسیین توانمند در دوره‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی، و انجام فعالیت‌های پژوهشی مرتبط بپردازند.

۴-۲- دروس گرایش

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	تئوری تقریب	۳
۲	آنالیز تنسوری تغییر شکل	۳
۳	ژئودزی فیزیکی پیشرفته	۳
۴	ژئودزی هندسی ماهواره‌ای	۳
۵	ژئودینامیک	۳
۶	ژئودزی دینامیکی ماهواره‌ای	۳
۷	ارتفاع‌سنجی ماهواره‌ای	۳
۸	تلفیق سیستم‌های ناوبری ماهواره‌ای و اینرسی	۳
۹	هیدروگرافی پیشرفته	۳
۱۰	روش‌های عددی در ژئودینامیک	۳
۱۱	مکانیک تحلیلی	۳
۱۲	آنالیز ذاتی تغییر شکل	۳
۱۳	پایدارسازی	۳
۱۴	مدل‌سازی ژئودینامیکی	۳
۱۵	گرانی‌سنجی ماهواره‌ای	۳
۱۶	سنجش از دور با استفاده از سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی	۳
۱۷	سیستم‌های مبنا در ژئودزی	۳
۱۸	مکانیک محیط‌های پیوسته	۳
۱۹	پیش‌بینی عددی وضع هوا	۳



سرفصل دروس



سامانه اطلاعات مکانی پیشرفته

Advanced GIS

گرایش: سیستم اطلاعات مکانی

جمع ساعات تدریس: ۴۸

همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)

نوع درس: تخصصی- الزامی

پیشنیاز: دروس مبانی سیستم اطلاعات مکانی و تحلیل‌های مکانی از دوره

کارشناسی نقشه برداری

هدف: آشنایی دانشجویان دوره دکتری با مبانی نظری سیستم اطلاعات مکانی، زیرساخت داده مکانی، و مراحل طراحی و ایجاد یک سیستم اطلاعات مکانی و پایگاه اطلاعات مکانی می‌باشد.

شرح درس:

عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
طراحی و ایجاد GIS - مروری بر مدیریت و ارکان پروژه - طرح راهبردی سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS Strategic Plan) - مدل‌های طراحی و ایجاد (اشاری، حلزونی، UML و RUP) - نیاز سنجی در پروژه‌های سیستم‌های اطلاعات مکانی - تدوین استاندارد و دستورالعمل‌های اجرایی - طراحی و پیاده‌سازی پایگاه داده‌های مکانی - جمع‌آوری، ویرایش و ورود داده‌های مکانی و توصیفی - توسعه نرم افزار (انتخاب محیط، طراحی معماری نرم افزار، ویژه سازی و تست) - اطلاع‌رسانی، آموزش و فرهنگ‌سازی - پشتیبانی و توسعه سیستم	۱۰
زیرساخت داده مکانی (SDI) - اصول، مفاهیم، اجزا و ارکان SDI - سلسله‌مراتب SDI - نسل‌های SDI - تجربیات SDI و ارزیابی SDI - مدل‌ها و تئوری‌های همکاری برای جلب مشارکت در SDI - مروری بر استانداردهای SDI - کاتالوگ سرور و ژئوپورتال - چالش‌های اصلی در توسعه SDI	۱۰
پایگاه اطلاعات مکانی - طراحی پایگاه داده (مدل مفهومی، مدل منطقی و مدل فیزیکی) - نرمالسازی پایگاه داده - زبان‌های پرسش (Query Languages) - فهرست‌گذاری و ذخیره سازی	۱۸



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
• نوع داده مکانی • فهرست گذاری مکانی • پرسش‌های مکانی • مطالعه نمونه‌هایی از سیستم‌های مدیریت پایگاه داده مکانی	
GIS چندبعدی (سه بعدی و زمانمند) • مروری بر مفاهیم GIS سه بعدی • مدل‌های داده سه بعدی و کاربردهای آن‌ها • مروری بر مفاهیم GIS زمانمند • مدل‌های داده زمانمند و کاربردهای آن‌ها	۶
دیداری سازی • مروری بر مفاهیم اولیه دیداری سازی شامل نقشه، عکس- نقشه، نمایش سه بعدی، جنبه‌های جدید دیداری سازی (واقعیت مجازی، واقعیت افزوده و غیره) • ابزارها و المان‌های کارتوگرافیکی (رنگ، تیرگی، بافت، اندازه، شکل، و جهت) • نحوه نمایش انواع داده (کیفی، کمی، زمانی، و غیره) با ابزارهای کارتوگرافیکی • دیداری سازی به عنوان بخشی از تحلیل‌های مکانی	۴

مراجع:

- 1- Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J. and D.W. Rhind. (2005). Geographic Information Systems and Science. John Wiley (Second Edition).
- 2- Harmon, J.E., and S.J. Anderson (2003). The Design and Implementation of Geographic Information System. John Wiley.
- 3- Onsrud, H. (2007), Research and Theory in Advancing Spatial Data Infrastructure Concepts, ESRI Press, Redlands, California, 293 pages.
- 4- Rigaux, P., Scholl, M.O., and A. Voisard (2002). Spatial databases with applications to GIS. Morgan Kaufmann.
- 5- Abdol- Rahman A., Pilouk M., 2008, Spatial data modeling for 3D GIS, Springer.

۶- مفاهیم بنیادی پایگاه داده، دکتر محمد تقی روحانی رانکوهی، انتشارات جلوه، ۱۳۸۱



تحلیل مکانی پیشرفته در GIS

Advanced Spatial Analysis in GIS

تعداد واحد: ۳ (نظری)
 نوع درس: تخصصی - الزامی
 گرایش: سیستم اطلاعات مکانی
 جمع ساعات تدریس: ۴۸
 پیشنیاز: دروس آمار و احتمالات، تئوری خطاها، اجزمنت و تست، مبنای سیستم اطلاعات مکانی و تحلیل های مکانی از دوره کارشناسی نقشه برداری
 همنیاز: سامانه اطلاعات مکانی پیشرفته

هدف: آشنایی با انواع مسائل و مدل سازی مکانی، تجزیه و تحلیل انواع داده های مکانی، و طراحی و اجرای روش های تحلیل مکانی و مکانی - زمانی.

شرح درس:

عنوان سرفصل ها	ساعات ارائه
تحلیل مکانی و زمین آمار - مروری بر توابع و عملگرهای تحلیل مکانی (توابع حریم، پنجره ای، همسایگی و فاصله، همپوشی و جبر نقشه ای، عملگرهای برداری و رستری و انواع تبدیل داده) - مفاهیم آماری و زمین آمار - ویژگی داده های مکانی - خود همبستگی فضایی - وابستگی و همبستگی مکانی - تداخل مکانی - فرایندها و الگوها در تحلیل مکانی - فرایندها و الگوها در تحلیل مکانی	۱۲
تحلیل اکتشافی و مدلسازی مکانی - روش های تحلیل اکتشافی در داده های مکانی - تست فرضیه و نتیجه گیری آماری در تحلیل داده های مکانی - تست فرضیه و نتیجه گیری آماری در تحلیل داده های مکانی - مدل های همبستگی مکانی و روش های آماری و زمین آماری در مدلسازی مکانی - تشخیص انومالی و نقاط بحرانی (Hot Spots) در داده های مکانی - روش های دانش پایه و داده مینا در مدلسازی مکانی - کاربرد منطق فازی و شبکه های عصبی در مدلسازی مکانی - طراحی و اجرای پروژه های تحلیل و مدلسازی مکانی	۲۰
تحلیل مکانی و مکانی - زمانی - تجزیه و تحلیل و مدلسازی روندها - روش های تحلیل در داده های گسسته (نقطه ای، خطی و ناحیه ای) و پیوسته - تحلیل و کشف الگوهای مکانی - زمانی	۸
بهینه سازی مکانی انواع مسائل مکانی در بهینه سازی	۴



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
• مروری بر روش‌ها و الگوریتم‌های بهینه سازی • ابزارها و نرم افزارهای موجود • مثالی از کاربردهای بهینه سازی در مسائل مکانی	
داده‌کاوی مکانی • پیش پردازش، پالایش و کاهش ابعاد داده‌ها • فرایندها و مراحل استخراج دانش و قوانین وابستگی‌ها و همبستگی‌ها • طبقه بندی، خوشه بندی و پیش بینی • ابزارها و کاربردهای داده کاوی در مسائل مکانی	۴

مراجع:

- 1- Oyana, Tony J. and Margai, Florence M. 2016. Spatial Analysis: Statistics, Visualization and Computational Methods, CRC Press, Taylor & Francis Group.
- 2- O'Sullivan, D. and Unwin, D. 2010. Geographic Information Analysis, J Wiley, New Jersey.
- 3- Smith, M J de, Goodchild, M.F. and Longley, P. A. 2007. Geospatial Analysis, A comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools, Matador, Leicester, UK.
- 4- Burrough, P A, & McDonnel, R A 1998. Principles of Geographical Information Systems, Oxford University Press, Oxford.
- 5- Haining, R. 2003. Spatial data analysis, theory and practice. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- 6- Longley, P. A, and Batty, M. 2003. Advanced spatial analysis- the CASA book of GIS. ESRI Press, Redlands, CA, USA.
- 7- Miller, H. and Han, J. (eds.), 2005. Geographic Data Mining and Knowledge Discovery. CRC Press.
- 8- Fotheringham, A.S., Brundson, C., and M. Charlton (2003). Geographically Weighted Regression, John Wiley & Sons.



سامانه اطلاعات مکانی تحت اینترنت و وب سرویس های مکانی

Geospatial Web Services and Internet Geographic Information Systems

گرایش: سیستم اطلاعات مکانی

جمع ساعات تدریس: ۴۸

همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)

نوع درس: تخصصی - الزامی

پیشنیاز:

هدف: این درس مبانی سیستم های اطلاعات مکانی تحت اینترنت و وب سرویس های مکانی را ارائه می کند. تکنولوژی های وابسته و پیشرفت های اخیر آن از دیگر موارد مطرح در این درس می باشد. ساختار و معماری های مطرح در این حوزه، مشکلات ناهمگونی و استانداردها و راهکارهای فنی برای دستیابی به تعامل پذیری (با تاکید بر تعامل پذیری نحوی)، فناوری ها و ابزارهای توسعه و ایجاد سیستم های مکانی تحت اینترنت از اهداف دیگر این درس می باشد. در این درس مبانی مورد نیاز درس های اختیاری دیگری همچون سیستم اطلاعات مکانی مشارکتی، سیستم اطلاعات مکانی معنایی و پردازش ابری ارائه می گردد.

شرح درس:

عنوان سرفصل ها	ساعات ارائه
مقدمه • تعاریف و تاریخچه • مزایا، معایب و روند گسترش (از دید اقتصادی، فناوری) • اجزای اصلی (Geospatial Web Services, Distributed GIS, Internet GIS) • اصول وب (HTTP, URL, HTML) • کاربردهای Web GIS و وب سرویس های مکانی	۴
مبانی شبکه و معماری • مدل های ارتباطات (TCP/IP Reference Model OSI) • انواع شبکه ها • معماری شبکه ها (دو لایه، سه لایه و چند لایه) • معماری و محاسبات خادم - مخدم • توزیع پردازش ها در خادم و مخدم (مخدم سبک، سنگین و ...) • معماری سیستم های توزیع یافته DCOM و CORBA (Common Object Request Brakes), GRID, P2P • Cluster و معماری های Web GIS	۱۰
استانداردها • Open GIS • ISO 19101 و ISO/TC 211 • مقایسه استانداردها • استانداردهای تعامل پذیری	۹



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
وب سرویس‌های مکانی • مروری بر فعالیت‌های OGC برای دستیابی به تعامل پذیری مکانی • GML • کاتالوگ سرویس تحت وب (CSW) • سرویس ارائه نقشه (WMS) • سرویس ارائه عارضه (WFS) • سرویس ارائه داده‌های پوششی (WCS) • سرویس‌های پردازشی (WPS) • CityGML • سرویس سه بعدی (W3DS) • سرویس‌های سنجنده‌ها (SOS, SPS, ...) • مبنای زنجیره‌سازی وب سرویس‌های مکانی • کیفیت سرویس‌های مکانی و چالش‌های امنیتی آن‌ها • ساختار تعامل میان سرویس‌ها (REST, SOAP)	۹
نقشه سازی تحت وب (Web Mapping) • انتشار نقشه‌های ایستا • انتشار نقشه‌های پویا • مشخصات رابط کاربر	۴
معرفی فناوری‌ها و زبان‌های برنامه نویسی • معرفی فناوری‌های برنامه نویسی سمت مخدوم (JavaScript, AJAX, Adobe Flex, Microsoft Silverlight) • ساختارهای تبادل داده (XML, JSON, AFM) • فناوری‌های سرور کاربردی (IIS, Apache) • معرفی فناوری‌های سرور GIS (ArcGIS Server, Geoserver, Map Server) و زبان‌های تحت خادم (NET, Java, Python)	۶
مقدمه‌ای بر رایانش مکانی • محاسبات ابری • سیستم اطلاعات مکانی همراه • سیستم اطلاعات مکانی فراگستر • خدمات مکان مینا	۶

مراجع:

- 1- Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the internet and wireless networks, by Ming- hsiang Tsou, Zhong- Ren Peng, John Wiley & sons, 2003
- 2- Online GIS and spatial Metadata, by David Green, Terry Richard, John Bossomaier, CRC Press 2002.
- 3- Telegeoinformatics, Location- Based Computing and Services, by H.A.Karimi and Hammad (Eds.):", CRC Press, 2004.
- 4- Dynamic and Mobile GIS by J.Drummond, R.Billen, E.Joae, D. Forrest (Eds.): "CSC Press, 2007.
- 5- Geospatial Web Services: Advances in Information Interoperability. By Peisheng Zhao and Liping Di, Information Science Reference, 2011.
- 6- Web Mapping and Geospatial Web Services: An Introduction, by Emmanuel Stefanakis, CreateSpace Publishing Platform, 2015



7- Web GIS, Principles and Applications, by Pinde Fu and Jiulin Sun, ESRI Press, 2011



هوش محاسباتی در GIS Computational Intelligence in GIS

گرایش: سیستم اطلاعات مکانی

جمع ساعات تدریس: ۴۸

همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)

نوع درس: تخصصی- الزامی

پیشنیاز: دروس مبانی سیستم اطلاعات مکانی و تحلیل‌های مکانی از دوره

کارشناسی نقشه برداری

هدف: هدف این درس آشنایی دانشجویان با مفاهیم ریاضی و پایه هوش محاسباتی همچون توپولوژی، گراف و منطق، و نیز مهم‌ترین بخش‌های هوش محاسباتی شامل خودکاره سلولی، عامل و شبکه عصبی می‌باشد. همچنین تشریح کاربردهای این مباحث در علوم اطلاعات مکانی (GIS) بخشی از این درس می‌باشد.

شرح درس:

ساعات ارائه	عنوان سرفصل‌ها
۶	توپولوژی - روابط مکانی و انواع آن - روابط توپولوژی - تعریف توپولوژی، پیوستگی، همومورفیسم، ناوردای توپولوژیکی و روابط توپولوژی - مناطق توپولوژی و استخراج روابط توپولوژی - توپولوژی زمانی - مثال‌هایی از کاربرد توپولوژی در اطلاعات مکانی
۸	گراف - تعریف گراف، انواع گراف، انواع دور، گذر، گشت و مسیر - محاسبه ژئودزی در فضای گراف - الگوریتم‌های تعیین بهترین مسیر - مثال‌هایی از کاربرد گراف در اطلاعات مکانی
۱۰	نظریه مجموعه و منطق فازی - مقدمه‌ای بر نظریه مجموعه‌ها و منطق کلاسیک - مجموعه فازی، توابع عضویت و عملگرهای مجموعه‌های فازی - اصل گسترش و روابط فازی - موتور استنتاج فازی و سیستم‌های خبره فازی - ثبوتی فازی شهودی - مثال‌هایی از کاربرد مجموعه و منطق فازی در اطلاعات مکانی
۳	اتوماتای سلولی - تعاریف، مبانی و اجزای اصلی مدل‌های اتوماتای سلولی (شامل سلول، حالات، انواع همسایگی‌ها، و قواعد انتقال) - اتوماتای برداری، اتوماتای سلولی فازی - کاربردهای اتوماتای سلولی در مدل سازی پدیده‌های مکانی زمانی
۱۱	مدل‌های عامل مبنا و سیستم‌های اطلاعات مکانی



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
- تعاریف و مبانی و مثال‌هایی از پدیده‌های مکانی پویا - اهداف، مزایا و محدودیت‌های سیستم‌های عامل مبنا در مدل سازی پدیده های مکانی پویا - طراحی مدل عامل مبنا (تعریف عامل‌ها و ویژگی‌ها، رفتارها، استراتژی‌ها و تعاملات آن‌ها) - اجراء، کالیبراسیون و اعتبارسنجی مدل‌های عامل مبنا - کاربرد مدل عامل مبنا در تصمیم گیری‌های مکانی - مدل‌های عامل مبنا ی یادگیرنده - زبان‌های برنامه نویسی عامل مبنا و محیط‌های توسعه عامل مبنا	
شبکه‌های عصبی - تعاریف و مبانی و اهداف به کارگیری - مفهوم یادگیری (آموزش) و انواع آن - انواع شبکه‌های عصبی و مزایا و محدودیت‌های آن‌ها در رابطه با مسائل مکانی - کاربردهای شبکه‌های عصبی و GIS در حل مسائل مکانی	۱۰

مراجع:

- 1- Lin Padgham & Michael Winikoff, (2004), Developing Intelligent Agent Systems, A practical guide, John Wiley & Sons.
- 2- Engelbrecht A. P., (2007). Computational Intelligence, an Introduction, Second Edition, John Wiley & Sons Ltd, England.
- 3- Munakata T., (2008), Fundamentals of the New Artificial Intelligence: Neural, Evolutionary, Fuzzy and More, Second Edition, Springer- Verlag London.
- 4- Petry F. E., V. B. Robinson, M. A. Cobb, (2005), Fuzzy Modeling with Spatial Information for Geographic Problems, Springer- Verlag Berlin Heidelberg.
- 5- Lodwick W., (2008). Fuzzy Surfaces in GIS and Geographical Analysis Theory, Analytical Methods, Algorithms, and Applications, Taylor & Francis Group, LLC. USA.
- 6- McNeill F. M., E. Thro, (1994). Fuzzy logic: a practical approach, Academic Press, Inc. USA.
- 7- Liu Y., (2009). Modelling Urban Development with Geographical Information Systems and Cellular Automata, Taylor & Francis Group, LLC, USA.
- 8- Castle, C; A. Crooks (2006). "Principles and Concepts of Agent- Based Modelling for Developing Geospatial Simulations". Working paper 110, Centre for Advanced Spatial Analysis, University College London.
- 9- MacAl C.M., M.J. North, (2010), Tutorial on agent- based modelling and simulation. Journal of Simulation 4, 151-162.
- 10- Valbuena D, P. H. Verburg, A. K. Bregt, (2008). A method to define a typology for agent- based analysis in regional land- use research, Agriculture, Ecosystems and Environment 128: 27-36
- 11- Mas J.F., H. Puig, J.L. Palacio, A. Sosa- Lo'pez, (2004). Modelling deforestation using GIS and artificial neural networks, Environmental Modelling & Software 19: 461-471.
- 12- Barbounis T.G., J.B. Theoharis, (2007a). Locally recurrent neural networks for wind speed prediction using spatial correlation, Information Sciences, 177: 5775-5797.
- 13- Barbounis T.G., J.B. Theoharis, (2007b). A locally recurrent fuzzy neural network with application to the wind speed prediction using spatial correlation, Neurocomputing, 70: 1525-1542.
- 14- Li X.; A. Gar- On Yeh, (2002). Neural- network- based cellular automata for simulating multiple land use changes using GIS, International Journal of Geographical Information Science, (16) 4: 323 - 343.
- 15- Kanungo D.P., M.K. Arora, S. Sarkar, R.P. Gupta, (2006). A comparative study of conventional, ANN black box, fuzzy and combined neural and fuzzy weighting procedures for landslide susceptibility zonation in Darjeeling Himalayas, Engineering Geology 85: 347-366.



تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی Spatial Multi - Criteria Decision Making (SMCDM)

گرایش: سیستم اطلاعات مکانی
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - اختیاری
پیشنیاز: -

هدف: آشنایی دانشجویان با مبانی نظری، مدل‌ها، ابزار و کاربرد تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی و گروهی و نحوه کاربرد آن‌ها در بهبود نتایج حاصل از تحلیل‌های مکانی در حل مسائل تصمیم‌گیری مختلف.

شرح درس:

عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
ارزیابی چندمعیاره مکانی - انواع مسائل از لحاظ ساختاریافتگی و تصمیم‌گیری مکانی - مقدمه‌ای بر ارزیابی و تصمیم‌گیری چند معیاره (مفاهیم، ساختاردهی مسئله، طبقه بندی مسائل تصمیم‌گیری، مدل تصمیم‌گیری، روش‌های نرمال‌سازی، روش‌های وزن‌دهی، روش‌های اولویت بندی) - تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی (SMCDM) - نقش GIS در تحلیل چندمعیاره و روش‌های تولید نقشه معیار در GIS	۱۰
روش‌های تصمیم‌گیری چند متغیره - تنوری MAVT و MAUT - روش‌های ANP و AHP - روش‌های Outranking شامل ELECTRE و PROMETHEE - روش‌های مبتنی بر فاصله شامل: VIKOR و TOPSIS - استراتژی‌های تصمیم‌گیری و روش OWA - تحلیل حساسیت در فرایند تصمیم‌گیری - معرفی برخی نرم افزارها و نمونه‌های کاربردی حل مسائل مکانی با کمک تحلیل چند معیاره	۱۰
روش‌های تصمیم‌گیری چند متغیره فازی - فازی AHP - فازی ANP - فازی OWA - فازی TOPSIS - فازی AHP- TOPSIS	۸
روش‌های تصمیم‌گیری چند هدفه - مبانی بهینه‌سازی و فرایند تصمیم‌گیری چند هدفه - روش‌های تصمیم‌گیری چند هدفه (Goal Programming، Multi- Objective Simplex Method، ISWT Method، Weighting methods and e- constraint) - نمونه‌های کاربردی حل مسائل مکانی با کمک روش‌های تحلیل چند هدفه	۸



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
تصمیم‌گیری چند معیاری گروهی - مکانی • مقدمه‌ای بر مدل‌ها، فرایندها و ابزار مشارکت در فرایند تصمیم‌گیری گروهی - مکانی (SGDM) • تصمیم‌گیری گروهی - مکانی مبتنی بر تشریک مساعی (C-SDSS) • روش‌ها و تکنیک‌های تصمیم‌گیری گروهی چند معیاره • تصمیم‌گیری مشارکتی و مردم‌گستر • معرفی برخی نمونه‌های کاربردی تصمیم‌گیری گروهی در حل مسائل مکانی	۱۲

مراجع:

- ۱- پرهیزکار، ا. غفاری گیلانده، ع. (مترجم)، ۱۳۸۵، "سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل چند معیاری"، انتشارات سمت
- (Malczewski, J., 1999. GIS and Multicriteria Decision Analysis. John Wiley, New York.)
- 2- Piotr Jankowski and Timothy Nyerges, 2003 Edition.3, Geographic Information Systems for Group Decision Making: Towards a participatory, geographic information science, Taylor & Francis.
- 3- Jie Lu, Guangquan Zhang, Da Ruan & Fengjie Wu, (2007), Multi- Objective Group Decision Making: Methods, Software and Applications with Fuzzy Set Techniques, Series in Electrical and Computer Engineering - Vol. 6, Imperial College Press.
- 4- Balramand, S. and Dragievi, S. (eds), (2006), Collaborative Geographic Information Systems, Idea Group Publishing (386 pages), ISBN:1591408458.
- 5- Piotr Jankowski., 1995. Integrating geographical information systems and multiple criteria decision-making methods. Int. J. Geogr. Syst. 9 (3), 251-273.
- 6- Nolberto Munier, 2011. A Strategy for Using Multicriteria Analysis in Decision- Making, Springer.
- 7- Tzeng, G- H. & Huang, J- J. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, Chapman and Hall/CRC, 2011.
- 8- Cohon, J.L., Multiobjective Programming and Planning, Dover Publications, 2004.

۹- مقالات در موضوعات مختلف کاربردی (مطالعات موردی)



هستی شناسی مکانی و وب معنایی

Spatial Ontology and Semantic Web

گرایش: سیستم اطلاعات مکانی

جمع ساعات تدریس: ۴۸

همیناز:

تعداد واحد: ۳ (نظری)

نوع درس: تخصصی- اختیاری

پیشنیاز: سامانه اطلاعات مکانی پیشرفته، و سامانه اطلاعات مکانی تحت

اینترنت و وب سرویس های مکانی

هدف: آشنایی دانشجویان دوره دکتری با هستی شناسی، وب معنایی، منطق، کاربردهای هستی شناسی و وب معنایی در دولت الکترونیک.

شرح درس:

عنوان سرفصل ها	ساعات ارائه
مقدمه (مروزی بر تاریخچه، تعاریف و اهمیت موضوع)	۴
هستی شناسی (Ontology) - اجزای هستی شناسی (اصول متعارف (Axioms)، نمونه ها (Instances)، ارتباطات (Relations) و مفاهیم (Concepts)) - انواع هستی شناسی (Domain Ontologies, Metadata Ontologies, Generic Ontologies, Representational Ontologies, Method Ontologies) - ایجاد هستی شناسی (Ontology Scope, Ontology Capture, Ontology Encoding, Ontology Integration, Ontology Evaluation, Ontology documentation) - فناوری های هستی شناسی (زبان ها و ابزارها)	۸
هم تراز یابی هستی شناسی (Ontology Alignment) - ناهمگونی واژه ای - ناهمگونی معنایی (Semantic Heterogeneity) - ناهمگونی عملی - روش های پایه، نام مینا، ساختار مینا، نمونه مینا، و معنایی	۸
وب معنایی - لایه های وب معنایی (Semantic Web Layers) - Unicode+URI - XML+Namespaces - RDF (Models, Elements, Attributes, Schemas) - Ontology - Logic - Proof - Trust - ابزار های وب معنایی (OWL) - موتور های جستجوی معنایی (Semantic Web Engine)	۸
دولت الکترونیک چالش های دولت الکترونیک	۴



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
• تعامل پذیری • جستجوی معنایی • نقش هستی‌شناسی مکانی و وب معنایی در ایجاد دولت الکترونیک	
• کاربرد منطق در هستی‌شناسی • منطق گزاره‌ای و منطق محمولات • استنتاج منطقی • معنا در استنتاج منطقی	۸
• کاربردها • هستی‌شناسی برای مکان‌یابی • کاربرد وب معنایی در مدیریت دانش مکانی • کاربرد وب معنایی در سامانه‌های موبایل و یافت آگاه • کاربرد وب معنایی در علوم زیستی	۸

مراجع:

- ۱- مهدیه قدسی نژاد و علی اصغر آل شیخ (۱۳۹۰). مبانی وب معنایی. انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
- 2- Ontological Engineering: with examples from the areas of Knowledge Management, e- Commerce and the Semantic Web. by Asuncion Gomez- Perez, Oscar Corcho, and Mariano Fernandez- Lopez, Springer. 2004.
- 3- Semantic Web: Concepts, Technologies and Applications. by K.K. Breitman, M.A. Casanova, and W. Truszkowski, Springer. 2007.
- 4- Spinning the Semantic Web, Bringing the World Wide Web to Its Full Potential, Edited by Dieter Fensel, James A. Hendler, Henry Lieberman and Wolfgang Wahlster Foreword by Tim Berners- Lee . 2005.
- 5- Ontology- based and User- centric Spatial Modeling in GIS: Basics, Concepts, Methods, Applications by Abolghasem Sadeghi- Niaraki, VDM Verlag , 2009.
- 6- The Description Logic Handbook Theory, Implementation and Applications Edited by Franz Baader, Diego Calvanese, Deborah McGuinness, Daniele Nardi, Peter Patel- Schneider Published January 2003
- 7- Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless Network by Zhong- Ren Peng and Ming- Hsiang Tsou, Wiley 2003.
- 8- An Introduction to Ontology 1st Edition by Nikk Effingham .Polity; 1 edition 2013



سیستم‌های اطلاعات مکانی توزیع یافته Distributed GIS

گرایش: سیستم اطلاعات مکانی

جمع ساعات تدریس: ۴۸

همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)

نوع درس: تخصصی- اختیاری

پیشنیاز: سامانه اطلاعات مکانی پیشرفته، و سامانه اطلاعات مکانی تحت

اینترنت و وب سرویس‌های مکانی

هدف: هدف این درس آشنایی دانشجویان با سیستم‌های اطلاعات مکانی توزیع یافته مکانی، چارچوب‌ها، استانداردها، کاربردها و نیز طراحی آن‌ها به همراه تکنولوژی‌های وابسته و پیشرفت‌های اخیر آن‌ها می‌باشد.

شرح درس:

ساعات ارائه	عنوان سرفصل‌ها
۸	مبانی نظری • مروری بر سیستم‌های توزیع یافته • مزایای سیستم‌های توزیع یافته • تاریخچه و پیشرفت • نمونه‌ای کاربردی از سیستم‌های توزیع یافته ArcGIS Server • پروتکل‌های کنترل ارتباط و انتقال، Remote Procedure Call، Message- Oriented Middleware، Publish and Subscribe
۱۰	چارچوب سیستم‌های توزیع یافته • رابط کاربر و معماری DCOM • رابط کاربر و معماری NET • رابط کاربر و معماری CORBA • JAVA • ارزیابی معماری‌ها
۴	استانداردهای سیستم‌های توزیع یافته • استانداردهای OGC • KML • GeoRSS • JASON
۹	GIS توزیع یافته (Distributed GIS) • اجزای GIS توزیع یافته: جزء داده، جزء نمایش، جزء منطق • مدیریت جریان داده‌ها (data stream management) • توپولوژی شبکه و مدیریت شبکه در سیستم‌های توزیع یافته • مزایا و معایب
۱۱	طراحی سیستم‌های توزیع یافته • طراحی سرور (Server Design) • برنامه‌نویسی شبکه و نام‌گذاری (Network programming and naming)



ساعات ارائه	عنوان سرفصل‌ها
	• امنیت و تحمل خطا (security and fault tolerance) • باز یافت و (Recover In Distributed GIS) Back- up • کنترل همزمانی (Concurrency Control) • هماهنگ‌سازی و سازگاری (Synchronization and Consistency)
۶	کاربردهای GIS توزیع یافته در • ترافیک راه‌ها • شهرداری‌ها • هواشناسی

مراجع:

- 1- Distributed Computing Concepts & Applications. Addison Wesley, 2003
- 2- Internet GIS: Distributed Geographic Information Services, John Wiley & sons, 2003
- 3- Distributed GIS: HTML, Local search (Internet), Internet, Geographic information system, Processing, Interface, Web application, Grid computing, Data, Standard, Information technology, Alpha Press , 2010.
- 4- Distributed GIS: Federation and performance evaluations: High performance, Federated, Service-oriented Geographic Information Systems and Geo- science Applications by Ahmet Sayar . LAP Lambert Academic Publishing و 2009
- 5- Distributed GIS Technology by Rifaat Abdalla . Springer International Publishing, 2016.



سامانه‌های اطلاعات مکانی فراگستر Ubiquitous GIS (UBGIS)

تعداد واحد: ۳ (نظری)
 نوع درس: تخصصی- اختیاری
 پیشنیاز: سامانه اطلاعات مکانی پیشرفته، و سامانه اطلاعات مکانی تحت اینترنت و وب سرویس‌های مکانی
 گرایش: سیستم اطلاعات مکانی
 جمع ساعات تدریس: ۴۸
 هم نیاز:

هدف: این درس مبانی سامانه‌های اطلاعات مکانی فراگستر را ارائه کرده و به تعاریف و مفاهیم، تاریخچه، معماری و کاربردهای آن به تفصیل پرداخته می‌شود. مواردی مانند استانداردسازی و مفاهیم محیط آگاه از دیگر موارد مطرح در این درس می‌باشد. این درس همچنین به ارتباط مباحث فراگستر در نسل چهارم با مفاهیم زیرساخت داده مکانی و واقعیت افزوده می‌پردازد.

شرح درس:

عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
معماری‌ها و استانداردها - تعاریف و مفاهیم رایانش فراگستر و سامانه‌های اطلاعات مکانی فراگستر - نسل‌های سامانه‌های اطلاعات مکانی - معماری کلی پیاده‌سازی رایانش فراگستر - خصوصیات انواع معماری‌ها - معماری‌های متمرکز و غیرمتمرکز برای سامانه‌های اطلاعات مکانی فراگستر - معماری سامانه‌های اطلاعات مکانی فراگستر کاربر مینا - انواع معماری‌های مرتبط (معماری سرویس، معماری معنایی و آنتولوژی) - استانداردهای سامانه‌های اطلاعات مکانی فراگستر (ISO 19141, ISO 19134, ISO 19133 و ISO/TC 204 و ISO/TC 211 و...)	۱۰
زمینه آگاهی (محیط یا بافت آگاهی) در نسل چهارم - تعریف و دیدگاه‌های مرتبط با زمینه - انواع زمینه/ بافت و استفاده آن در GIS فراگستر - نسل‌های چهارگانه تکامل سامانه‌های اطلاعاتی - نسل چهارم که سامانه‌های اطلاعات مکانی فراگستر - سهولت استفاده بر مبنای اطلاعات مکانی Ease-of-use for GI و زمینه آگاهی در نسل چهارم - محدودیت‌های توسعه و پیاده‌سازی زمینه در نسل چهارم - برچسب‌های مکانی Geo- Labels و برچسب‌های مکانی مجازی - روش‌های زمینه جریانی Context Streaming - روش‌های نگاشت زمینه آگاهی Context-Aware Mapping - روش‌های استنتاجی زمینه مینا - پردازش‌های "در شبکه In-Network Analytics" فراگستر - روش‌های مدل‌سازی و پیاده‌سازی زمینه در GIS فراگستر - پیاده‌سازی و ملزومات روش‌های هم‌ترازی زمینه آگاهی	۱۶



ساعات ارائه	عنوان سرفصل‌ها
	• نحوه استفاده از مکان و جهت به عنوان زمینه • انواع حسگرها (مکانی و حرکتی) • روش‌های کنترل کیفیت و مدل‌سازی عدم قطعیت در GIS فراگستر • پارامترهای کارایی و کیفی حسگرها • شبکه حسگرها (فضای عملیاتی، پوشش، همبندی، ابعاد فضا، انرژی مورد نیاز، نوع ارتباط حسگرها، تبادل اطلاعات، استانداردها، توپولوژی شبکه، ...)
۱۲	سرویس‌ها و کاربردها • انواع سرویس‌های اطلاعات مکانی فراگستر • خصوصیات سرویس‌ها و کاربردها • سرویس‌های مرتبط با ناوبری • سرویس‌های راه‌یابی • سرویس‌های مکانی برای شهر و خانه فراگستر (U- Home, U- City) • حریم خصوصی در سامانه‌های اطلاعات مکانی فراگستر
۶	واقعیت افزوده در محیط GIS فراگستر • ساختار و فناوری‌های پایه سیستم واقعیت افزوده • محاسبات هندسی در پیاده‌سازی واقعیت افزوده در محیط فراگستر • پیاده‌سازی واقعیت افزوده در فضای فراگستر • کاربردهای واقعیت افزوده در فضای فراگستر
۴	زیرساخت داده مکانی فراگستر • نسل‌های SDI با تاکید بر نسل زمینه مینا SDI • زیرساخت داده مکانی فراگستر (USD) • تجربیات SDI فراگستر در دنیا و چالش‌های آن

مراجع:

- 1- Ubiquitous Computing Fundamentals by John Krumm, Chapman and Hall/CRC 2009, ISBN: 1420093606.
- 2- Ubiquitous Computing: Smart Devices, Environments and Interactions, by Stefan Poslad, Wiley, 2009, ISBN 0470035609.
- 3- دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، اطلاعات مکانی محیط آگاه و حسگرهای هرجاگاه، محمدرضا ملک ۱۳۹۱
- 4- Smart Things: Ubiquitous Computing User Experience Design by Mike Kuniavsky, Morgan Kaufmann, 2010, ISBN: 0123748992.
- 5- Design and Implementation of Ubiquitous Health System, 2015, by V. Razavi & A. Sadeghi Niaraki, ISPRS, Vol. XL- 1/W5.
- 6- Seng Loke: "Context- Aware Pervasive Systems", Auerbach Publications, 2007.
- 7- Ontology- based and User- centric Spatial Modeling in GIS: Basics, Concepts, Methods, Applications by Abolghasem Sadeghi- Niaraki, VDM Verlag, 2009, ISBN: 3639186362.
- 8- Developing Spatial Data Infrastructures: From Concept to Reality by Ian Williamson, Mary- Ellen F. Feeney, and Abbas Rajabifard. CRC Press 2003. ISBN: 978- 0- 415- 30265- 4



رایانش مکانی غیرمتمرکز Decentralized Spatial Computing

تعداد واحد: ۳ (نظری)	گرایش: سیستم اطلاعات مکانی
نوع درس: تخصصی - اختیاری	جمع ساعات تدریس: ۴۸
پیشنیاز: سامانه اطلاعات مکانی پیشرفته، و سامانه اطلاعات مکانی تحت اینترنت و وبسرویس های مکانی	همنیاز: سامانه های اطلاعات مکانی فراگستر (Ubiquitous Computing)

هدف: این درس مبانی «رایانش مکانی غیرمتمرکز» را معرفی می نماید. به مفاهیم، تعاریف، انگیزه ها و کاربردهای آن به تفصیل می پردازد. مبانی و مدل های قراردادی و صوری طراحی الگوریتم های مکانی غیرمتمرکز را شرح داده و به بررسی و ایجاد الگوریتم های بهینه دست می یازد. همچنین با ارائه الگوریتم های بنیادین مکانی غیرمتمرکز، راه را برای طراحی الگوریتم های پیچیده تر و کاربردی تر در رایانش فراگستر می گشاید. در پایان نیز به شبیه سازی، استوارسازی و توسعه ی هرچه بیشتر این الگوریتم ها تأکید می کند. هم نیاز این درس سامانه های اطلاعات مکانی فراگستر می باشد.

شرح درس:

عنوان سرفصل ها	ساعات ارائه
مبانی و اجزا - تعاریف و مفاهیم رایانش مکانی غیرمتمرکز - مفاهیم شبکه های حسگر مکانی (Geosensor Networks) - مفاهیم هوش مکانی محیطی - دسته بندی و انواع رایانش غیرمتمرکز - خصوصیات انواع معماری های متمرکز و غیرمتمرکز	۶
مبانی قراردادی (صوری) - مدل همسایگی مینا (Neighborhood-based Model) - مدل مکان مینا (Location-based Model) - مدل مکانی - زمانی (Spatiotemporal Model) - ساختارهای همسایگی شامل: گراف دیسکی واحد (UDG)، گراف های مسطح مثلث بندی دلیونی (DT)، گراف گابریل (GG)، گراف همسایگی نسبی (RNG)، درخت ها و درخت پوشای کمینه (MST)	۸
مراحل طراحی و آنالیز الگوریتم های غیرمتمرکز - تعیین مشخصات الگوریتم ها - آنالیزهای پیچیدگی محاسباتی - آنالیزهای پیچیدگی ارتباطی - آنالیز تهاجمی - تکرار طراحی الگوریتم و عیب یابی آن	۱۰



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
الگوریتم‌های مکانی غیرمتمرکز - الگوریتم‌های همسایگی مبنا (سیل باران (Flooding)، شایعه پراکنی (Gossiping)، ساختار درخت (Tree)، انتخاب رهبر (Leader Election)، روابط توپولوژیکی ناحیه‌ها) - الگوریتم‌های مکان مبنا (شبکه‌های هم پوشانی (Overlay Networks)، مسیریابی جغرافیایی (Georouting)، مسیریابی جغرافیایی آزمند و GPSR، مسیریابی وجهی (Face Routing)، تعیین مرزهای ناحیه و چرخه‌های مرزی، توپولوژی اشیای مساحتی پیچیده (Complex Areal Objects)، محاسبه مساحت و مرکزوار به روش غیرمتمرکز) - الگوریتم‌های مکانی-زمانی (پیشینه‌های محیط‌های پویا، پیشینه‌های اشیای در حال حرکت (MO)، رویدادنامه-های محیط‌های پویا، تغییرات توپولوژیکی ناحیه‌ها در طول زمان)	۱۴
رایانش مکانی غیرمتمرکز پیشرفته - شبیه‌سازی الگوریتم‌های مکانی غیرمتمرکز (یسترهای نرم‌افزاری، گردآوری داده‌های آزمایشی، طراحی آزمایش (DoE)، بررسی تجربی مقیاس‌پذیری) - طراحی الگوریتم‌های استوار (Robust Algorithms) (رایانش تحت عدم قطعیت و عدم اطمینان، توازن کارایی و استواری (Efficiency and robustness trade off)، تاب‌آوری در برابر عیب) - پودمانگی (Modularity) و شکستن الگوریتم به اجزای ساده‌تر - رایانش الهام گرفته از زیست‌شناسی - کاربرد رایانش مکانی غیرمتمرکز در رایانش فراگستر (Ubiquitous Computing) - ارتباط با کاربر خدمات مکانی غیرمتمرکز و دیداری‌سازی خدمات - آنالیز محاسباتی حرکت به روش غیرمتمرکز (CMA)	۱۰

مراجع:

- 1- M. Duckham, Decentralized Spatial Computing, Springer- Verlag Berlin Heidelberg 2013.
- 2- P. Laube, Computational Movement Analysis, SpringerBriefs in Computer Sciences, 2014.
- 3- Santoro, N. Design and Analysis of Distributed Algorithms. Wiley, New Jersey, 2007.
- 4- Ubiquitous Computing Fundamentals by John Krumm, Chapman and Hall/CRC 2009, ISBN: 1420093606



سیستم‌های اطلاعات مکانی فراگیر و خدمات مکان مینا Pervasive GIS and Location Based Services

گرایش: سیستم اطلاعات مکانی

جمع ساعات تدریس: ۴۸

همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)

نوع درس: تخصصی - اختیاری

پیشنیاز: سامانه اطلاعات مکانی پیشرفته، و سامانه اطلاعات مکانی تحت

اینترنت و وبسرویس‌های مکانی

هدف: هدف اصلی درس آشنایی دانشجویان با رایانش فراگیر، هم‌جاگاه و خدمات مکان مینا است. دانشجو می‌تواند با استفاده از آن‌ها در پردازش‌ها و آنالیزهای مکانی بخصوص با یکارگیری یافت و شرایط کاربر خدمات و تحلیل‌های مکانی را بهبود و پیشرفت دهد.

شرح درس:

عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
مفاهیم و مبانی رایانش همراه و هم‌جاگاه • رایانش همراه • رایانش هم‌جاگاه یا فراگیر • خدمات مکان مینا • تعاریف و دیدگاه‌های مختلف برای تعریف سیستم‌های اطلاعات مکانی همراه و فراگیر • محدودیت‌ها و مشخصات محیط‌های همراه • محدودیت‌ها و مشخصات محیط‌های فراگیر	۸
شبکه‌های بی‌سیم • مبانی شبکه‌های بی‌سیم و مؤلفه‌های اصلی آن • شبکه‌های بی‌سیم وسیع WWAN • شبکه‌های بی‌سیم محلی WLAN • شبکه‌های بی‌سیم شخصی WPAN • شبکه‌های بی‌سیم کلان‌شهری WMAN	۶
روش‌های تعیین موقعیت فراگیر و همراه • تعاریف، مبانی و معماری‌های مختلف • روش‌های شبکه مرکزی • روش‌های کاربر مرکزی • تعیین موقعیت در فضاهای بسته • تعیین موقعیت بدون مرز	۱۰



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
تجهیزات همراه، سنجنده و شبکه حسگر بی‌سیم • انواع سنجنده‌ها از لحاظ فناوری پایه • ملاک‌های ارزیابی سنجنده‌ها • صفحات لمسی و مشخصات آن‌ها • تلفیق سنجنده‌های مختلف با استفاده از پالایه کالسن • شبکه حسگر بی‌سیم (توپولوژی، مقیاس‌پذیری، توان مصرفی، گره، امنیت، هماهنگی، تحرک گره، ناهمگنی و کاربردها) • معرفی استانداردهای مرتبط مانند IEEE 802.15.4 • مسیریابی و الگوریتم‌های آن در شبکه حسگر بی‌سیم • مکان‌یابی برای شبکه حسگر بی‌سیم	۸
برنامه نویسی در ناحیه کلاینت • انواع سیستم عامل و طبقه بندی آن‌ها • برنامه‌نویسی با جاوا • نمونه‌هایی از محیط‌ها و زبان‌های برنامه‌نویسی برای انواع سیستم عامل • معماری‌های پیاده‌سازی	۶
خدمات مکان‌مینا • تعاریف و تاریخچه مبحث • زنجیره تامین در خدمات مکان‌مینا • یافت و یافت‌آگاهی • انواع یافت و مدلسازی آن‌ها • استفاده از یافت‌های مکانی در خدمات اطلاعاتی • نمونه‌های کاربردی	۱۰

مراجع:

- 1- H.A.Karimi and Hammad (Eds.): "Telegeoinformatics, Location- Based Computing and Services", CRC Press, 2004.
 - 2- A.Kupper: "Location- Based Services: Fundamentals and Operation, Wiley, 2005.
 - 3- J.Drummond, R.Billen, E.Joao, D. Forrest (Eds.): "Dynamic and Mobile GIS", CSC Press, 2007.
 - 4- Gartner and Catwright W. and Peterson.M. (Eds.)", Location- Based Services and Teleocartography, 2007.
 - 5- Seng Loke:"Context- Aware Pervasive Systems", Auerbach Publications, 2007.
 - 6- Jane Drummond, Roland Billen, Elsa João, David Forrest (Ed.s): "Dynamic and
 - 7- Mobile GIS, Investigating Changes in Space and Time", CRC Press, Taylor & Francis Group, 2007
 - 8- Judith Symonds (editor):"Ubiquitous and Pervasive Computing: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications", Information Science Reference, 2010
 - 9- H.A. Karimi: "Universal Navigation on Smartphones", Springer, 2011
 - 10- H.A. Karimi: "Indoor Wayfinding and Navigation", CRC Press, 2015
- ۱۱- محمد رضا ملک: "اطلاعات مکانی هرجاگاه و حساب‌گری یافت‌آگاه"، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.

ISBN: 978- 600- 6383- 38- 5. ۱۳۹۱



۱۲- محمد رضا ملک: "هوش محدودهای مکانی"، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۴



اطلاعات مکانی مردم گستر و شبکه‌های اجتماعی مکان مینا
Volunteered Geographic Information and Location Based Social Networks
(VGI&LBSN)

گرایش: سیستم اطلاعات مکانی

جمع ساعات تدریس: ۴۸

همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)

نوع درس: تخصصی- اختیاری

پیشنیاز: سامانه اطلاعات مکانی پیشرفته، و سامانه اطلاعات مکانی تحت

اینترنت و وبسرویس‌های مکانی

هدف: هدف این درس آموزش مبانی محیط‌های اطلاعاتی بوده که مردم نه تنها مصرف‌کننده، بلکه تولیدکننده اطلاعات نیز هستند. محتوای تولیدی کاربر در حوزه اطلاعات مکانی به شکل اطلاعات مکانی مردم گستر و شبکه‌های اجتماعی به صورت روز افزون مورد استفاده قرار می‌گیرند. این درس مبانی مباحث اساسی این حوزه مانند کیفیت اطلاعات، فناوری‌های لازم و موارد مشابه را تشریح می‌کند.

شرح درس:

عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
تعاریف، مفاهیم و اصطلاحات • محتوای مکانی کاربر تولید (User Generated Spatial Content) و جمع‌سپاری (Crowdsourcing) • اطلاعات مکانی مردم گستر • شبکه اجتماعی و شبکه اجتماعی مکان مینا • eScience و Citizen Science و وب مکانی • سامانه‌های مکانی با مشارکت همگانی (PPGIS) • هوش و هوش تجمعی	۸
کلان داده • تعریف، مشخصات حجمی، قالبی و تغییرات زمانی داده • ساختار نیافتگی و سایر چالش‌های پیش‌رو • کلیات رویکرد رایانش در این محیط در مقایسه با محیط‌های اطلاعاتی متداول • اطلاعات مکانی مردم گستر به عنوان کلان داده	۴
ویژگی‌ها و مبانی اطلاعات مکانی مردم گستر • اهمیت اطلاعات مکانی مردم گستر • ویژگی‌های اطلاعات مکانی مردم گستر • چالش‌های اطلاعات مکانی مردم گستر	۳
پروژه‌های اطلاعات مکانی مردم گستر • طبقه‌بندی پروژه‌های مردم گستر • نمونه‌هایی از پروژه‌های مکانی مردم گستر • OpenStreetMap	۳
کیفیت اطلاعات مکانی مردم گستر • عناصر کیفیت داده‌های مکانی • کیفیت داده‌های مکانی مردم گستر	۳



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
برآورد دقت مکانی داده‌های مکانی مردم‌گستر - تعریف پارامترها - تعیین شاخص دقت موقعیت - انتخاب پارامترهای مناسب - تشریح یک نمونه	۶
مبانی شبکه و شبکه‌های اجتماعی - انواع شبکه - شبکه اجتماعی و مشخصات آن - روابط در شبکه اجتماعی - ارتباط کنشگر با کنشگران دیگر - ارتباط کنشگر با کل شبکه - شبکه اجتماعی مجازی - جایگاه افراد در شبکه اجتماعی	۱۰
شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا - مبانی نظریه گراف - مبانی شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا - انواع شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا - معماری شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا - معرفی نمونه‌هایی از شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا - ویژگی‌های مکانی، زمانی و اجتماعی شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا	۶
تحلیل شبکه اجتماعی - طبقه‌بندی انواع تحلیل‌ها - داده در شبکه اجتماعی - تحلیل مکانی بر مبنای روابط اجتماعی - تحلیل مکانی بر مبنای تحلیل رفتار کاربران - الگوریتم‌های توصیه مکان - الگوریتم‌های توصیه افراد - حسابگری شهری	۶

مراجع:

۱- محمد رضا ملک: "اطلاعات مکانی مردم‌گستر: نظریه و کاربرد". انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.

۱۳۹۵.

- Nazila Mohammadi and Mohammad Reza Malek: "Artificial intelligence- based solution to estimate the spatial accuracy of volunteered geographic data", Journal of Spatial Science, 60(1), pp. 119- 135, 2015.
- Nazila Mohammadi and Mohammad Reza Malek: "VGI and Reference Data Correspondence Based on Location- Orientation Rotary Descriptor and Segment Matching", Accepted to publish in Transactions in GIS, DOI: 10.1111/tgis.12116, 2014.
- "Crowdsourcing Geographic Knowledge Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice", Editors: Daniel Sui, Sarah Elwood, Michael Goodchild, Springer, 2013.
- "Introduction to Social Network Methods", Robert A. Hanneman, University of California, 2005



- 6- "THE DEVELOPMENT OF SOCIAL NETWORK ANALYSIS A STUDY IN THE SOCIOLOGY OF SCIENCE", Linton C. Freeman, Emprical Press, 2004.
- 7- "Social Network Analysis", Christina Prell, SAGE, 2012.
- 8- "Computing with Spatial Trajectories", Editors: Yu Zheng and Xiaofang Zhou, Springer, 2011.



بهینه سازی مکانی با روش های فرا ابتکاری Spatial Optimization Using Metaheuristic Methods

گرایش: سیستم اطلاعات مکانی

جمع ساعات تدریس: ۴۸

همیناز:

تعداد واحد: ۳ (نظری)

نوع درس: تخصصی- اختیاری

پیشنیاز: سامانه اطلاعات مکانی پیشرفته

هدف: هدف این درس آشنایی دانشجویان با مفاهیم پایه الگوریتم های فرا ابتکاری و هوش جمعی و نیز تشریح کاربردهای آن ها در علوم اطلاعات مکانی (GIS) با هدف حل مسائل مکانی می باشد. ضمن تشریح اصول بهینه سازی مکانی، رایج ترین و تواناترین انواع الگوریتم های فرا ابتکاری تشریح شده و از آن ها جهت حل تعدادی مسئله مکانی نمونه استفاده می شود.

شرح درس:

عنوان سرفصل ها	ساعات ارائه
مروری بر مفاهیم کلی و روش های بهینه سازی - مفهوم بهینه سازی و مدل های آن (پیچیدگی مسائل و الگوریتم ها، بهینه سازی های چند هدفه، فازی، پویا و ...) - فضای جواب و فضای اهداف و ارتباط آن ها - روش های بهینه سازی (روش های ریاضی و دقیق، تقریبی، ابتکاری، فرا ابتکاری)	۴
الگوریتم های تک جوابی - مفاهیم مشترک در الگوریتم های تک جوابی و مشکلات آن ها در حل مسائل مکانی - بازپخت شبیه سازی شده - جستجوی ممنوعه - جستجوی همسایگی متغیر - حل نمونه هایی از مسائل مکانی با الگوریتم های تک جوابی	۶
حل مسائل مکانی با الگوریتم های تکاملی - مفاهیم اولیه و انواع الگوریتم های تکاملی - عملگرهای اصلی الگوریتم های تکاملی - الگوریتم ژنتیک و کاربرد آن در حل مسائل مکانی - حل نمونه هایی از مسائل مکانی با الگوریتم ژنتیک	۸
بهینه سازی مکانی گسسته و ترکیبی و الگوریتم کلونی مورچه - فضاهای مکانی گسسته و ترکیبی و ویژگی های آن ها - تعریف فضای جواب در مسائل مکانی و تشکیل گراف مربوطه - تحوه کارکرد الگوریتم، مفهوم فرمون و به روزآوری آن - انواع و نسخه های الگوریتم کلونی مورچه و تفاوت های آن ها - حل نمونه هایی از مسائل مکانی با الگوریتم کلونی مورچه	۸



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
بهینه‌سازی در فضای پیوسته و الگوریتم ازدحام ذرات - فضاهای مکانی پیوسته و بهینه‌سازی در فضای پیوسته - مفهوم جواب (ذره)، همسایگی و حرکت در فضای جواب در پدیده‌های مکانی - نحوه کارکرد الگوریتم ازدحام ذرات و تعیین پارامترهای الگوریتم - حل نمونه‌هایی از مسائل مکانی با الگوریتم ازدحام ذرات	۶
الگوریتم کلونی زنبور - تعاریف و مفاهیم اولیه - انواع زنبور، رفتار زنبور در طبیعت و الهام‌گیری از آن در فضای الگوریتم - نحوه کارکرد الگوریتم کلونی زنبور و بهبود جواب‌ها در جریان آن - تعریف و تعیین پارامترهای الگوریتم کلونی زنبور در مسائل مکانی - حل نمونه‌هایی از مسائل مکانی با الگوریتم زنبور	۴
بهینه‌سازی مکانی چند هدفه - روش‌های ترکیب اهداف، غالب بودن جواب‌ها و جبهه جواب پارتو - حل مسائل مکانی با الگوریتم NSGAI - حل مسائل مکانی با الگوریتم کلونی مورچه چند هدفه - حل مسائل مکانی با الگوریتم کلونی زنبور چند هدفه - حل مسائل مکانی با الگوریتم PSO چند هدفه	۶
مروری بر سایر الگوریتم‌های موجود و قابلیت‌ها و محدودیت‌های آن‌ها	۶

مراجع:

- 1- Talbi, E. G. (2009). Metaheuristics: from design to implementation (Vol. 74). John Wiley & Sons.
- 2- Engelbrecht A. P., (2007). Computational Intelligence, an Introduction, Second Edition, John Wiley & Sons Ltd, England.
- 3- Chiong R., T. Weise and Z. Michalewicz, editors: (2011). Variants of Evolutionary Algorithms for Real- World Applications, Springer- Verlag, Berlin/Heidelberg.
- 4- Bonabeau E., M. Dorigo, G. Theraulaz.(1999). Swarm Intelligence, from Natural to Artificial Systems, Oxford University Press.
- 5- C. A. C Coello, G. B. Lamont and D. A. Van Veldhuizen, (2007). Evolutionary Algorithms for Solving Multi- Objective Problems, Second Edition, Springer Science+Business Media, LLC.
- 6- Dereli, T., Seckiner, S.U., Das, G.S., Gokcen, H., and Aydin, M.E., (2009). "An exploration of the literature on the use of 'swarm intelligence based techniques' for public service problems", European Journal of Industrial Engineering, 3(4), 379- 423.
- 7- Teodorovic D., M.Selmic,T.Davidovic, (2011). Bee Colony Optimization: The Applications Survey, ACM Transactions on Computational Logic Pages 1- 20.
- 8- Magnus E. and H. Pedersen, (2010). Good Parameters for Differential Evolution, Hvass Laboratories, Technical Report no. HL1002.
- 9- Magnus E. and H. Pedersen, (2010). Good Parameters for Particle Swarm Optimization, Hvass Laboratories, Technical Report no. HL1001, 2010
- 10- Ghnemat R., C. Bertelle, and G.H.E. Duchamp. Modeling spatial organization with swarm intelligence processes. International Journal of Bio- Inspired Computation, 2(6):374- 382, 2010.
- 11- Swagatam D., A. Abraham, and B. K. Panigrahi.(2010). Computational Intelligence: Foundations, Perspectives, and Recent Trends, In: Maulik U., S. Bandyopadhyay, and J. T. L. Wang (Eds.), Computational Intelligence and Pattern Analysis in Biological Informatics, John Wiley & Sons, Inc., 2010.



سامانه‌های تصمیم‌یار مکانی
Spatial Decision Support System (SDSS)

گرایش: سیستم اطلاعات مکانی

جمع ساعات تدریس: ۴۸

همنیاز: -

تعداد واحد: ۳ (نظری)

نوع درس: تخصصی - اختیاری

پیشنیاز: سامانه اطلاعات مکانی پیشرفته و تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی

هدف: هدف این درس آشنایی دانشجویان با مبانی نظری، مدل‌ها، اجزاء، ابزارها و کاربردهای سامانه‌های تصمیم‌یار مکانی در حل مسائل تصمیم‌گیری مختلف می‌باشد.

شرح درس:

عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
سامانه تصمیم‌یار مکانی (SDSS) • جایگاه سامانه تصمیم‌یار در حل مسائل مکانی • سیر و روند تکامل و توسعه SDSS • انگیزه‌های توسعه SDSS • نقش DSS در توسعه SDSS • نقش GIS در توسعه SDSS	۶
مراحل طراحی و توسعه SDSS • اجزاء و مؤلفه‌های SDSS • طراحی و توسعه یک SDSS • انواع SDSS (SDSS، Web-based DSS، IDSS، GDSS، MODSS، MADSS) • روند طراحی و توسعه یک SDSS مبتنی بر وب • معرفی برخی نرم افزارهای SDSS و کاربردهای آنها • چالش‌ها و آینده‌ی SDSS	۱۴
سامانه تصمیم‌یار مشارکتی و مردم گستر • برنامه ریزی مشارکتی • نقشه‌های تعاملی • روند تکامل و اجزای PPGIS • طراحی و توسعه یک PPGIS • تصمیم‌گیری مشارکتی مبتنی بر وب • چالش‌ها و فرصت‌ها در توسعه و کاربرد PPGIS در حل مسائل مکانی • معرفی برخی سامانه‌ها و نمونه‌های کاربردی PPGIS در حل مسائل مکانی	۱۴
سامانه توصیه گر مکانی • اصطلاحات، مبانی و اهداف توصیه‌گری • مدل‌های پایه در سامانه‌های توصیه‌گر • انواع سیستم‌های توصیه‌گر (مدل مینا، محتوی مینا، دانش مینا و ترکیبی) • فناوری‌های پیاده سازی سیستم‌های توصیه‌گر	۱۴



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
• مسائل و چالش‌ها در توسعه سامانه‌های توصیه‌گر مکانی • سامانه‌های توصیه‌گر گروهی • معرفی برخی سامانه‌های توصیه‌گر مکانی و کاربرد آن‌ها	

مراجع:

- 1- Ramanathan Sugumaran, John DeGroote, 2011, Spatial Decision Support Systems: Principles and Practices, Taylor and Francis Group.
- 2- Piotr Jankowski and Timothy Nyerges, 2003 Edition.3, Geographic Information Systems for Group Decision Making: Towards a participatory, geographic information science, Taylor & Francis.
- 3- Balramand, S. and Dragievi, S. (eds), (2006), Collaborative Geographic Information Systems, Idea Group Publishing (386 pages), ISBN:1591408458.
- 4- Jannach, D., Zanker, M., Felfernig, A. and Friedrich, G. (2010) Recommender Systems: An Introduction. Available at: <https://www.cambridge.org/core/books/recommender-systems>

۵- مقالات در موضوعات مختلف کاربردی (مطالعات موردی)



دیدار سازی مکانی سه بعدی و واقعیت افزوده 3D Geo- Visualization and Augmented Reality

گرایش: سیستم اطلاعات مکانی

جمع ساعات تدریس: ۴۸

همنیاز:

تعداد واحد: ۳ (نظری)

نوع درس: تخصصی- اختیاری

پیشنیاز: سامانه اطلاعات مکانی پیشرفته

هدف: هدف درس آشنایی دانشجویان تحصیلات تکمیلی با میانی نظری و روش های نمایش، تحلیل، کاربرد و تفسیر مدل سه بعدی عوارض در GIS، دیدار سازی و کارتوگرافی و کاربرد واقعیت مجازی و واقعیت افزوده در GIS می باشد.

شرح درس:

عنوان سرفصل ها	ساعات ارائه
دیدار سازی اطلاعات مکانی - مروری بر اصول و مفاهیم پایه دیدار سازی و کارتوگرافی (علوم ادراکی، مکعب کارتوگرافی، المانهای گرافیکی و ...) - نمایش توپوگرافی و کاربردهای آن - نمایش اطلاعات آماری در نقشه - مدلسازی، نمایش و تحلیل چندمقیاسی - نمایش پدیده ها و فرایندهای زمانی - استفاده از کارتوگرافی برای نمایش نتایج تحلیل های مکانی - کارتوگرافی به عنوان ابزار تصمیم گیری	۱۲
مدلسازی و پایگاه داده سه بعدی - مقدمه ای بر GIS سه بعدی و کاربردهای آن - انواع مدل داده سه بعدی - طراحی مفهومی پایگاه داده سه بعدی مبتنی بر TIN - طراحی منطقی پایگاه داده سه بعدی مبتنی بر TIN	۱۰
دیدار سازی اطلاعات مکانی سه بعدی - روش های دیدار سازی سه بعدی - پویا نمایی و متحرک سازی سه بعدی - نمایش سه بعدی در Web - تحلیل ها و کاربردهای 3D GIS	۸
واقعیت مجازی / افزوده - میانی نظری و فناوری های واقعیت مجازی / افزوده - ردیابی - ناوبری - محاسبات دیداری در واقعیت مجازی / افزوده (گرافیک کامپیوتری، rendering، ...) - کالیبراسیون و تثبیت (registration) - تعامل با محیط مجازی / افزوده	۱۰



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
کاربردهای واقعیت مجازی / افزوده در GIS • شهر مجازی و کاداستر سه بعدی • مدل سازی ساختمان (BIM) و (3D GIS) • AR مبتنی بر نقشه (دو بعدی و سه بعدی) • دیداری سازی در محیط AR • بررسی چند کاربرد نمونه	۸

مراجع:

- 1- Abdol- Rahman A., Pilouk M., 2008, Spatial data modeling for 3D GIS, Springer.
- 2- Otto Huisman and Rolf A. de By (editor), 2009, Principles of Geographic Information Systems: An introductory textbook, Published by: The International Institute for Geo- Information Science and Earth Observation (ITC),
- 3- Stephen Cawood, Mark Fiala, 2008, Augmented Reality: A Practical Guide. 1st Edition.
- 4- Kraak, M. J., & Ormeling, F. (2003). Cartography: Visualization of geospatial data . Harlow.

۵- مقالات مختلف در زمینه کاربرد واقعیت مجازی و واقعیت افزوده در GIS



سیستم‌های اطلاعات مکانی و مدلسازی محیطی GIS and Environmental Modeling

گرایش: سیستم اطلاعات مکانی

جمع ساعات تدریس: ۴۸

همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)

نوع درس: تخصصی- اختیاری

پیشنیاز: سامانه اطلاعات مکانی پیشرفته

هدف: آشنایی با مفاهیم اکوسیستم، توسعه پایدار، تحلیل سیستمی، روش‌ها و مسائل مدلسازی، مدیریت و پایش محیط و چگونگی استفاده از GIS و مدلسازی محیطی برای تجزیه و تحلیل و مدیریت کیفیت و عدم اطمینان در حل مسائل محیطی.

شرح درس:

عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
مبانی نظری - اکوسیستم و اکولوژی صنعتی - رویکرد سیستمی در تجزیه و تحلیل مسائل محیطی - اصول و قوانین مهم حاکم بر اکوسیستم‌ها - مفهوم ظرفیت برد و خدمات اکوسیستم - رابطه و جایگاه Geocomputation GIS و مدل‌های محیطی در فهم و حل مسائل محیطی	۱۰
روشهای مدلسازی در محیط - تیم شناسی مدل‌ها - مراحل ساخت مدل - تلفیق GIS و مدل‌های محیطی - مسائل و روش‌های ارزیابی و استفاده از مدل‌ها	۸
انواع مدل‌ها در محیط - رویکرد سیستمی و یکپارچه در مدلسازی - ارزیابی اثرات زیست محیطی، ظرفیت برد و خدمات اکوسیستم - مفاهیم خطر، حساسیت و ریسک - مدل‌های مفهومی و تجربی - مدل‌های استفاده کننده از هوش مصنوعی - مدل‌های شبیه ساز فرآیند	۱۲
مسائل مربوط به کیفیت در مدل‌های محیطی - تاریخچه ارزیابی و مدیریت کیفیت در GIS - اندازه‌گیری کیفیت داده‌های مکانی - مدلسازی خطا و عدم اطمینان در GIS - تحلیل حساسیت در مدل‌های محیطی - طراحی سیستم‌های کنترل و مدیریت کیفیت	۱۰
مسائل و چالش‌های مدلسازی در محیط چالش مقیاس	۸



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
• چالش الگوریتم • چالش ساختار و کالبره کردن مدل • چالش ابزارها و نرم افزارها • چالش کیفیت و قابلیت اطمینان مدل‌ها • ابزارها و منابع موجود برای مدل‌سازی و تصمیم گیری محیطی	

مراجع:

- 1- Brimicombe, A., 2010. GIS, Environmental Modeling and Engineering. CRC Press.
- 2- Campagna, M., (editor), 2006. GIS for Sustainable Development. CRC Press.
- 3- Sanders, L. (editor), 2007. Models in Spatial Analysis. John Wiley.
- 4- Openshaw, S., and Abrahart, R. J., 2000. Geocomputation. Taylor & Francis, London, UK.
- 5- Bonham- Carter, G.F., 1994. Geographic Information Systems for Geoscientists, Modelling with GIS. Pergamon, Oxford, 398pp.
- 6- Demers, M. N., 2002. GIS Modeling in Raster, J Wiley, New York.
- 7- Guido Guerra and John Lewis, M. 2002. Spatial Optimization and GIS. Mc Gill University, Arc- User April- June.



برنامه‌ریزی فضایی و آمایش سرزمین Spatial and Land Use Planning

گرایش: سیستم اطلاعات مکانی

جمع ساعات تدریس: ۴۸

همنیاز:

تعداد واحد: ۳ (نظری)

نوع درس: تخصصی - اختیاری

پیشنیاز: سامانه اطلاعات مکانی پیشرفته

هدف: هدف این درس آشنایی دانشجویان با تئوری‌ها، مدل‌ها و ابزار برنامه‌ریزی فضایی و آمایش سرزمین و کاربرد عملی آنها در بهبود نتایج حاصل از تحلیل‌های مکانی مختلف می‌باشد.

شرح درس:

عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
مدل‌های آمایش سرزمین • مقدمه و مبانی نظری آمایش • رویکردهای برنامه‌ریزی فضایی • اهداف و دیدگاه‌های آمایش سرزمین • مدل مخدوم • مدل فائو • مدل RIKS • مدل CLUE • مدل What if? • مدل‌های جامع حمل و نقل - کاربری زمین • مدل‌های تجمعی مبتنی بر جاذبه و برهمکنش مکانی • مدل‌های ریزش‌ساز از قبیل (مدل‌های فعالیت - مبنای مدل‌های عامل - مبنای مدل‌های مبتنی بر سلول‌های خودکار) • مروری بر مدل‌های مهم آمایش در ایران و سایر کشورها (فرانسه، هلند، و آمریکا)	۱۵
تخصیص کاربری اراضی • مدل‌سازی تناسب اراضی شامل تناسب فیزیکی، دسترسی، همسایگی و محدودیت‌ها • مدل‌سازی تقاضا شامل روش‌های آماری، روش‌های برنامه‌ریزی چند هدفه و فرمول‌ها و روابط تجربی • مدل‌سازی تخصیص اراضی شامل مدل‌سازی قوانین و ضوابط، روش‌های تعدیل تقاضا و متغیر زمان • تعریف و پیاده‌سازی سناریوهای مختلف تخصیص کاربری	۱۵
مدلسازی تغییرات کاربری اراضی • مدل‌سازی تغییرات کاربری در سطح منطقه‌ای • مدل‌سازی تغییرات کاربری در سطح شهری	۶
ارزیابی کاربری اراضی • ارزیابی کاربری در سطح منطقه‌ای • ارزیابی کاربری در سطح شهری	۶
سیستم‌های حامی برنامه‌ریزی مکانی (SPSS)	۶



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
- اجزای PSS - تلفیق PSS و GIS - اجزای SPSS - انواع SPSS - قابلیت‌های SPSS - کاربردهای SPSS - طراحی و توسعه SPSS - مروری بر ابزارها و نرم افزارهای مرتبط و بررسی دو SPSS نمونه در سطح منطقه‌ای و شهری	

مراجع:

- 1- F. A. O., 1976. A framework for land evaluation. F.A.O soils bulletin. pb No 32. Rome.
- 2- Faludi, A. (1973) Planning Theory. Oxford, Pergamon Press.
- 3- Hagoort, M.J., 2006. The neighbourhoodrules: land- use interactions, urban dynamics and cellular automata modelling. Utrecht University, Utrecht, The Netherlands.
- 4- Sharifi, Boerboom, et al. (2002). Reader on introduction to planning and scenarion development.
- 5- Greetman, S., stillwel, J., 2003. Planning Support System in Practice, Springer, Heidelberg.
- ۶- مخدوم، مجید؛ ۱۳۷۸، شالوده آمایش سرزمین. (چاپ سوم با تجدید نظر کلی)، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۲۰۳.
- ۷- کلانتری، خلیل (۱۳۸۰)، برنامه‌ریزی و توسعه منطقه‌ای (تئوریا و تکنیکها)، تهران، انتشارات خوشبین.
- ۸- شیعه، ا؛ ۱۳۸۹، "مقدمه‌ای بر مباحث برنامه‌ریزی شهری"، مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت.



داده‌کاوی مکانی

گرایش: سیستم اطلاعات مکانی
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همین‌اکنون: تحلیل مکانی پیشرفته در GIS

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - اختیاری
پیشنیاز: سامانه اطلاعات مکانی پیشرفته

هدف:

داده‌های مکانی منبع بسیار با ارزشی برای کشف روابط منطقی و الگوهای موجود میان پدیده‌ها و عوامل مختلف برای مقاصد مدل‌سازی و پیش‌بینی هستند. داده‌کاوی مکانی به معرفی روش‌های مختلف استخراج الگوها از میان حجم عظیم داده‌های مکانی می‌پردازد. هدف از این درس آشناسازی دانشجویان با تکنیک‌های داده‌کاوی مکانی می‌باشد.

شرح درس:

عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
مقدمه • مثال‌های انگیزشی درباره کاربردهای داده‌کاوی مکانی • فعالیت‌های جاری تحقیقاتی و اجرایی در زمینه داده‌کاوی مکانی • مسائل و چالش‌های داده‌کاوی مکانی مناطق توپولوژی و استخراج روابط توپولوژی	۳
مبانی داده‌کاوی مکانی • تعاریف • ویژگی‌های داده‌کاوی مکانی • هرم داده‌کاوی مکانی • طبقه‌بندی سیستم‌های داده‌کاوی مکانی (برحسب پایگاه داده مورد استفاده، نوع دانش مورد نظر، روش و یا کاربرد) • داده‌کاوی مکانی در وب • حرکت از داده مکانی به دانش مکانی • نحوه ارزیابی دانش مکانی	۴
منابع داده • اخذ داده مکانی • فرمت‌های داده مکانی (برداری، رستر و بردار - رستر) • مدل داده‌های مکانی (مدل‌های درختی و شبکه‌ای، رابطه‌ای و شی گرا) • ذخیره‌سازی در پایگاه داده‌های مکانی • اعتبار داده مکانی • ارزیابی داده مکانی به صورت سرویس	۴
پیش‌پردازش داده‌ها برای داده‌کاوی مکانی • کشف خطا • کدگذاری داده‌ها	۴



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
• روش‌های کاهش داده • روش‌های نرمالسازی داده‌ها • روش‌های پاکسازی و ترمیم داده‌ها • روش‌های ترکیب داده‌ها • گستره‌سازی و تبدیل داده‌ها	
تکنیک‌های مختلف در داده‌کاوی مکانی • روش‌های آماری • روش‌های گروه‌بندی • درخت تصمیم و قوانین تصمیم • قوانین وابستگی و هم‌بستگی • شبکه‌های عصبی و الگوریتم‌های ژنتیک	۱۰
داده‌کاوی مکانی • مفهوم OLAP و ارتباط آن با داده‌کاوی • مفاهیم مکعب داده و مکعب نقشه • روابط مکانی مطرح در داده‌کاوی مکانی • نحوه مدیریت روابط مکانی برای داده‌کاوی مکانی • مدل خود همبستگی مکانی (Spatial Autoregressive Model) • کاوش قوانین وابستگی مکانی (Spatial Association Rule Mining) • روش‌های گروه‌بندی و طبقه‌بندی مکانی (Spatial Clustering) • دیداری سازی مکانی برای داده‌کاوی و کشف دانش • کاربردهای داده‌کاوی مکانی	۲۰
مروری بر ابزارها و نرم‌افزارهای تخصصی در زمینه داده‌کاوی مکانی	۴

مراجع:

- 1- Miller, H.J., Han, J. (2001). Geographic data mining and knowledge discovery, Taylor & Francis, London and New York, 372 pages.
- 2- Kantardzic, M. (2003). Data Mining: Concepts, Models, Methods and Algorithms, IEEE Press, Wiley Interscience, 345 pages.
- 3- Han, J., Kamber, M. (2006). Data Mining: Concepts and Techniques, Elsevier, USA, 770 Pages.
- 4- Shekhar, S., Lu, C.T., Zhang, P. (2006). A Unified Approach to Detecting Spatial Outliers, GeoInformatica, 7:2, 139- 166.
- 5- Mennis, J., Guo, D. (2009). Spatial data mining and geographic knowledge discovery- An introduction, Computer, Environment and Urban Systems, 33, 403- 408.
- 6- Kim, C. (2009). Spatial data mining, Geovisualization, International Encyclopedia of Human Geography, 332- 336.



فیزیک سنجش از دور Physics of Remote Sensing

گرایش: سنجش از دور
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همیناز:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - الزامی
پیشنیاز:

هدف: آشنایی با نور و برهم کنش آن با محیط و رفتار طیفی مواد در سنجش از دور.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
طبیعت تابش الکترومغناطیسی، شناخت طیف الکترومغناطیسی، معادله موج الکترومغناطیسی، معادلات حاکم بر برهمکنش نور و ماده.	۱۰
امواج همدوس، قطبش، پراکنش و شکست امواج، اثر داپلر، جذب، عبور، بازتابندگی	۶
اصطلاحات و یکاهای تابش ستجی، انرژی تابشی، شار تابشی، چگالی شار، شدت تابش، تابندگی	۲
طبیعت تابش های حرارتی، تابش جسم سیاه، تابش توأمان زمین و خورشید	۴
منابع طبیعی تابش، قانون کیرشهف، گیلمنندی	۴
فیزیک، ساختار و مدل سنجنده های ماهواره ای	۸
جذب و پراکنش درجو	۶
برهمکنش سطوح خشکی با امواج الکترومغناطیسی	۳
برهمکنش سطوح دریا با امواج الکترومغناطیسی	۳
قدرت تفکیک طیفی، رادیومتری، زمانی و مکانی و استفاده از آنها	۲

مراجع:

- ۱- مبانی فیزیک در سنجش از دور و فناوری ماهواره (ویرایش دوم) ۱۳۸۹، دکتر محمد رضا مباشری، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
- 2- Quantitative Remote Sensing of Land Surfaces, 2004. Shunlin Liang, JOHN WILEY & SONS. INC. PUBLICATION
- 3- Schowengerdt, R. A., 1997, Remote Sensing Models and Methods for Image processing, 2e, Academic, MA.



فتوگرامتری فضایی Space Photogrammetry

گرایش: فتوگرامتری - سنجش از دور
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - الزامی
پیشنیاز:

هدف: آشنایی دانشجویان با مفاهیم و مدل های ریاضی به منظور استخراج اطلاعات موقعیتی از تصاویر ماهواره ای.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مقدمه • توجیه فتوگرامتری فضایی • مروری بر اطلاعات خام در فتوگرامتری و سنجش از دور	۳
سنجشده های تصویربرداری • انواع مختلف سنجشده ها از نقطه نظر نحوه ثبت تصویر • انواع مختلف سنجشده ها از نقطه نظر هندسه تصویربرداری • انواع مختلف سنجشده ها از نقطه نظر روند توسعه فناوری ○ سیستم های تصویربرداری فتوگرافیک ○ سیستم های تصویربرداری مکانیکی - نوری • مروری بر مأموریت های مهم فضایی از دیدگاه فتوگرامتری فضایی	۴
سکوها ی فضایی • سیستم های مختصات C.T. و C.I. • المان های کپلری و اغتشاشات مداری • انواع مختلف مدارها با تأکید بر مأموریت های فضایی سنجش از دوری ○ Geo- Synchronous Orbits ○ Sun- Synchronous Orbits ○ Exactly Repeating orbits • ارسال اطلاعات به ایستگاه های زمینی	۳
مدل های ریاضی پارامتریک به منظور تصحیح هندسی تصاویر فضایی • فضای تصویر و پالایش آن با تأکید بر تصاویر فضایی • توسعه مدل شرط هم خطی برای تصاویر با هندسه پویا ○ مدل مراکز تصاویر چندگانه ○ مدل پارامترهای اضافه ○ مدل پارامترهای مداری • حل مدل شرط هم خطی - ترفیع فضایی • حل مدل شرط هم خطی با شبه مشاهدات • حل مدل شرط هم خطی - ترفیع فضایی و تقاطع فضایی به صورت همزمان • بک گراندی مدل شرط هم خطی برای تصاویر خاص	۱۴

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
• هندسه ایی پولار در تصویر یا هندسه پویا با تاکید بر تصاویر پوش بروم • چالش های پیش رو در تولید مدل رقومی زمین و تصاویر اورتو از تصاویر با هندسه پویا با تاکید بر تصاویر پوش بروم • تولید DEM و Ortho- image از تصاویر پوش بروم در آزمایشگاه به صورت عملی	
مدل های ریاضی دوبعدی مبتنی بر درون یابی • چند جمله ای دو بعدی فراگیر ○ Ordinary Polynomials ○ Orthogonal Polynomials • جبران اثرات ارتفاعی در مدل های ریاضی دوبعدی • مدل های ریاضی منطقی و محلی	۶
تبدیلات ریاضی پایه در فتوگرامتری فضایی • هندسه پرسپکتیو و تبدیل پروزکتیو • هندسه موازی و تبدیل افاین • اصلاح و توسعه مدل افاین سه بعدی	۳
مدل های ریاضی سه بعدی جایگزین سنجنده (Sensor Replacement Models) • مدل درون یاب شبکه ای (Grid Interpolation Model) • چند جمله ای های سه بعدی • مدل توابع کسری (Rational Function Models- RFM) ○ نرمال سازی و حل ضرایب ❖ روش مستقیم ❖ روش تکرار شونده ❖ روش دیفرانسیلی ○ پایداری سازی ○ مدل توابع کسری مستقل و وابسته به زمین ○ بازسازی سه بعدی با مدل توابع کسری (RFM 3D Reconstruction) • مدل فراگیر هندسه تصویر (Universal Image Geometry Model)	۹
بهینه سازی و اصلاح مدل توابع کسری • مفاهیم و روش های بهینه سازی • بهینه سازی مکاشفای - الگوریتم ژنتیک (Heuristic Optimization- Genetic Algorithm) • بهینه سازی ساختار توابع کسری با الگوریتم ژنتیک • اصلاح و توسعه مدل توابع کسری ○ روش های مستقیم (Direct Refining Methods) ○ روش های غیرمستقیم (Indirect Refining Methods) ❖ در فضای زمین ❖ در فضای تصویر	۶

مراجع:

- 1- Seeber, G., 2003. Satellite Geodesy (2nd completely revised and extended edition), Walter de Gruyter GmbH & Co. Publication, 589 pages.
- 2- Konecny, G., 2014. Geoinformation, Remote Sensing, Photogrammetry, and Geographic Information Systems, CRC Press Publication, 414 pages.



- 3- Li, Z., J. Chen, and S. Baltsavias, 2008. Advances in Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences: 2008 ISPRS Congress Book, CRC Press Publication, 527 pages.
- 4- Li, D., J. Shan, J. Gong, 2009. Geospatial Technology for Earth Observation, Springer Publication, 556 pages.
- 5- McGlone J.C. (editor), 2013. Manual of Photogrammetry, 6th edition, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1372 pages.



سنجش از دور مایکروویو Microwave Remote Sensing

گرایش: سنجش از دور
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - الزامی
پیشنیاز:

هدف: آشنایی دانشجویان دوره دکتری با مبانی و کاربرد های سنجش از دور مایکروویو (فعال و غیر فعال) و اصول آنالیز تصاویر SAR.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مقدمه (مروری بر تاریخچه، تعاریف اولیه و ضرورت استفاده از داده های مایکروویو)	۲
مروری بر اصول فیزیک موج و مایکروویو - معادله موج و اجزاء آن - معادلات قطبش - تداخل امواج	۶
مایکروویو غیر فعال - اصول مایکروویو غیر فعال - کاربردها - سکوها و سنجنده های مایکروویو غیر فعال	۴
اصول مایکروویو فعال - هندسه تصویربرداری راداری (جهت آزمون، جهت رنج، طول مایل، طول افق، دامنه نزدیک، دامنه دور، عرض برداشت، زاویه ارسال و زاویه فرود و ...) - خطاهای هندسی (سایه، کوتاه شدگی و خوابیدگی) - پارامترهای رادار - دقت ها در جهت رنج و آزمون - رادارهای غیر تصویری	۶
تشخیص سیگنال و اصول کلی آنتن و سنسورها - تعریف آنتن و انواع آن و قانون برگشت پذیری آنتن - الگوی تشعشعی آنتن - معادله رادار برای اهداف نقطه ای و توزیع یافته	۳
پارامترهای موثر هدف و محیط اطراف بر روی سیگنال - بررسی پارامترهای سنجنده (زاویه فرود، فرکانس، پلاریزاسیون و جهت دید) - بررسی پارامترهای هدف (زبری، ضریب دی الکتریک، شکل و زاویه فرود محلی ...) - انواع پراکنش	۶
تصاویر راداری و خصوصیات آن - المان های تصویر در پردازش - اسپکل و بررسی پدیده نویز و کاهش نویز در تصاویر SAR	۶



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
• نحوه تشکیل تصویر از داده‌های خام • کالیبراسیون تصویر • مدل داده‌های راداری شامل توزیع دامنه، فاز، شدت و اسپکل	
پلاریمتری راداری • تعریف بیضی پلاریزاسیون، بردار جونز و استوکس • توصیفگرهای پلاریمتریک مرتبه اول • توصیفگرهای پلاریمتریک مرتبه دوم • الگوریتم‌های تجزیه هدف • طبقه‌بندی تصاویر پلاریمتری	۶
تداخل سنجی راداری • اندازه‌گیری ارتفاع زمین در هندسه تداخل سنجی راداری • تداخل نما و اصلاح فاز آن • تکنیک تداخل سنجی تفاضلی به روش سستی • تکنیک پراکنش گرهای دائمی	۵
معرفی سکوها و سنجنده‌های راداری • سنجنده‌های هواپرد و قضاپرد • سنجنده‌های راداری غیر تصویری	۲
کاربردهای مایکروویو فعال	۲

مراجع:

- 1- Woodhouse, I. (2006) Introduction to Microwave Remote Sensing. CRC Press; First Edition, 208 p.
- 2- Richards J. A. (2009) Remote Sensing with Imaging Radar (Signals and Communication Technology). Springer, 381 p.
- 3- Henderson F. M. and Lewis, A. J. (1998) Principles and applications of imaging radar. Third Edition, Vol. 2, John Wiley & Son Inc., NY, 866 p.
- 4- Rees, W.G. (2003) Physical Principles of Remote sensing. Second Edition. Cambridge Press, Cambridge, UK. 343 p.
- 5- Elachi, C. (1988) Spaceborne radar remote sensing: Application and techniques, IEEE press, New York, 255 p.
- 6- Ulaby, F. T., Moore, R. K. and Fung, A. K. 1982. Microwave remote sensing active and passive. Artech House, Ann Arbor Ltd., Vol. I, II, III.
- 7- Sullivan, R. J. (2000) Microwave radar, imaging and advanced concepts. Artech House Pub., Boston, 475 p.
- 8- Elachi, C. and Van Zyl, J. (2006) Introduction to the physics and techniques of Remote Sensing. John Wiley & Son Inc., 552 p.

۹- مبانی سنجش از دور راداری، تالیف: یاسر مقصودی، ساحل مهدوی، انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۴



تشخیص الگو از تصاویر سنجش از دور

Pattern Recognition from Remote Sensing Images

گرایش: سنجش از دور
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (تظری)
نوع درس: تخصصی- الزامی
پیشنیاز:

هدف: آشنایی دانشجویان کارشناسی ارشد با مفاهیم، روش‌ها و کاربردهای بازشناسی الگو و استخراج عوارض از تصاویر رقومی.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مقدمه‌ای بر تشخیص الگو - سیستم‌های تشخیص الگو - فرآیند تشخیص الگو (تصویربرداری، انتخاب ویژگی، انتخاب مدل، آموزش مدل و ارزیابی)	۲
تئوری تصمیم‌گیری بیز - مقدمه‌ای بر تئوری بیز - طبقه‌بندی با استفاده از احتمالات اولیه و احتمالات ثانویه - طبقه‌بندی با استفاده از حداقل کردن ریسک - تابع توزیع نرمال تک متغیره و چند متغیره - توابع discriminant با استفاده از توزیع نرمال - کران چرنوف و فاصله باتاچاریا - آزمون گوسی بودن	۶
برآورد پارامترهای آماری - برآورد به روش بیشینه احتمال (Maximum Likelihood) - روش بیز - روش Expectation Maximization	۶
روش‌های غیر پارامتریک - برآورد تابع چگالی به روش پنجره parzen - برآورد تابع چگالی به روش k همسایه نزدیک	۴
روش‌های آموزش نظارت شده - طبقه‌بندی به روش k همسایه نزدیک - مقدمه‌ای بر طبقه‌بندی با استفاده از شبکه‌های عصبی - طبقه‌بندی به روش ماشین بردار پشتیبان (SVM) - SVM خطی - SVM غیر خطی - کرنل	۱۰
روش‌های آموزش نظارت نشده - اصول خوشه‌بندی - روش k-means - روش fuzzy c-means	۸



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
• خوشه‌بندی به روش سلسله مراتبی • خوشه‌بندی به روش‌های divisive و Agglomerative • روش expectation-maximization algorithm • شاخص‌های اعتبارسنجی خوشه‌بندی	
• طبقه‌بندی کننده‌های بافت مینا • استفاده از اطلاعات مجاورت • الگوریتم Label Relaxation • مدل Markov Random Field	۶
• روش‌های طبقه‌بندی ترکیبی • روش‌های ایجاد یک ترکیب (Bagging, Boosting, AdaBoost) • مکانیسم‌های ترکیب • درخت تصمیم‌گیری • روش جنگل تصادفی	۶

مراجع:

Textbook:

- 1- R. O. Duda, P. E. Hart, D. G. Stork, Pattern Classification, 2nd edition, John Wiley & Sons, Inc., 2000.

Other references:

- 2- S. Theodoridis, K. Koutroumbas, Pattern Recognition, 3rd edition, Academic Press, 2006.
- 3- K. Fukunaga, Introduction to Statistical Pattern Recognition, Academic Press, 1990.
- 4- C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.
- 5- D. Koller, N. Friedman, Probabilistic Graphical Models: Principles and Techniques, MIT Press, 2009.
- 6- A. Webb, Statistical Pattern Recognition, 2nd edition, John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- 7- T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, The Elements of Statistical Learning, Springer, 2003.
- 8- R. Schalkoff, Pattern Recognition: Statistical, Structural and Neural Approaches, John Wiley & Sons, Inc., 1992.
- 9- A. K. Jain, R. C. Dubes, Algorithms for Clustering Data, Prentice Hall, 1988.



طیف سنجی و پردازش داده‌های ابرطیفی Spectrometry and Hyperspectral Data Processing

تعداد واحد: ۳ (نظری)

نوع درس: تخصصی - اختیاری

پیشنیاز: فیزیک سنجش از دور، تشخیص الگو از تصاویر سنجش از دور

گرایش: سنجش از دور

جمع ساعات تدریس: ۴۸

همینا:

هدف: آشنایی با اصول تشکیل، تصحیح، پردازش و استخراج اطلاعات از تصاویر ابرطیفی سنجش از دور.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مروری بر اصول طیف‌سنجی • مفاهیم فیزیکی و یکاهای طیف‌سنجی • طیف‌سنجی آزمایشگاهی و میدانی ○ مدل عملکرد دستگاه‌های طیف‌سنج ○ روش‌های اندازه‌گیری ❖ پیکربندی: تک واحدی، دو واحدی ❖ هندسه: دو مخروطی، کسینوسی مخروطی ○ عوامل محیطی موثر بر طیف‌سنجی و ملاحظات اجرایی • کتابخانه‌های طیفی و ماهیت اطلاعات جانبی • معرفی کتابخانه‌های طیفی مهم	۸
معرفی داده‌های ابرطیفی و انواع تصحیحات آن • ماهیت تصاویر ابرطیفی (نحوه تشکیل تصویر و عوامل موثر بر آن) • تصحیحات تصویر: ضرورت، انواع، روش‌ها • معیارهای رادیومتریک عملکرد یک سیستم ابرطیفی • کالیبراسیون دقیق (فیزیکی) ○ تصحیح اثرات طیف خورشیدی ○ مدل‌های تصحیحات جوی ○ مدل‌های فیزیکی (Radiative Transfer Models) مثل 6S, FLAASH, ATCOR و ATREM ○ مدل‌های تصحیحات توپوگرافی • مدل‌های تجربی یا تصویرمبنا ○ روش خط تجربی (EML) Empirical Line Method ○ روش بازتاب نسبی میانگین (IARR) Internal Average Relative Reflectance ○ روش منطقه همگن (FFC) Flat Field Correction ○ مدل‌های تصحیحات توپوگرافی ○ نرمالسازی Data Normalization	۳
پیش‌پردازش و کاهش ابعاد داده‌های ابرطیفی • پیش‌پردازش داده‌های ابرطیفی	۹



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
○ کشف مشاهدات اشتباه و حذف باندهای نویزی ○ حذف پیوستار Continuum Removal ○ نرم‌سازی و کاهش نویز ○ مشتقات طیفی (روش عددی، روش برازش چندجمله‌ای) ○ کدگذاری اطلاعات طیفی ○ کشف و استخراج ویژگی‌های طیفی (موقعیت، عمق، مساحت و تقارن باندهای جذبی) • انتخاب ویژگی (Feature Selection) ○ معیارهای انتخاب ویژگی ○ روش‌های کاهش ابعاد و تولید زیرمجموعه‌ای از ویژگی‌ها (Feature reduction) • استخراج ویژگی (Feature Extraction) ○ روش‌های استخراج ویژگی بدون نظارت (Unsupervised) ○ روش‌های استخراج ویژگی با نظارت (Supervised)	
استخراج مشخصات کمی عوارض از داده‌های ابرطیفی • بررسی همبستگی آماری کمیت مورد نظر با باندها یا ویژگی‌های طیفی • مدلسازی کمیت مورد نظر از روی باندها یا ویژگی‌های طیفی همبسته ○ برازش خطی Linear Regression ○ برازش مولفه‌های اصلی Principal Component Regression ○ برازش کمترین مربعات جزئی Partial Least Square Regression ○ برازش غیرخطی Non-Linear Regression • معیارهای ارزیابی دقت برازش و تست‌های آماری مربوطه	۴
طبقه‌بندی تصاویر ابرطیفی • فضاهای مختلف در پردازش داده‌های ابرطیفی (فضای تصویر، فضای طیفی، فضای ویژگی، فضای پدیده) • دیدگاه‌های مختلف در طبقه‌بندی داده‌های ابرطیفی ○ روش‌های داده‌مینا (Data Centered)، روش‌های تصویرمینا (Image Centered) ○ روش‌های نظارت‌شده، روش‌های بدون نظارت ○ روش‌های قطعی، روش‌های فازی ○ طبقه‌بندی، شناسایی اهداف، کشف ناهنجاری، کشف تغییرات ○ تشخیص موضوعی پدیده‌ها، تخمین کمی پارامترهای یک پدیده • طبقه‌بندی کننده‌های سنتی - محدودیت‌ها و روش‌های مقابله • معرفی طبقه‌بندی کننده‌های مدرن	۶
شناسایی عوارض از طریق تفسیر طیفی داده‌های ابرطیفی • جستجو و تطبیق طیفی ○ جستجو بر مبنای کدگذاری طیفی ○ جستجو بر مبنای ویژگی‌های جذبی (روش Spectral Feature Fitting) ○ جستجو بر مبنای معیارهای شباهت/عدم شباهت طیفی • معیارهای تمایز طیفی (بررسی تطابق یا عدم تطابق یک طیف با مجموعه‌ای از طیف‌های مرجع)	۵



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
شناسایی اهداف (Target Detection) • معرفی مفهوم Information processed Matched Filter (IPMF) • تکنیک‌های تصویر به زیرفضای قائم (Orthogonal Subspace Projection) A priori OSP ○ A posteriori OSP ○ • تکنیک‌های کمینه واریانس مقید خطی (Linearly Constrained Minimum Variance) Constrained Energy Minimization (CEM) ○ Target Constrained Interference Minimized Filter (TCIMF) ○ • تکنیک‌های آماری (Adaptive coherence/cosine estimator (ACE)) ○	۵
کشف ناهنجاری (Anomaly Detection) • الگوریتم‌های مبتنی بر روش Reed- Xiaoli (RX) • الگوریتم‌های مبتنی بر مدل اختلاط گوسی (Gaussian Mixture Model- Based Anomaly Detectors) • الگوریتم‌های مبتنی بر زیرفضاهای طیفی (Subspace Based Anomaly Detectors)	۳
جداسازی طیفی (Unmixing) • مسئله اختلاط طیفی و تعریف اجزاء خالص • مدل‌های اختلاط طیفی خطی و غیر خطی • مراحل اصلی جداسازی طیفی • تخمین ابعاد داده‌های ابرطیفی Virtual Dimensionality of Hyperspectral Data • الگوریتم‌های استخراج اجزاء خالص ○ روش‌های پارامتریک (UNCLS, UVQ, UTGP و ...) ○ روش‌های مبتنی بر تفسیر هندسی (SMACC, SPA, N- Finder, PPI و ...) ○ استفاده از اطلاعات مکانی تصویر در شناسایی اجزاء خالص (روش‌های مورفولوژیک) • الگوریتم‌های معکوس Inversion Algorithms Un- Constrained ○ Sum to One Constrained ○ Non- Negativity Constrained ○	۵

مراجع:

- 1- Chein I. Chang.2007. Hyperspectral Data Exploitation, John Wiley, ISBN: 978- 0- 471- 74697- 3
- 2- Chein I. Chang.2006. Recent Advances in Hyperspectral and Signal Processing, Transworld Research Network, ISBN: 81- 7895- 218- 1
- 3- C. I. Chang, Hyperspectral Imaging: Techniques for Spectral Detection and Classification, New York: Kluwer Academic, 2003.
- 4- Fukunaga, K., 1990. Introduction to Statistical Pattern Recognition. Academic Press.
- 5- Richards A. J. , Xiuping J., 200, 4th Edition, Remote Sensing Digital Image Analysis, Springer, ISBN- 10 3- 540- 25128- 6



سنجش از دور حرارتی Thermal Remote Sensing

گرایش: سنجش از دور
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی- اختیاری
پیشنیاز: فیزیک سنجش از دور

هدف: آشنایی دانشجویان کارشناسی ارشد با مبانی تئوری سنجش از دور حرارتی و کاربردهای آن.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مقدمه‌ای بر سنجش از دور حرارتی • مبانی • طیف الکترومغناطیسی • تاریخچه سنجش از دور حرارتی • نواحی سنجش از دور حرارتی در طیف • پنجره‌های جوی در فروسرخ حرارتی • ناحیه طیفی حساس به بخار آب جوی	۵
اصول سنجش از دور حرارتی • قوانین فیزیکی انتقال انرژی و تابش • جسم سیاه و قانون پلانک • قانون استفان بولتزمن • قانون جابجایی وین- استفان • گسیلندگی • گسیلندگی طیفی • روش‌های محاسبه گسیلندگی طیفی و پهن باند • اثر پیکسل‌های مختلط بر گسیلندگی • دمای درخشندگی • مشخصات حرارتی سطح زمین و اجسام • روش‌های استخراج دمای واقعی از باندهای حرارتی	۱۱
اخذ داده‌های سنجش از دور حرارتی و تفسیر • آشنایی با سنجنده‌های فرو سرخ حرارتی ○ لندست ○ استر ○ مادیس ○ MISR ○ AVHRR • داده‌های شب و روز • تصویربرداری‌های حرارتی	۱۱



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
○ چندطیفی ○ ابرطیفی • بررسی خطا در سنجنده‌های حرارتی	
تجهیزات میدانی سنجش از دور حرارتی • طیف‌سنجی حرارتی آزمایشگاهی و میدانی • پرنده‌های بدون سرنشین و سنجش از دور حرارتی • تلفیق تصاویر حرارتی و تصاویر بازتابی سنجش از دور	۶
پردازش و آنالیز تصاویر حرارتی • تصحیحات هندسی • تصحیحات رادیومتریک و جوی • پردازش و آنالیز داده‌های سری زمانی حرارتی • اعتبارسنجی نتایج	۴
چند نمونه از کاربرد سنجش از دور حرارتی در علوم زمین • تشخیص و ماسک ابر • کشف حریق در جنگل و منابع طبیعی • جزایر حرارتی شهری • کاربرد در زلزله • کاربرد در معدن • ارزیابی خسارات وارده به محصولات کشاورزی • رطوبت خاک و محاسبه تبخیر و تعرق • بیلان انرژی • پایش آلودگی با استفاده از باندهای حرارتی • LST • SST	۱۱

مراجع:

- 1- John R. Jensen, Remote Sensing of environment, 592 pages, 2007.
- 2- Dale A. Quattrochi, Jeffrey C. Luvall, Thermal Remote Sensing in Land Surface Processing, 440 pages, 2005.
- 3- Kuenzer, C. and S. Dech, 2013, Thermal Infrared Remote Sensing – Sensors, Methods, Applications. Remote Sensing and Digital Image Processing Series. Volume 17, 572 pp., ISBN 978- 94- 007- 6638- 9.
- ۴- کانظم علوی پناه، ۱۳۸۸. سنجش از دور حرارتی و کاربرد آن در علوم زمین. نشر دانشگاه تهران، ۵۲۴ صفحه، شابک: 978- 964- 03- 5363- 9



کاربردهای سنجش از دور در مطالعات شهری Applications of Remote Sensing in Urban Studies

گرایش: سنجش از دور
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - اختیاری
پیشنیاز:

هدف: آشنایی دانشجویان کارشناسی ارشد با مبانی تئوری سنجش از دور شهری و کاربردهای آن.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مقدمه و مباحث تئوریک در زمینه کاربرد شهری سنجش از دور	۹
• ساختار ابنیه شهری و نحوه شکل گیری آنها • تعریف مناطق شهری • تعریف زیرساخت‌های مناطق شهری • مفاهیم طبقه تصاویر اخذ شده در مناطق شهری • مفاهیم مکانی و زمانی عوارض شهری در تصاویر اخذ شده	
بررسی و ارزیابی سیستم‌های پردازش تصاویر سنجش از دوری در زمینه کاربردهای شهری	۳
طبقه بندی مناطق شهری و استخراج کاربری • تعریف استاندارد لایه های شهری و عوارض • شناسایی و استخراج لایه ها و عوارض مناطق شهری • تهیه نقشه توپوگرافی از مناطق شهری با استفاده از داده های هوایی و فضایی • تهیه نقشه موضوعی از مناطق شهری با استفاده از داده های هوایی و فضایی • طبقه بندی نواحی شهری بر اساس کیفیت زندگی • طبقه بندی و تخمین جمعیت شهری با استفاده از سنجش از دور	۱۸
تشخیص تغییرات در مناطق شهری	۴
قطعه بندی و آنالیز شی گرای تصاویر فضایی در محدود شهری	۴
تلفیق داده های سنجش از دور در مناطق شهری	۴
بررسی و آنالیز توسعه محدوده های شهری در مناطق مختلف	۲
اتجام یک پروژه کاربردی سنجش از دور در محدوده های شهری	۴

مراجع:

- 1- Rashed, Tarek, Jürgens, Carsten, Remote Sensing of Urban and Suburban Areas, 2010, 352pages
- 2- Qihaoweng, Dale A. Quattrochi, Urban Remote Sensing, 2006 by CRC Press, 432 Pages
- 3- George Z. Xian, Remote Sensing Applications for the Urban Environment, 2015 by CRC Press, 220 Pages
- 4- John Jensen, Remote Sensing of the Environment, 2007, 583 pages.



کاربردهای سنجش از دور در مدیریت بلایای طبیعی Remote Sensing Applications in Natural Disaster Management

گرایش: سنجش از دور
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - اختیاری
پیشنیاز:

هدف: آشنایی دانشجویان کارشناسی ارشد با کاربرد سنجش از دور در شناسایی، پیش بینی و برآورد میزان تخریب ناشی از بلایای طبیعی می باشد.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مقدمه - مقدمه ای بر انواع بلایای طبیعی - ضرورت استفاده از سنجش از دور در بلایای طبیعی	۲
کاربرد سنجش از دور در زلزله - ارزیابی سنجنده ها (لایدار، رادار، اپتیک) - پیش پردازش ها - شناسایی و ارزیابی تخریب عارضه ساختمان - شناسایی و ارزیابی تخریب شریان های حیاتی - تولید نقشه تخریب	۸
کاربرد سنجش از دور در سیل (لایدار، رادار، اپتیک) - ارزیابی سنجنده ها - پیش پردازش ها - پیش بینی وقوع سیل قبل از وقوع - شناسایی محدوده سیل حین وقوع - برآورد میزان تخریب بعد از وقوع سیل - هدایت عملیات امداد و نجات قبل از وقوع و حین وقوع سیل	۸
کاربرد سنجش از دور در آتش سوزی جنگل ها - ارزیابی سنجنده ها (لایدار، رادار، اپتیک) - پیش پردازش ها - بررسی فیزیکی پدیده آتش - پیش بینی وقوع آتش در جنگل ها - شناسایی آتش در جنگل - پیش بینی گسترش آتش و مدل آن - برآورد میزان تخریب بعد از وقوع آتش - بررسی پارامترهای محیطی در وقوع آتش - هدایت عملیات امداد و نجات قبل از وقوع و حین وقوع آتش	۹



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
کاربرد سنجش از دور در پدیده ریزگردها • ارزیابی سنجنده‌ها (لایدار، رادار، اپتیک) • پیش‌پردازش‌ها • بررسی فیزیکی پدیده گرد و غبار • پیش‌بینی وقوع ریزگردها • شناسایی منبع ریزگردها • پایش ریزگردها و تراکم آنها • بررسی پارامترهای محیطی بر تراکم ریزگردها و مسیر آن • تولید نقشه محدوده خطر ریزگردها برای اهداف سلامت جامعه	۸
دیگر بلایای طبیعی (سونامی، فرونشست، وقوع بهمن و ...)	۴
ابزارهای محاسباتی پیشرفته در سنجش از دور کاربردی بلایای	۳
بررسی سیستم‌های کاربردی سنجش از دوری موجود در زمینه بلایای طبیعی	۲
انجام یک پروژه در سنجش از دور کاربردی بلایای طبیعی	۴

مراجع:

- 1- Bikila Teklu Wodajo, 2009. Geospatial Analysis of Spaceborne Remote Sensing Data for Assessing Disaster Impacts and Modeling Surface Runoff in the Built- environment, University of Mississippi, 430 pages. ISBN: 1109175795, 9781109175790
- 2- John C. Pine, 2014. Natural Hazard Analysis: Reducing the impact of Disasters; CRC Press, 338 pages. ISBN 9781482228915
- 3- Tarek Abushufa, 2011. Evaluating Different Remote Sensing Techniques for Detection of Saharan Dust and Characterisation of Dust Sources, King's College London (University of London), 708 pages.
- 4- Venkat Lakshmi, 2016. Remote Sensing of Hydrological Extremes, Springer, 251 pages. ISBN: 978- 3319437439.
- 5- Anupam Pandey, 2012. Flood Damage Assessment: A Remote Sensing and GIS Approach, LAP LAMBERT Academic Publishing, 192 pages. ISBN: 978- 3659150210.
- 6- John J. Qu, William Sommers, Ruixin Yang, Allen Riebau, Menas Kafatos, 2013. Remote Sensing Modeling and Applications to Wildland Fires, Springer, 374 pages, ISBN: 978- 3642325298.
- 7- Rees, W. G., 2013. Physical Principles of Remote Sensing, Cambridge University Press, 460 pages. ISBN: 9780521181167.
- 8- Jonathan Li, Sisi Zlatanova, Andrea Fabbri (Eds.), 2007. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography: Geomatics Solutions for Disaster Management, Springer publications, 405 pages, ISBN 13 978- 3- 540- 72106- 2.
- 9- Shailesh Nayak, Sisi Zlatanova (Eds.), 2008, Environmental Science and Engineering: Remote Sensing and GIS Technologies for Monitoring and Prediction of Disasters, 266 pages, ISBN: 978- 3- 540- 79258- 1.



کاربردهای سنجش از دور در زمین شناسی و پوشش گیاهی

Applications of Remote Sensing in Geology and Vegetation

گرایش: سنجش از دور
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - اختیاری
پیشنیاز:

هدف: آشنایی دانشجویان کارشناسی ارشد با مفاهیم، روش‌ها و کاربردهای سنجش از دور در حوزه مطالعات زمین‌شناسی و پوشش‌های گیاهی.

شرح درس:

عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
مقدماتی بر مطالعات زمین‌شناسی - کانی‌ها و صخره‌ها - ویژگی‌های ساختاری و طیفی کانی‌ها - روش‌های مطرح زمین‌شناسی در مطالعه کانی‌ها - خاک و تعامل انرژی با آن - پاسخ طیفی خاک و عوامل موثر بر آن	۴
مقدماتی بر طیف‌سنجی کانی‌ها - مفاهیم اولیه در اسپکتروسکوپی کانی‌ها - عوامل جذب - فرایندهای پراکنش	۴
روش‌های تحلیلی در سنجش از دور چندطیفی زمین‌شناسی - شناسایی گسل‌ها و شکستگی‌ها - اهمیت داده‌های استر در مطالعات زمین‌شناسی - شناسایی صخره‌های هیدروترمال - مراحل پردازش تصویر - روش‌های متداول - نسبت‌های باندی، شاخص‌های طیفی، طبقه‌بندی و گرادین‌های طیفی	۶
روش‌های تحلیلی در سنجش از دور ابرطیفی زمین‌شناسی - مقدماتی بر سنجش از دور ابرطیفی در زمین‌شناسی - پیش‌پردازش‌ها - تکنیک‌های انطباق طیفی در زمین‌شناسی - تکنیک‌های جزء پیکسل در زمین‌شناسی - اکتشاف کانی‌ها در مناطق پوشیده از گیاه	۸
بررسی ویژگی‌های طیفی گیاهان - مروری بر ساختار فیزیکی - شیمیایی برگ - فاکتورهای اساسی در بازتاب از سطح برگ	۶



عنوان سرفصل ها	ساعات ارائه
• تعامل امواج با پوشش گیاهی • محدوده نوری • محدوده مادون قرمز نزدیک • محدوده مادون قرمز میانی	
مشخصه‌های طیف بازتابندگی پوشش گیاهی: تابع توزیع بازتابندگی دوراستایی (BRDF) • LAI(Leaf Area Index) • LAD(Leaf Area Density) • DBH(Diameter Base Height) • BRDF(Bidirectional Reflectance Distribution Function)	۴
مروری بر مدل‌های انتقال تابشی برگ • مدل‌های انتقال تابشی در سطح برگ • مدل PROSPECT • مدل‌های انتقال تابشی در سطح تاج پوشش • مدل SAIL • مدل Li- Strahler	۴
مطالعه ویژگی‌های زمانی رفتار برگ • مطالعه چرخه‌های فتولوژیک پوشش‌های گیاهی • مطالعه سری زمانی تصاویر در دوره‌های رشد پوشش گیاهی • کشف تغییرات • مطالعه زیست توده پوشش‌های گیاهی	۲
شاخص‌های گیاهی • شاخص‌های چندطیفی • نسبت‌های باندی ابرطیفی	۶
مطالعه سلامت پوشش گیاهی و مانیتورینگ پوشش‌ها • رگرسیون شاخص‌های پوشش گیاهی با شاخص‌های خشکی گیاهان • استفاده از شاخص‌های پوشش گیاهی و دمای ظاهری به منظور شناسایی مناطق خشکسالی • مطالعه اقل‌ها در پوشش‌های گیاهی • طبقه‌بندی چند زمانه و روش‌های سلسله مراتبی جهت تفکیک محصولات کشاورزی	۴

مراجع:

Textbook:

- 1- J. R. Jensen, Remote Sensing of the Environment. United states of America: Pearson Prentice Hall, Inc., 2007

Other references:

- 2- R. N. Clark, "Spectroscopy of Rocks and Minerals, and Principles of Spectroscopy " Manual of Remote Sensing, vol. 3, pp. 3- 58, June 25, 1999 1999
- 3- J. C. R. F.E. Nicodemous, J.J. Hsia, "Geometrical Considerations and Nomenclature for Reflectance," Dr. Sidney Harman, Under Secretary Jordan J. Baruch, Assistant Secretary for Science and Technology, U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE, Juanita M. Kreps, Secretary 1997
- 4- Van der Meer, F.D., 2012. Multi- and Hyperspectral geologic remote sensing: A review, International Journal of Applied earth observation and geoinformation.



- 5- Schaepman- strub, G., Schaepman, M.E., Painter, T.H., Dangel, S., Martonchick, J.V., 2006. Reflectance Quantities in Optical Remote sensing- Definition and case studies, Remote Sensing of environment.
- 6- Sabins, F.F., 1999. Remote Sensing for mineral exploration, ORE GEOLOGY REVIEWS, Elsevier's Science.
- 7- Milton, E.J., 1987. Principles in field spectroscopy, Review article, INT. J REMOTESENSING.
- 8- Milton, E.J., Schaepmann, M.E., Anderson, K., Kneubler, M., Fox, N., 2009. Progress in field spectroscopy, Remote Sensing of environment.
- 9- "Introduction to physical geology book, Thompson & Turk,
- 10- Liang, Shunlin. Quantitative remote sensing of land surfaces. Vol. 30. John Wiley & Sons, 2005.
- 11- Jones, Hamlyn G., and Robin A. Vaughan. Remote sensing of vegetation: principles, techniques, and applications. Oxford university press, 2010.



سنجش از دور پارامترهای جوی Remote Sensing of Atmospheric Parameters

گرایش: سنجش از دور
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همیناز:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی- اختیاری
پیشنیاز: فیزیک سنجش از دور

هدف: آشنایی دانشجویان کارشناسی ارشد با مبانی تئوری سنجش از دور پارامترهای جوی و کاربردهای آن.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مقدمه ای بر فیزیک و دینامیک جو - مدار زمین و فصول، عقب افتادگی فصول - ساختار شیمیایی جو - ساختار دمایی جو - ساختار رطوبتی جو - ترمودینامیک جو، تحول های جوی، تحول آدیاباتیک، نقطه میعان، دمای تر، دمای شبنم، دمای پتانسیل خشک، دمای پتانسیل هم ارز، تولید ابر، نمودار اشویه، ردگیری توده های جوی - رطوبت مطلق، نم ویژه، نسبت آمیزه، رطوبت نسبی - هم مقدارها و نیروهای گرادیان و کوریولیس - انواع پادها و جبهه های جوی - آشنایی با انواع ابرها - گردش عمومی جو	۱۰
آشنایی با داده های ایستگاه های سینوپتیک - تجهیزات جمع آوری داده های جوی در ایستگاه های سینوپتیک و دقت آن ها - پارامترهای مورد اندازه گیری در ایستگاه های سینوپتیک و دوره تناوب آن ها - کدها و نحوه شناسایی ایستگاه های سینوپتیک در سطح جهان - آشنایی با رادیو سوند و رادارهای هواشناسی	۸
اصول فیزیک سنجش از دور پارامترهای جوی - جسم سیاه و قانون پلانک - قانون استفان بولتزمن - قانون جابجایی وین- استفان - گسیلندگی سطوح - گسیلندگی طیفی و باندهای سنجنده های مختلف - قوانین فیزیک در انتقال انرژی و تابش در جو - روزنه های جوی و کاربرد آنها در اصلاح اثر جو	۱۰
آشنایی با الگوریتم های تفسیر و استخراج اطلاعات جوی از تصاویر ماهواره ای - ضخامت نوری (عمق اپتیکی) و روش های محاسبه و استخراج از تصاویر - استخراج اطلاعات از باندهای حساس به بخار آب جوی در سنجنده های مختلف اپتیکی، حرارتی و	۲۰



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
- مایکروویو - استخراج اطلاعات در رابطه با سایر گازهای جوی در سنجنده‌های مختلف - استخراج اطلاعات در رابطه با هواویزهای جوی و روشهای تشخیص آنها - استخراج اطلاعات در رابطه با ابر و خصوصیات فیزیکی آنها از تصاویر ماهواره‌ای در باندهای مختلف - روش‌های تشخیص ابر در مقیاس زیر پیکسل - روش‌های استخراج پروفایل دما و رطوبت جو - روش‌های تشخیص و استخراج اطلاعات وارونگی، منابع آلاینده، ساختار دینامیکی طوفان‌ها، پروفایل فشار، فشار و دمای بالای جو - آشنایی با روش‌های اصلاح اثر جو در تصاویر ماهواره‌ای	

مراجع:

- ۱- هواشناسی عمومی. هاریس رابرت بایرز، ترجمه تاج‌الدین بنی‌هاشم، بهروز حاجی، علیرضا بهروزیان. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۷.
- ۲- آشنایی با فیزیک هوا. محمدرضا مباشری. انتشارات بهنشر (آستان قدس رضوی) ۱۳۷۹.
- ۳- مبانی فیزیک در سنجش از دور و فناوری ماهواره. محمدرضا مباشری. انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی. ۱۳۹۳. چاپ سوم
- 4- Stanley Q Kidder; Thomas H VonderHaar. 1995. Satellite meteorology: an introduction. San Diego: Academic Press, ©1995.



پویشگرهای لیزری پیشرفته: پردازش و کاربردها
Advanced Laser Scanners: Processing and Applications

گرایش: سنجش از دور
 جمع ساعات تدریس: ۴۸
 همیاز:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
 نوع درس: تخصصی - اختیاری
 پیشنیاز:

هدف: آشنایی دانشجویان کارشناسی ارشد با پویشگرهای لیزری و پردازش‌های پیشرفته آن در فتوگرامتری و سنجش از دور.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مقدمه‌ای بر پویشگرهای لیزری • بررسی جایگاه پویشگرهای لیزری در مقایسه با دیگر سنجنده‌های سنجش از دور • کاربردهای پویشگرهای لیزری • مقایسه محصولات فتوگرامتری و سنجش از دوری فعال و غیر فعال با محصولات حاصل از پردازش داده‌های پویشگرهای لیزری	۳
انواع پویشگرهای لیزری و ویژگی‌های آنها • قواعد الکترو مغناطیسی حاکم بر پویشگرهای لیزری • فاصله سنجی لیزری ودقت آن • خصوصیات بنیادی داده‌های پویشگرهای لیزری • بررسی انواع پویشگرهای لیزری و خصوصیات آنها ○ پویشگرهای لیزری زمینی ○ پویشگرهای لیزری هوایی توپوگرافی چند برگشتی ○ پویشگرهای لیزری هوایی توپوگرافی موج پیوسته ○ پویشگرهای لیزری هوایی هیدروگرافی ○ پویشگرهای لیزری اتمسفری ○ پویشگرهای لیزری اقیانوس‌شناسی ○ پویشگرهای لیزری دستی	۴
مراحل کلی اخذ، پردازش داده‌ها و اصول اندازه گیری	۲
پیش پردازش‌های داده‌های پویشگرهای لیزری	۲
فیلترینگ داده‌های پویشگرهای لیزری و تولید زمین لخت • الگوریتم BVMS • الگوریتم Progressive TIN densification • الگوریتم Morphological Filter/Slope Based Filter • الگوریتم Morphological filter • بررسی و آنالیز یک الگوریتم جدید فیلترینگ لایدار • ارزیابی خصوصیات الگوریتم‌های فیلتر کردن	۴
اجزمنت نوارها و زمین مرجع نمودن داده‌ها	۴



ساعات ارائه	عنوان سرفصل
۶	هندسه و کالیبراسیون سیستم‌های پوششگرهای لیزری
۲۰	پردازش‌های پیشرفته داده‌های لیزری • در مباحث جنگل و گیاه • در مباحث خطوط انتقال انرژی • در مباحث شهری (استخراج و مدل‌سازی ساختمان) • در مباحث شهری (استخراج راه) • در مباحث پالایشگاه و آثار باستانی • در مباحث نقشه برداری همراه (Mobile Mapping)
۳	کنترل کیفیت و آنالیز دقت محصولات

مراجع:

- 1- Jie Shan and Charles K. Toth, Topographic laser ranging and scanning : principles and processing, 300 pages, 2009
- 2- Zhilin Li, Qing zhu, Christopher Gold, 2005, Digital Terrain Modeling: Principles and Methodology, CRC press.
- 3- Earl F. Barkholder, 2008, The 3D Global Spatial data model, CRC press.
- 4- George Vosselman, Hans- Gerd Maas, Airborne and Terrestrial Laser Scanning, 342 pages, 2010



پردازش و مدل‌سازی ابر نقاط سه بعدی 3D Point Cloud Processing and Modeling

گرایش: فتوگرامتری - سنجش از دور
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - اختیاری
پیشنیاز:

هدف: آشنایی دانشجویان با تئوری و مبانی پردازش ابر نقاط و چگونگی استخراج اشیاء و مدل‌سازی از ابر نقاط.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مقدمه‌ای بر پردازش ابر نقاط • ضرورت پردازش ابر نقاط • کلیات پردازش ابر نقاط • معرفی PCL و آشنایی با برنامه‌نویسی پردازش ابر نقاط • کاربردها	۴
نمونه‌برداری و انتخاب نقاط کلیدی • Sampling • Subsampling • resampling	۳
فشرده‌سازی و وفشاری (Compression and decompression) • باز نمونه‌گیری (Resampling) • فیلترینگ • تهیه Look Up Table ○ کمی‌سازی برداری (Vector Quantization) ○ تولید دفترچه کد (Codebook) • ذخیره‌سازی سلسله‌مراتبی (Hierarchy) • وفشاری (Decompression)	۸
تشخیص اشیاء • استخراج عوارض • توصیف ابر نقطه • تناظریابی • هم‌مرجع‌سازی • الگوریتم ICP (Iterative Closet Point)	۸
تولید مدل رقومی سطح از ابر نقاط • انواع مدل سه بعدی • مدل‌سازی در داخل ابر نقطه • تولید پلات دو بعدی • تولید پلات سه بعدی	۱۰



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
• روش‌های تولید mesh • بازسازی سه بعدی اتوماتیک	
تولید بافت روی مدل سه بعدی (Visualization) • نمایش ابر نقطه به فرم تصویر عمق • رندرینگ سه بعدی • تلفیق ابر نقطه و تصویر • ایجاد بافت	۶
مدلسازی سه بعدی ساختمان‌ها • روندها اتوماتیک تشخیص عوارض ساختمان ○ در ○ پنجره ○ سقف ○ کف و طبقات ○ دیوار • نرم افزارهای پردازش ابر نقطه ○ Cyclone ○ Geomagic	۹

مراجع:

- 1- Roy L. Streit, 2010, Poisson Point Processes: Imaging, Tracking, and Sensing, ISBN 978- 1- 4419- 6922- 4, 280 pages. (Book)
- 3- Raphaële Héno and Laure Chandelier, 2014, 3D Modeling of Buildings: Outstanding Sites, First Edition, Chapter 5: Point Cloud Processing, Published by ISTE Ltd and John Wiley & Sons, Inc.
- 4- Ruwen Schnabel, 2009, Efficient Point- Cloud Processing with Primitive Shapes, Bonn University, Germany, PhD Thesis.



منطق فازی و شبکه‌های عصبی در فتوگرامتری و سنجش از دور

Fuzzy Logic and Artificial Neural Networks in Photogrammetry and Remote Sensing

گرایش: فتوگرامتری - سنجش از دور
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - اختیاری
پیشنیاز:

هدف: آشنایی دانشجویان با مبانی تئوری شبکه‌های عصبی و منطق فازی و زمینه‌های کاربردی آن در فتوگرامتری و سنجش از دور.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
منطق فازی - مقدمه‌ای بر منطق فازی - مجموعه‌های فازی و عملیات اساسی بر روی مجموعه فازی - عملگرهای فازی اشتراک و اجتماع فازی - روابط فازی و اصل توسعه - قواعد فازی و متغیرهای زبانی - استنتاج فازی و پایگاه قوانین - فازی ساز و غیر فازی ساز - کاربرد منطق فازی در طبقه بندی تصاویر فتوگرامتری و سنجش از دور - کاربرد منطق فازی در شناسایی لبه‌ها در تصاویر فتوگرامتری و سنجش از دور - کاربرد منطق فازی در یکنواخت سازی هیستوگرام	۲۲
شبکه‌های عصبی - مقدمه‌ای بر شبکه‌های عصبی و شبکه پرسپترون - توابع فعالیت، تابع هزینه و ابعاد شبکه - آموزش شبکه‌های عصبی مصنوعی - الگوریتم پس از انتشار خطا Back Propagation - شبکه‌های خود سازمانده SOM - شبکه‌های Hopfield - شبکه‌های RBF - بررسی نحوه انتخاب پارامترهای شبکه - کاربرد شبکه‌های عصبی در طبقه بندی تصاویر فتوگرامتری و سنجش از دور - کاربرد شبکه‌های عصبی در تقریب توابع - کاربرد شبکه‌های عصبی در شناسایی لبه‌ها	۲۰
سیستم‌های نرو- فازی در فتوگرامتری و سنجش از دور	۶
انجام یک پروژه در یکی از کاربردهای شبکه‌های عصبی و فازی در فتوگرامتری و سنجش از دور	...



مراجع:

- 1- Arun D. Kulkarni, Computer Vision and Fuzzy- Neural Systems Prentice Hall, 2001, 503 pages.
- ۲- محمد باقر منهاج، ۱۳۹۳، هوش محاسباتی - جلد اول: مبانی شبکه های عصبی، نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۷۱۶ صفحه شابک: 978-964-463-087-3
- ۳- محمد باقر منهاج، ۱۳۹۴، هوش محاسباتی - جلد سوم: محاسبات فازی، نشر دانش نگار، ۶۴۰ صفحه شابک: 978-964-5777-91-1



اصول کالیبراسیون دوربین‌های هوایی و فضایی از دیدگاه مهندسی فتوگرامتری و سنجش از دور
Calibration of Aerial and Space Cameras From Photogrammetry and Remote Sensing
Point of View

گرایش: فتوگرامتری - سنجش از دور
 جمع ساعات تدریس: ۴۸
 همیاز:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
 نوع درس: تخصصی - اختیاری
 پیشنیاز:

هدف: آشنایی دانشجویان دوره کارشناسی ارشد و دکتری با مفاهیم و اصول کلی کالیبراسیون هندسی و رادیومتری دوربین‌های هوایی و فضایی در محدوده نور اپتیک و مادون قرمز نزدیک.

شرح درس:

عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
مروری بر فرآیند طراحی و ساخت دوربین‌های سنجش از دوری	۳
بررسی وضعیت فعلی ماهواره‌های عملیاتی با مأموریت فتوگرامتری و سنجش از دور از نقطه نظر فنی	۱,۵
ضرورت، اهداف و مفاهیم اصلی کالیبراسیون دوربین‌های هوایی و فضایی	۱,۵
استانداردها و دستورالعمل‌های کالیبراسیون	۱,۵
انواع کالیبراسیون از دیدگاه محیط انجام کار • کالیبراسیون آزمایشگاهی • کالیبراسیون میدانی • کالیبراسیون درون سنجنده‌ای	۳
انواع کالیبراسیون از دیدگاه نوع سکو • کالیبراسیون سنجنده‌های هوایی • کالیبراسیون سنجنده‌های ماهواره‌ای	۳
تجهیزات مورد نیاز کالیبراسیون	۳
سایت‌های کالیبراسیون میدانی و ویژگی‌های آنها	۱,۵
کالیبراسیون هندسی دوربین‌های تصویربرداری (با آرایش صفحه‌ای و خطی) • شکل و اندازه پیکسل • کالیبراسیون فاصله کانونی • اعوجاجات عدسی • قدرت تفکیک مکانی عدسی‌ها و سیستم تصویربرداری • تعیین مختصات نقطه اصلی	۶
کالیبراسیون رادیومتریکی و طیفی سنجنده‌های تصویربرداری • کارایی سنجنده در تشکیل تصویر • کالیبراسیون رادیانس	۹



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
• کالیبراسیون طیفی • کالیبراسیون مطلق • کالیبراسیون نسبی • کالیبراسیون بین سنجنده‌ای	
کالیبراسیون سنجنده‌های راداری • کالیبراسیون آزمایشگاهی • کالیبراسیون رادیومترکی میدانی ○ اهداف گسترده ○ اهداف نقطه ای • کالیبراسیون هندسی میدانی ○ اهداف گسترده ○ اهداف نقطه ای	۱۲
مروری بر اهم مأموریت‌های کالیبراسیون دوربین‌های عملیاتی	۳

مراجع:

- 1- Remote Sensing Calibration Systems (An Introduction), H.S. Chen, 1996, ISBN 0- 937194- 38- 7
- 2- Post- Launch Calibration of Satellite Sensors, S.A. Morian and A. M. Budge, 2003, ISBN 9058096939
- 3- Calibration Test Sites Selection and Characterisation – WP210, Philippe BLANC, 2008, VEGA Group PLC, Hard Copy File name: TN- WP210- 001- ARMINES- Ed0.2.doc
- 4- Calibration Test Sites Selection and Characterisation – WP210, Sebastien Saunier, Sultan Kocaman, 2008, VEGA Group PLC, Hard Copy File name: CALIB- TN- WP210- GAEL_ETH_001.doc
- 5- Calibration Test Sites Selection and Characterisation – WP221- WP223, Richard SANTER; Béatrice BERTHELOT, 2009, VEGA Group PLC, Hard Copy File name: CALIB- TN- WP221- 223- VEGA_001.doc
- 6- Radiometric Calibration of Ikonos by University of Arizona Remote Sensing Group, K. J. Thome, 2001, Presented to High Spatial Resolution Commercial Imagery Workshop
- 7- Catalog of World- wide Test Sites for Sensor Characterizations, Gyander Chandesh, 2008, JACIE 2008 Workshop, USGS.
- 8- Remote Sensing of Land Use and Land Cover: Principles and Applications, Chandra P. Gir, 2012, CRC Press. ISBN 9781420070743
- 9- Remote Sensing with Imaging Radar (Signals and Communication Technology), Richards J. A. (2009) Springer, 381 p.



الگوریتم‌های بهینه‌سازی و کاربردهای آن در فتوگرامتری و سنجش از دور Optimization Algorithms and Its Applications in Photogrammetry and Remote Sensing

گرایش: فتوگرامتری - سنجش از دور

جمع ساعات تدریس: ۴۸

همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)

نوع درس: تخصصی - اختیاری

پیشنیاز:

هدف: امروزه بهینه‌سازی نقش مهمی در سنجش از دور و بسیاری از کاربردهای آن دارد. هدف این درس آموزش روش‌هایی است که بتوان با استفاده از آن‌ها اقدام به بهینه‌سازی مدل‌های ریاضی مورد استفاده در فتوگرامتری و سنجش از دور نمود.

شرح درس:

عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
مقدمه شامل معرفی بهینه‌سازی و کاربردهای آن	۲
روش‌های مختلف بهینه‌سازی: مقدمه و معرفی - روش‌های بهینه‌سازی مبتنی بر الگوریتم‌های سنتی مانند روش گرادیان نزولی - پایه‌های ریاضی لازم برای بهینه‌سازی مانند ماتریس هسین، بردار گرادیان - روش‌های استاندارد برای یافتن مینیمم بدون قید - روش جدید برای یافتن مینیمم بر اساس گرادیان نزولی - روش‌های بهینه‌سازی مبتنی بر الگوریتم‌های تکاملی (الگوریتم ژنتیک، پرندگان و ...) - مفاهیم کلی و اصول حاکم بر الگوریتم‌های تکاملی - مفاهیم مختلف کدینگ مسئله - کد گذاری باینری - کد گذاری پیوسته - روش‌های مختلف بازتولید نمونه‌ها - روش تک نقطه‌ای - روش دو نقطه‌ای - روش ماسک تلفیقی - مفاهیم مربوط به همگرایی الگوریتم‌ها - تکنیک‌های انتخاب والدین - روش تبدیل صریح شایستگی - روش تبدیل ضمنی شایستگی - مشکلات ناشی از محدوده مقادیر تابع شایستگی - همگرایی ناقص - خاتمه کند - روش‌های مقابله با مشکلات ناشی از محدوده مقادیر تابع شایستگی - Fitness scaling - Fitness windowing - Fitness ranking - روش‌های تلفیق و تولید نسل‌ها و جمعیت‌ها مقایسه روش‌های مختلف بهینه‌سازی	۲۲



ساعات ارائه	عنوان سرفصل‌ها
۱۰	مفاهیم پیشرفته در بهینه سازی • بهینه سازی چند هدف و چند قیدی • روش‌های دانش پایه • کروموزم‌های دارای طول متغیر
۱۰	کاربردهای بهینه سازی در حل مسائل سنجش از دور • انتخاب بردار ویژگی • انتخاب اعضاء خالص در تصاویر فراطیفی • خوشه بندی تصاویر سنجش از دور
۴	مروری بر مباحث روز دنیا و زمینه‌های تحقیقاتی آینده

مراجع:

- 1- Jan A. Snyman (2005). Practical Mathematical Optimization: An Introduction to Basic Optimization Theory and Classical and New Gradient- Based Algorithms. Springer Publishing.
- 2- Hartmut Pohlheim (2005). Evolutionary Algorithms: Overview, Methods and Operators
- 3- Thomas Baeck, D.B Fogel, Z Michalewicz, Evolutionary Computation 1: Basic Algorithms and Operators



تشخیص تغییرات و بروزرسانی نقشه در فتوگرامتری و سنجش از دور

Change Detection and Map Updating Using Photogrammetry and Remote Sensing

گرایش: فتوگرامتری - سنجش از دور

جمع ساعات تدریس: ۴۸

همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)

نوع درس: تخصصی - اختیاری

پیشنیاز:

هدف: آشنایی دانشجویان با پردازش‌های پیشرفته تصویر برداری نوری و راداری با روند ترکیبی و در رابطه با موضوع شناسایی تغییرات عوارض.

شرح درس:

ساعات ارائه	عنوان سرفصل‌ها
۴	مروری بر طبقه‌بندی (Classification) و خوشه‌بندی (Segmentation)
۲۵	تشخیص تغییرات در تصاویر رقومی • دسته‌بندی تکنیک‌های تشخیص تغییرات در تصاویر رقومی • مراحل مختلف و شرایط تشخیص تغییرات • الگوریتم‌های تشخیص تغییرات ○ روش درج تابع حافظه الحاقی (Write function memory Insertion) ○ روش ترکیب چند داده‌ای تصویر (Multi- data Composite Image) ○ روش‌های جبری (Algebra) ○ مقایسه پس طبقه بندی (Post Classification Comparison) ○ روش ماسک باینری (Binary Mask) ○ منبع داده کمکی (Ancillary data source) ○ آنالیز برداری تغییرات طیفی (Spectral change vector analysis) ○ روش تبدیل Chi square (Chi square transformation) ○ روش همبستگی تطبیقی (Cross correlation) ○ سامانه دیداری مبتنی بر دانش (knowledge- based vision system) ○ روش‌های مبتنی بر هوش محاسباتی (CI algorithms) ○ روش‌های مبتنی بر طبقه بندی طیفی- زمانی (Spectral- Temporal Classification) ○ روش حد آستانه‌گذاری (Thresholding) ○ روش Tassel Cap ○ روش‌های خوشه‌بندی (Kmeans, FCM, GKC,...) ○ روش شیئی مبتنی (Object- Based Change Detection (OBCD)) • دقت و کنترل کیفیت و بررسی خطاها • پارامترهای مؤثر در انتخاب تکنیک/ تکنیک‌های تشخیص تغییرات
۶	تشخیص تغییرات توسط داده‌های SAR • آشکارسازی تغییرات توسط تصاویر تک پلاریزاسیون • آشکارسازی تغییرات توسط تصاویر پلاریمتری • آشکارسازی تغییرات توسط روش تداخل سنجی راداری



ساعات ارائه	عنوان سرفصل‌ها
۴	بازشناسی هدف در تصاویر SAR و InSAR
۵	تلفیق داده‌ها (Data Fusion) • مقدمه • الگوریتم‌های تلفیق داده • استفاده از تلفیق داده در تشخیص عوارض و تغییرات
۴	انجام یک پروژه

مراجع:

- 1- Duda R., Hart, P.E, Stork, G. (2000) Pattern Classification, Wiley, 654 page
- 2- Bishop (2007) Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 738 Page
- 3- Jensen J.R. (2006) Remote Sensing of Environment Prentice Hall
- 4- R.A. Schowengerdt (2006) Remote Sensing, Model & Method for image Processing Academic Press, 560 page



فتوگرامتری برد کوتاه پیشرفته Advanced Close Range Photogrammetry

تعداد واحد: ۳ (نظری)

نوع درس: تخصصی - الزامی

پیشنیاز:

گرایش: فتوگرامتری

جمع ساعات تدریس: ۴۸

همیناز:

هدف: آشنایی دانشجویان کارشناسی ارشد با اصول و کاربردهای فتوگرامتری برد کوتاه و کسب مهارت‌های پایه عملی.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مقدمه‌ای بر فتوگرامتری برد کوتاه - تعریف و تاریخچه فتوگرامتری برد کوتاه - انواع سیستم‌های فتوگرامتری برد کوتاه (آنی و غیرآنی، آنالوگ و رقومی، متریک و غیر متریک) - تفاوت‌ها با فتوگرامتری هوایی - شباهت‌ها و تفاوت‌ها با دید ماشینی - کلیاتی از کاربردهای فتوگرامتری برد کوتاه به همراه چندین مثال اجرایی - مروری بر محتوی درس - معرفی منابع و مراجع	۳
محاسبات ریاضی در فتوگرامتری برد کوتاه - مروری بر مدل‌های غیرخطی کلاسیک فتوگرامتری در پیکربندی‌های تک عکس، استریو و چند عکس - سرشکنی شبکه (پارامتریک و ترکیبی، آزاد و وزندار، مقید و شرطی، یکجا، جداگانه و متوالی، بدو وضعی و برآورد پایدار، برآورد LEP و TEP) - مرور مفاهیم ارزیابی صحت، دقت، قابلیت اعتماد و حساسیت شبکه و تست‌های آماری - مدلسازی دو بعدی و سه بعدی خط، منحنی و رویه‌های خاص در فتوگرامتری	۹
منابع خطا و کالیبراسیون سیستم - منابع خطای دوربین شامل اعوجاجات هندسی و رادیومتریک مربوط به عدسی، سنجنده‌های رقومی و وضعیت نسبی آن‌ها - منابع خطای دیگر شامل اعوجاجات ناشی از فیلترها، فیلم‌های آنالوگ، بازسازی FM، ذخیره‌سازی داده، تارگت‌ها، منابع روشنایی و محیط - مفاهیم کالیبراسیون سیستم شامل داخلی و نسبی، رادیومتریک، هندسی و زمانی - مدلسازی اعوجاجات سنجنده و پارامترهای اضافی (Brawn, DLT, RF, اجزای محدود) - مدلسازی اعوجاج سنجنده‌های استریو - روش‌های کالیبراسیون دوربین (میدان آزمون، آزمایشگاهی، ضمن کار، خودکالیبراسیون، Plumb-line) - روش‌های ارزیابی پایداری دوربین	۶



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
طراحی شبکه‌های فتوگرامتری برد کوتاه - تعریف طراحی شبکه، مفهوم PreAnalysis، مروری بر طراحی شبکه در فتوگرامتری هوایی، مفاهیم قبل و بعد از تصویربرداری - پارامترهای طراحی شبکه (مقیاس، حدتفکیک، شکل شبکه) - قیود دید (مرتبط با قابلیت دید تارگت‌ها، قابلیت دسترسی دوربین و فاصله دوربین - شی) - مراتب طراحی در فتوگرامتری برد کوتاه - مفهوم شبکه‌های ژنریک و قواعد طراحی شبکه - انواع روش‌های طراحی شبکه (تجربی، تحلیلی، شبیه سازی، هوشمند) - نکات اجرایی در طراحی شبکه: پوشش‌ها، چینش تارگت‌ها، فاصله کانونی، همگرایی تصاویر، حالات خود و پیش کالیبراسیون (زاویه roll)	۸
فناوری‌های فتوگرامتری برد کوتاه - سنجنده رقومی تصویربرداری شامل انواع، نحوه کارکرد، جنبه‌های هندسی و رادیومتریکی - عدسی‌ها شامل انواع، پارامترهای کلیدی - دوربین تصویربرداری شامل انواع، ساختار، تنظیمات، معیارهای انتخاب - تجهیزات جانبی: انواع تارگت‌ها، منابع روشنایی، فیلترها، FG, ScaleBar, Coded/Feature Target, EO- Probe JIG, Device - لیزر اسکنر زمینی و صنعتی: ساختار، خصوصیات، منابع خطا و کاربردها - اسکنرهای نوری: ساختار، خصوصیات، منابع خطا و کاربردها - دوربین‌های پانورامیک: انواع، تفاوت‌ها و خصوصیات، مدل‌های ریاضی، کاربردها - اسکنرهای دستی مانند کینکت: اصول عملکرد، منابع خطا، کاربردها - سامانه‌های موبایل مینگ: ساختار، زمین مرجع‌سازی مستقیم، تلفیق سنجنده‌ها - پهپادها: انواع، خصوصیات، کاربردها - فتوگرامتری زیرآب، فتوگرامتری X-ray، فتوگرامتری میکروسکوپی، فتومتری و ...	۸
کاربردهای فتوگرامتری برد کوتاه - مراحل کلی اجرای یک پروژه فتوگرامتری برد کوتاه - فتوگرامتری معماری و باستان‌شناسی: نیازمندی‌ها، محدودیت‌ها و ویژگی‌های اندازه‌گیری در معماری - فتوگرامتری پزشکی: ویژگی‌ها و کاربردها، مقایسه با روش‌های دیگر اندازه‌گیری در پزشکی - فتوگرامتری صنعتی: مقایسه با روش‌های دیگر اندازه‌گیری صنعتی (Gauging, CMM) و خصوصیات آن، ویژگی‌های خطوط تولید صنعتی و جایگاه فتوگرامتری صنعتی در آن، مثال‌هایی عملی از کاربردهای صنعتی	۶
آموزش جنبه‌های عملی در فتوگرامتری برد کوتاه - تصویربرداری رقومی (مهارت‌های نورپردازی، تارگت‌های بازتاباننده، تنظیمات دوربین، مهارت‌های عمومی تصویربرداری) - پروژه عملی کالیبراسیون دوربین (ساخت میدان آزمون، اخذ شبکه تصویربرداری همگرا، آموزش نرم افزار Australis و تهیه خروجی) - پروژه عملی تصویربرداری پانوراما، عملیات ترمیم و ساخت نقشه نما با استفاده از نرم افزار ICE و اعمال انتقال پروژکتیو دو بعدی - پروژه عملی بازسازی سه بعدی (تصویربرداری همگرا بر مبنای اصول طراحی شبکه، آموزش یک نرم افزار بازسازی سه بعدی مانند AGISoft Photoscan و بدست آوردن مدل سه بعدی بافت دار جسم)	۸



مراجع:

- 1- Close Range Photogrammetry and 3D imaging, Luhmann, et. Al., 2014.
- 2- Close Range Photogrammetry and Machine Vision, K.B. Atkinson, 2001.
- 3- Manual of Photogrammetry, ASPRS, 2013.



فتوگرامتری رقومی Digital Photogrammetry

گرایش: فتوگرامتری
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - الزامی
پیشنیاز:

هدف: آشنایی دانشجویان با تئوری و کاربردهای فتوگرامتری رقومی.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مقدمه - مروری بر فتوگرامتری تحلیلی و مدل‌های ریاضی آن - مفهوم ژنریک فتوگرامتری رقومی - ویژگی‌ها و خصوصیات تصاویر رقومی - تعریف تصویر رقومی - قدرت تفکیک فضایی، رادیومتریکی و اسپکترال - فراپندها و وظایف اصلی فتوگرامتری رقومی و تعریف وظایف سطوح مختلف ایستگاه‌های فتوگرامتری رقومی - ارتباط فتوگرامتری رقومی با سایر علوم	۲
مقدمه‌ای بر سیستم‌های تصویربرداری رقومی - آشنایی با اصول و کاربرد دوربین‌های Solid-State - آشنایی با اصول و کاربرد Charge-Coupled Devices و Frame grabbers - آشنایی با اصول و مفاهیم اسکترها و منابع ایجاد خطا	۳
اصول و مفاهیم سامانه‌های فتوگرامتری رقومی (Digital Photogrammetric Workstations) - ارتباط بین سامانه‌های فتوگرامتری رقومی و محیط فتوگرامتری رقومی - تاریخچه توسعه سامانه‌های فتوگرامتری رقومی - انواع سامانه‌های فتوگرامتری رقومی - اجزاء اصلی سامانه‌های فتوگرامتری رقومی - توابع پایه سامانه‌های فتوگرامتری رقومی - توابع کاربردی سامانه‌های فتوگرامتری رقومی - مقایسه پلاترهای تحلیلی و سامانه‌های فتوگرامتری رقومی	۳
اصول و مفاهیم پایه تناظریابی تصاویر - مقدمه و تاریخچه تناظریابی - تعریف و دسته بندی (روش‌های ناحیه مبنا، عارضه مبنا و روش‌های ترکیبی) - چالش‌های تناظریابی - انواع اعوجاجات هندسی - اعوجاجات رادیومتریکی	۲
تناظریابی مبتنی بر ناحیه (Area Based Image Matching)	۶



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
- مقدمه و تعریف - معیارهای مختلف تناظریابی مبتنی بر ناحیه - معیارهای آماری (SAD, SSD, ZSAD, NSAD, ...) - معیار ضریب همبستگی (CC) - معیار اطلاعات متقابل (MI) - استراتژی‌های تناظریابی ناحیه مبنا - شکل، ابعاد پنجره و وزن دهی آن - استفاده از قیود هندسی و محدود نمودن فضای جستجو (خط ایی پولار، Vertical Line Locus، هرم تصویر) - تناظریابی بطریقه کمترین مربعات (LSM)	
تناظریابی مبتنی بر عوارض - استخراج عوارض - عوارض نقطه‌ای (Harris, Forstner, SUSAN, FAST, Phase Congruency, CSS, ...) - عوارض مستقل از مقیاس (LOG, Harris/Hessian Laplace, SIFT, SURF, ...) - عوارض مستقل از تغییر شکل افاین (MSER, Harris/Hessian Affine, IBR, EBR, ...) - ایجاد توصیفگر (SPIN image, Shape Context, SIFT, LBP, LSS, BERIF, ...) - تناظریابی عوارض و حذف اشتباهات (بررسی سازگاری هندسی، RANSAC، تناظریابی گراف‌ها) - استفاده از عوارض خطی در تناظریابی	۱۰
تناظریابی رابطه‌ای (Relational Matching) - مفاهیم ارتباطات (Relations) و Primitives - تابع ارزیابی	۲
تناظریابی مبتنی بر عارضه از پیش تعریف شده (Template Matching) - استراتژی تناظریابی - تشخیص تارگت - روش‌های مختلف تشخیص تارگت (وابستگی درجات خاکستری، FBM و Histogram Thresholding و ...) - کلیاتی در رابطه با تناظریابی بین نقشه و تصویر نوری، ابرنقاط و تصویر نوری، تصاویر راداری و نوری	۴
نرمالیزه نمودن تصاویر رقومی - استفاده از هندسه ایی پولار در نرمالیزه کردن - تبدیل تصاویر خام به نرمالیزه شده - معادلات شرط هم خطی - تبدیل پروژکتیو - کاربرد تصاویر نرمالیزه شده	۴
توجیه داخلی اتوماتیک - تعیین توجیه داخلی - تبدیل از فضای پیکسل به فضای تصویر - پالایش تصویر - توجیه داخلی محاوره‌ای - توجیه داخلی کاملاً اتوماتیک (Interior orientation) - اهداف مهم در توجیه داخلی کاملاً اتوماتیک	۴



ساعات ارائه	عنوان سرفصل
	○ فرضیات ○ روش‌ها (Precise Localization, FBM, ABM)
۴	توجیه نسبی اتوماتیک • مقایسه روش‌های قراردادی و اتوماتیک • مدل‌های ریاضی • توجیه نسبی محاوره‌ای • توجیه نسبی اتوماتیک با استفاده از نقاط متمایز (Interest Points) • توجیه نسبی اتوماتیک با استفاده از پیکسل‌های لبه‌ای • توجیه نسبی اتوماتیک با استفاده از موجودیت‌های لبه ○ محاسبه پارامترهای توجیه و سطح • برجسته بینی رقومی • روش‌های توجیه مطلق نیمه اتوماتیک
۲	توجیه خارجی اتوماتیک • توجیه مستقیم و غیرمستقیم • توجیه خارجی اتوماتیک با استفاده از نقاط کنترل ○ تشخیص اتوماتیک تارگت‌ها ○ تشخیص اتوماتیک نقاط کنترل توپوگرافی • توجیه خارجی اتوماتیک با عوارض کنترل • توجیه خارجی اتوماتیک با استفاده از سطوح کنترل و نقشه‌های موجود
۲	مثلث بندی هوایی اتوماتیک • انتخاب و ترانسفر نقاط گرهی (Tie points, Pass points) • تهیه اندکس عکسی به روش اتوماتیک • تناظریابی چندنقطه ای و چند تصویری در مثلث بندی هوایی
۲	تولید DEM و ارتوفتو به صورت اتوماتیک

مراجع:

- 1- T.Schenk, "Digital Photogrammetry", Terra Science, 2004.
- 2- H.Ebadi, "Advanced Analytical Aerial Triangulation" Lecture Note, KNTUoosi University of Technology.
- 3- J. C. McGlone, E. M. Mikhail, and J. Bethel, "Manual of Photogrammetry", (5th Edition), American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.
- 4- M. Kasser, and, Y. Egels, "Digital Photogrammetry". Taylor and Francis, 2003.
- 5- Tuytelaars, T. and K. Mikolajczyk "Local invariant feature detectors: a survey," Foundations and Trends® in Computer Graphics and Vision 3(3): 177- 280, 2008.
- 6- Goshtasby, A. Almage registration methods Principles, Tools and Methods, Springer: 441, 2012
- 7- Li, J. and N. M. Allinson "A comprehensive review of current local features for computer vision." Neurocomputing 71(10): 1771- 1787, 200



رادارگرامتری Radargrammetry

تعداد واحد: ۳ (نظری)

نوع درس: تخصصی - الزامی

پیشنیاز:

گرایش: فتوگرامتری

جمع ساعات تدریس: ۴۸

همنیاز:

هدف: آشنایی دانشجویان دوره دکتری با اصول و مبانی آنالیز تصاویر SAR، تصحیحات هندسی و تکنیک‌های رادارگرامتری و تداخل سنجی راداری جهت تهیه مدل رقومی زمین و کشف جابجایی‌ها.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مقدمه (مروری بر تاریخچه، تعاریف اولیه و اصول کلی داده های راداری)	۲
اصول سیستم‌های راداری - ویژگی‌های سیگنال راداری - هندسه تصویربرداری راداری - انواع خطا در سیستم های راداری	۶
تصویربرداری سیستم‌های راداری - قدرت تفکیک مکانی در جهت رنج و آزیموت - فرکانس تکرار پالس - مدهای تصویربرداری راداری	۶
اسپیکل - تعریف اسپیکل و دلایل شکل گیری - مدل داده های راداری - روش های کاهش اسپیکل	۶
بازپراکنش راداری - پارامترهای هدف (زبری سطح، ضریب دی الکتریک، شکل و زاویه فرود محلی) - پارامترهای سیستم (طول موج، زاویه فرود، پلاریزاسیون، جهت دید) - انواع مکانیزم‌های بازپراکنش	۶
رادارگرامتری - اندازه گیری با تک تصویر راداری - تبدیل فاصله مایل (slant range) به فاصله زمینی (ground range) - تعریف پارالاکس - استخراج ارتفاع با استفاده از پدیده سایه (shadow) و روی هم افتادگی (layover) - تناظریابی تصاویر راداری (radar image matching) - تصحیح هندسی تصاویر راداری - اندازه گیری در تصاویر استریو راداری - معادلات اساسی رادارگرامتری	۱۴



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
• استخراج ارتفاع با استفاده از اختلاف پارالاکس	
تداخل سنجی راداری	۸
• هندسه تصویربرداری سه بعدی در تداخل سنجی راداری	
• اندازه‌گیری ارتفاع زمین در هندسه تداخل سنجی راداری	
• اصلاح فاز تداخل نما و حذف عوامل مزاحم	
• تکنیک تداخل سنجی تفاضلی به روش سنتی	
• تکنیک پراکنش گرهای دائمی	

مراجع:

- 1- Leberl, F. W., 1990. Radargrammetric Image Processing, Artech House Inc.
- 2- Woodhouse, I. (2006) Introduction to Microwave Remote Sensing. CRC Press; First Edition, 208 p.
- 3- Richards J. A. (2009) Remote Sensing with Imaging Radar (Signals and Communication Technology). Springer, 381 p.

۴- میانی سنجش از دور راداری، تالیف یاسر مقصودی، ۱۳۹۴، انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی



ماشین بینایی Machine Vision

گرایش: فتوگرامتری
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همیناز:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی- اختیاری
پیشنیاز:

هدف: آشنایی دانشجویان با تئوری و مبانی ماشین بینایی و کاربرد آن در شناسایی، استخراج و بازسازی پدیده‌ها به صورت ۲ بعدی و ۳ بعدی از مجموعه از تصاویر متوالی رقمی.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مقدمه - تعریف ماشین بینایی - کاربردهای ماشین بینایی	۳
نور و رنگ - طیف نور - فضاهای رنگ	۳
نحوه شکل‌گیری تصویر در دوربین - مدل دوربین سوژنی pinhole - اعوجاجات دوربین و کالیبراسیون دوربین در ماشین بینایی - انواع لنزها و مدل‌های آن‌ها	۳
پردازش تصاویر - عملگرهای تکی (هستوگرام، تصحیح گاما، جداستانه و ...) - عملگرهای دوتایی (عملگرهای ریاضی و منطقی روی دو عکس) - عملگرهای فضایی (عملگرهای کرنل، حذف نویز، تشخیص لبه و ...) - مورفولوژی ریاضی	۹
نمایش موقعیت و دوران در فضا - نمایش موقعیت و دوران در فضای دوبعدی - نمایش موقعیت و دوران در فضای سه بعدی	۳
انواع ترانسفورماسیون‌ها در بینایی ماشین - ترانسفورماسیون‌های دو بعدی - ترانسفورماسیون‌های سه بعدی	۳
تبدیل مختصات سه بعدی شنی به دو بعدی تصویر - تعیین ماتریس ترانسفورماسیون از فضای سه بعدی به دو بعدی - استفاده از کمترین مربعات برای تبدیل بین تصاویر	۳
تخمین موقعیت سه بعدی با استفاده از تصاویر تعیین موقعیت Pose و مختصات سه بعدی نقاط با استفاده از روش‌های غیر خطی	۶



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
• استفاده از DLT برای تعیین Pose دوربین • استفاده از DLT برای استخراج مختصات سه بعدی نقاط	
• هندسه اپی پولار و ماتریس ضروری (Essential matrix) • هندسه اپی پولار (Epipolar Geometry) • شرط هم صفحه‌ای و ماتریس ضروری	۶
• بینایی استریو (Stereovision) • ترمیم تصاویر استریو (Rectification) • تناظرابی متراکم (الگوریتم های Local و Global) • تخمین عمق از تصاویر استریو	۳
• تکنیک structure from motion • تعریف تکنیک Structure From Motion • محاسبه ماتریس ضروری با استفاده از نقاط مدل • محاسبه Motion (المان های توجیه دوربین ها) • محاسبه Structure (مختصات سه بعدی نقاط) • Bundle Adjustment	۳
• Fundamental matrix • آشنایی با Fundamental matrix و نحوه استفاده از آن • تکنیک رنسک (Ransac) • استفاده از تکنیک رنسک و ماتریس اساسی برای بهبود دقت تناظرابی	۳

مراجع:

- 1- P. Corke, "Robotics, Vision and Control", Springer, 2011.
- 2- R. Szeliski, "Computer Vision: Algorithms and Applications", Springer, 2010.
- 3- D.A. Forsyth and J. Ponce, "Computer vision: A Modern Approach", Prentice Hall, 2002.
- 4- N. Sebe, I. C. Ashutosh, G. Thomas, S.Huang, "Machine Learning in Computer Vision", 2005.
- 5- W. Burger, "Principles of Digital Image Processing – advanced methods", Springer, 2013.



سنسورهای فعال برد کوتاه: تئوری و کاربردها Active Close Range Sensors: Theory and Applications

گرایش: فتوگرامتری
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - اختیاری
پیشنیاز:

هدف: آشنایی دانشجویان با اصول کار سنسورهای فعال برد کوتاه و نحوه کالیبراسیون و برنامه نویسی با آن‌ها به منظور تولید ابر نقطه.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مقدمه • اصول سنسورهای Time of Flight (ToF) • اصول سیستم‌های تصویر برداری و سنسور کینکت ○ مدل دوربین pin-hole ○ پارامترهای داخلی و خارجی دوربین ○ سیستم‌های دید استریو ○ نور ساختار یافته • اصول سیستم‌های پوششگر لیزری برد کوتاه	۴
سنسورهای ToF • اصول عملکرد سنسورهای ToF ○ بسته بندی فاز ○ اعوجاج هارمونیک ○ انواع نویزها در سنسورهای ToF ○ خطاهای ناشی از حرکت و اشباع شدگی • اصول عملکرد پوششگرهای لیزری ○ ویژگی‌های اشعه لیزری ○ نحوه اندازه‌گیری فاصله ○	۶
سنسور کینکت • مبانی پایه در سنسور کینکت ○ نور ساختار یافته در کینکت ○ نحوه تخمین فاصله در کینکت • تشخیص و ردیابی اسکلت بدن با استفاده از کینکت ○ نحوه تشخیص اسکلت بدن و دست در کینکت ○ شناسایی مفاصل و ردیابی آن‌ها با استفاده از کینکت • تولید ابر نقطه با استفاده از کینکت ○ نمایش ابر نقطه	۸
سنسور پوششگر لیزری برد کوتاه	۴



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
• نحوه عملکرد پویسگر لیزری برد کوتاه • زمین مرجع سازی مستقیم • زمین مرجع سازی غیر مستقیم	
کالیبراسیون سنسورهای فعال • کالیبراسیون دوربین ToF • کالیبراسیون کینکت • کالیبراسیون سیستم‌های ترکیبی ناهمگن • کالیبراسیون پویسگرهای لیزری برد کوتاه	۸
ترکیب داده عمق حاصل از سنسورهای فعال با داده های دوربین های استاندارد • هم مرجع سازی داده‌ها • بهبود کیفیت حدتفکیک فضایی ○ روش‌های احتمالی ○ روش‌های تخمینی • تلفیق داده‌ها از سنسورهای مختلف	۶
استفاده از سنسورهای فعال در تهیه نقشه سه بعدی و تعیین موقعیت همزمان (SLAM) • هم مرجع سازی ابر نقاط به صورت دو بعدی و سه بعدی • بهره‌گیری از دوربین برای SLAM • مزایای استفاده از کینکت برای SLAM	۴
تولید مدل سه بعدی از داده‌های سنسورهای فعال • محاسبه نرمال های سطح • مثلث بندی ابر نقاط • برآزش یک مدل پارامتریک به ابر نقاط	۴
مباحث پیشرفته در سنسورهای فعال • استفاده از چند سنسور فعال • واقعیت افزوده یا استفاده از سنسورهای فعال • بهره‌گیری از سیستم‌های فعال بصورت کینماتیک • بهره‌گیری از سیستم‌های فعال در شناسایی اجسام مستتر • بهره‌گیری از سیستم‌های فعال در شناسایی اجسام متحرک فضایی	۴

مراجع:

- 1- Mutto, C. D., Zanuttigh, P., Cortelazzo, G. M., 2012, "Time- of- Flight Cameras and Microsoft Kinect™", SpringerBriefs in Electrical and Computer Engineering, 108 pages.
- 2- Webb, J., Ashley, J., 2012, "Beginning kinect programming with the microsoft kinect SDK, Apress, 306 pages.
- 3- Kramer, J., Burrus, N., Echtler, F., Herrera C., D., Parker, M., 2012, "Hacking the Kinect", Apress, 251 pages.
- 4- Yuriy Reshetyuk, 2009, Self- calibration and direct georeferencing in terrestrial laser scanning, PhD thesis.
- 5- Hans Martin Zogg, 2008, Investigations of High Precision Terrestrial Laser Scanning with Emphasis on the Development of a Robust Close- Range 3D- Laser Scanning System, PhD thesis.



کاربرد رباتیک در مهندسی ژئوماتیک Robotics Applications in Geomatics Engineering

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - اختیاری
پیشنیاز:
گرایش: فتوگرامتری
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همیناز:

هدف: آشنایی دانشجویان با تئوری و مبانی رباتیک و کاربرد آن در ژئوماتیک در مباحثی همچون پهپادها (UAV)، طراحی و ساخت ربات‌ها.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مقدمه‌ای بر رباتیک - تعاریف - انواع ربات‌ها - مکانیک ربات‌ها - الکترونیک ربات‌ها - برنامه نویسی ربات‌ها و زبان‌های برنامه نویسی مناسب ربات‌ها - انواع موتورها و سنسورها در ربات‌ها	۱۲
ربات‌های متحرک - نحوه حرکت - ربات‌های از نوع اتومبیل - ربات‌های پرنده	۶
ناوبری (Navigation) در ربات‌ها - طراحی مسیر و الگوریتم‌های آن - طراحی مسیر بدون تصادف در محیط‌های با اشیاء متحرک	۶
تعیین موقعیت ربات (Localization) - تعیین موقعیت در فضاها با باز - تعیین موقعیت در فضاها با بسته - تعیین موقعیت و ایجاد نقشه به طور همزمان (Simultaneous Localization and Mapping (SLAM))	۶
الگوریتم‌های SLAM برای ربات‌های متحرک اسکن کننده محیط - فیلتر کالمن Kalman - الگوریتم کالمن توسعه یافته (EKF) در SLAM - دیگر الگوریتم‌های مشابه EKF - الگوریتم‌های نوین SLAM - الگوریتم FastSLAM - الگوریتم Visual SLAM	۶



ساعات ارائه	عنوان سرفصل
۹	خصوصیات ربات‌های پرنده فتوگرامتری و کاربرد آنها در مهندسی ژئوماتیک • اجزاء یک پهپاد مناسب فتوگرامتری • طراحی مسیر برای یک ربات پرنده • زبان‌های برنامه نویسی و نحوه برنامه نویسی برای هدایت یک ربات پرنده • کاربردهای ربات پرنده در مهندسی ژئوماتیک
۳	یک ربات نقشه بردار • اجزاء تشکیل دهنده یک ربات نقشه برداری • روش ناوبری مناسب برای ربات نقشه بردار • تعیین موقعیت مناسب برای یک ربات نقشه بردار • سنسورهای مناسب اسکن محیط برای تولید ابر نقطه یا استفاده از ربات نقشه بردار • حل مسئله SLAM برای ربات نقشه بردار

مراجع:

- 1- Corke, P. 2011, "Robotics, Vision and Control, Springer, 558 pages.
- 2- Nüchter, A., "3D Robotic Mapping: The Simultaneous Localization and Mapping Problem with Six Degrees of Freedom", Springer Tracts in Advanced Robotics, Vol. 52, 219 pages.
- 3- Siciliano, B., Khatib, O., 2008, "Springer Handbook of Robotics", 1595 pages.
- 4- Mautz, R. 2012, "Indoor Positioning Technologies", Habilitation Thesis, ETH Zurich, 128 pages



ویدئوگرامتری Videogrammetry

گرایش: فتوگرامتری
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی-اختیاری
پیشنیاز: فتوگرامتری رقومی

هدف: آشنایی دانشجویان با تئوری و کاربردهای ویدئوگرامتری و الگوریتم‌های مورد استفاده.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مقدمه - تعریف ویدئو و ویدئوگرامتری - مزایای ویدئوگرامتری - ارتباط ویدئوگرامتری با سایر علوم - کاربردهای ویدئوگرامتری ○ کاربردهای ویدئوگرامتری در بازسازی، اندازه گیری، آنالیز حرکات و غیره ○ کاربردهای ویدئوگرامتری (صنعتی، ورزشی، نظارتی و غیره) - ویدئوگرامتری با تک دوربین و چند دوربین و مزایای و معایب آنها - ویدئوگرامتری با مارکرها و بدون مارکرها ○ مارکهای فعال ○ مارکهای غیر فعال ○ مارکهای فعال مدوله شده براساس زمان ○ مارکهای غیر محسوس نیمه غیر فعال ○ سیستم های بدون مارکر - شبکه و بلوک ویدئوگرامتری	۴
مدل‌های ریاضی مورد استفاده در ویدئوگرامتری - مروری بر مدل‌های ریاضی (شرط هم خطی، DLT و ...) - تخمین حرکت (روش‌های مستقیم شامل Phase correlation, Block-matching algorithm و روش‌های غیر مستقیم شامل Optical flow و Pixel recursive algorithms, Frequency) - روش‌های غیر مستقیم شامل تکنیک‌های عرضه مینا همچون تشخیص گوشه‌ها و تناظریابی آنها در تصاویر متوالی ویدئویی	۴
اصول اندازه گیری‌ها در ویدئوگرامتری - اخذ تصویر ○ دوربین و المان‌های آن (CCD cameras, video recorders, frame grabbers) ○ وسایل کالیبراسیون ○ تارگت‌ها - پیش‌پردازش‌ها - پردازش‌ها	۶



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
○ ابزارها و واسط کاربر ○ کالیبراسیون ○ آشکارسازی تارگت ○ اندازه گیری مختصات عکسی ○ تناظریابی ○ تعیین موقعیت سه بعدی و ایجاد ابر نقاط ○ ردیابی • پس پردازش ها ○ ارزیابی دقت و قابلیت اعتماد ❖ معیارهای موثر روی دقت ❖ تاثیر هندسه تصویربرداری روی دقت ○ بصری سازی	
انواع روش های کالیبراسیون در ویدئوگرامتری • مقدمه و تعریف کالیبراسیون • کالیبراسیون آزمایشگاهی • کالیبراسیون با فریم مرجع • کالیبراسیون با ابر نقاط • سلف کالیبراسیون • کالیبراسیون ستچندهای omnidirectional	۴
آشنایی با فضاهای ویژگی • انواع فضاهای رنگ • انواع ویژگی های یافت	۲
روش های استخراج ویژگی • استخراج ویژگی های نقطه ای • استخراج خطوط • استخراج ویژگی های حبابی	۶
استخراج فریم های کلیدی • مقدمه و تعریف • روش های استخراج فریم های کلیدی شامل ○ Sequential Comparison between Frames ○ Global Comparison between Frames ○ Reference Frame ○ Clustering ○ Curve Simplification ○ Objects/Events	۶
آشکارسازی اشیاء در تصاویر ویدئو • مقدمه ای بر آشکارسازی • روش های طبقه بندی تصاویر • روش های خوشه بندی تصاویر • روش های ناحیه بندی • روش های جداسازی پس زمینه • روش های مدل مبتنا	۶



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
• سایر روش‌ها • روش‌های ارزیابی آشکارسازی	
ردیابی اشیاء در تصاویر ویدئو • مقدمه‌ای بر اصول و مبانی ردیابی • کاربردهای ردیابی • روش‌های ردیابی ○ مبتنی بر روش‌های ردیابی یک شیء ○ مبتنی بر روش‌های ردیابی چند شیء • ردیابی از تک منظر و چند منظر • روش‌های ارزیابی ردیابی	۶
مرتبط سازی • ایجاد موزاییک از تصاویر ویدئو • مرتبط سازی تصاویر ویدئو با زمین (geo- registering)	۳
فشرده سازی ویدئو	۳

مراجع:

- 1- Armin Gruen. Fundamentals of videogrammetry- A review. Human movement science, vol. 16, pp. 155- 187, 1997.
- 2- Daniel Svensson. "Target Tracking in Complex Scenarios," Thesis for the degree of Doctor of Philosophy, Chalmers University of Technology, Department of Signals and Systems, Goteborg, Sweden, 2010.
- 3- Peter M. Roth and Martin Winter. Survey of appearance- based methods for object recognition, Inst. for Computer Graphics and Vision, Graz University of Technology, Austria, Technical Report. January 15, 2008.
- 4- Krystian Mikolajczyk and Cordelia Schmid. A Performance Evaluation of Local Descriptors, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 27, NO. 10, 2005



فتوگرامتری پهپاد مینا UAV- Based Photogrammetry

گرایش: فتوگرامتری
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی- اختیاری
پیشنیاز:

هدف: آشنایی دانشجویان با تئوری و کاربردهای فتوگرامتری پهپاد مینا.

شرح درس:

ساعات ارائه	عنوان سرفصل
۴	مقدمه‌ای بر فتوگرامتری پهپاد مینا • تعریف و تاریخچه • انواع سیستم‌های پروازی بدون سرنشین • تفاوت‌ها با سیستم‌های با سرنشین • کاربردهای نقشه برداری و رباتیک • مروری بر محتوی درس • معرفی منابع و مراجع
۸	اجزاء مختلف یک وسیله پرنده بدون سرنشین • بدنه ○ قریم ○ باطری ○ موتورها ○ میکرو کنترلرها ○ گیمبال • سنسورها ○ شتاب سنج ○ژیروسکوپ ❖ GPS و قطب نما ❖ بارومتر ❖ دوربین • کینماتیک و دینامیک ○ کینماتیک ○ دینامیک یک پرنده ❖ تراست ❖ گشتاور
۸	مراحل ساخت یک مولتی روتور • طراحی ○ انتخاب موتور



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
○ انتخاب ملخ ○ انتخاب باطری مورد نیاز ○ طراحی بدنه • ساخت بدنه ○ نصب اجزاء ○ سیم کشی • تنظیم و راه اندازی ○ نصب رادیو کنترل و دیتا لینک ○ نصب نرم افزارهای مورد نیاز ○ کالیبراسیون پرنده ○ تنظیم رادیو کنترل ○ تست پرواز	
برنامه نویسی یک ربات پرنده • روند توسعه یک برنامه هدایت اتوماتیک یک ربات پرنده • نحوه ارتباط با سخت افزار پرنده • آشنایی با ROS و NODEJS • دستورات مقدماتی • برنامه های ترتیبی • برنامه های اتوماتیک • برنامه نویسی با ROS	۱۶
تعیین موقعیت پرنده با استفاده از مقادیر اندازه گیری شده توسط سنسورها • مروری بر جبر خطی سه بعدی و ترانسفورمسیون های closed form • مدل های حرکتی (motion models) و سنسور (sensor models) • قانون فیلتر و Bays • فیلتر کالمن • تعیین موقعیت پرنده با استفاده از اندازه گیری های سنسورها	۶
تعیین موقعیت پرنده با استفاده از تصاویر • توابع هزینه • الگوریتم های تشخیص گوشه • ردیاب KLT • تکنیک های تعیین موقعیت تصویر مبنا (visual odometry)	۶

مراجع:

- 1- Autonomous flying robots- unmanned aerial vehicles and micro aerial vehicles; By K. Nonami, F. Kendoul, S. Suzuki, W. Wang, D. Nakazawa; Springer 2010, 330 pages.



تلفیق سیستم‌های فتوگرامتری با سیستم‌های اطلاعات مکانی

Integration of Photogrammetric and Spatial Information Systems

گرایش: فتوگرامتری
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی- اختیاری
پیشنیاز:

هدف:

- آشنایی دانشجویان با مشکلات موجود در بکارگیری سیستم‌های فتوگرامتری و سیستم‌های اطلاعات مکانی به صورت مجزا و مستقل
- آشنایی دانشجویان با روش‌ها و نیازمندی‌های تلفیق سیستم‌های فتوگرامتری و سیستم‌های اطلاعات مکانی و نحوه پیاده‌سازی یک سیستم تلفیقی برای کاربردهای تخصصی

شرح درس:

عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
روند تولید داده مکانی برای ورود به سیستم اطلاعات مکانی با بهره‌گیری از تکنیک فتوگرامتری و بررسی مشکلات موجود: • ارزیابی اهمیت داده‌های مکانی تولید شده به کمک تکنیک فتوگرامتری به عنوان یکی از مهمترین منابع داده برای GIS • بررسی روند تولید داده مکانی به کمک تکنیک فتوگرامتری و مراحل آماده‌سازی این داده‌ها برای ورود به GIS • تشریح مشکلات ناشی از بکارگیری سیستم‌های فتوگرامتری و GIS به صورت مجزا و مستقل	۴
خدمات متقابل سیستم‌های فتوگرامتری و سیستم‌های اطلاعات مکانی: • لزوم مدیریت داده‌های مکانی استخراج شده توسط سیستم‌های فتوگرامتری و قابلیت سیستم GIS برای مدیریت حجم زیادی از داده‌های مکانی • نیاز سیستم‌های GIS به داده‌های مکانی تولید شده به کمک تکنیک فتوگرامتری • خدمات متقابل سیستم‌های فتوگرامتری و GIS به عنوان دو سیستم مکمل بر اساس وابستگی این دو سیستم	۶
نیازمندی‌های تلفیق سیستم‌های فتوگرامتری و سیستم‌های اطلاعات مکانی: • بررسی محدودیت سیستم‌های فتوگرامتری تجاری از نظر امکان توسعه سیستم • بررسی مشکلات موجود در روند بکارگیری امکانات سیستم‌های اطلاعات مکانی برای توسعه سیستم‌هایی با قابلیت اتصال عمومی به سایر سیستم‌ها • تشریح لزوم و اهمیت ایجاد یک سیستم رابط میان سیستم‌های فتوگرامتری و GIS به عنوان اولین قدم برای تلفیق سیستم‌های فتوگرامتری و GIS • تعیین نیازمندی‌های ایجاد یک سیستم رابط میان سیستم‌های فتوگرامتری و GIS	۱۰
سطوح تلفیق سیستم‌های فتوگرامتری و سیستم‌های اطلاعات مکانی: • تشریح روش‌های قابل استفاده جهت تبادل داده میان سیستم‌های فتوگرامتری و GIS • تشریح سطوح مختلف تلفیق سیستم‌های فتوگرامتری و GIS بر اساس روش‌های تبادل داده شامل:	۱۰



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
○ تلفیق غیر مستقیم ○ تلفیق مستقیم ○ تلفیق مستقیم با کنترل فعال	
استفاده از سیستم‌های تلفیقی در زمینه‌های کاربردی: • بررسی کاربرد سیستم‌های تلفیقی در زمینه‌های: ○ تولید داده‌های ساختاریافته برای GIS ○ مدل‌سازی واحدهای صنعتی ○ بهنگام‌رسانی پایگاه‌های داده مکانی و سایر موارد	۸
روند طراحی سیستم رابط به منظور توسعه یک سیستم تلفیقی برای کاربردهای تخصصی: • بررسی تاثیر طرح و معماری سیستم رابط بر ویژگی‌ها و نوع عملکرد سیستم تلفیقی • تشریح روش طراحی سیستم رابط به منظور توسعه یک سیستم تلفیقی برای کاربردهای تخصصی با توجه به نیازمندی این کاربردها	۱۰

مراجع:

- 1- Dowman L., 1990, Progress and Potential of Digital Photogrammetric Workstations, International Archive of Photogrammetry and Remote Sensing, 28(2), 239- 248.
- 2- Ebadi H., Farnood Ahmadi F., 2006, On- line Integration of Photogrammetry and GIS to Generate Fully Structured Data for GIS, International Symposium & Exhibition on GeoInformation, Malaysia.
- 3- Edwards D., Simpson J., Woodsford P., 2000, Integration of Photogrammetric and Spatial Information System, International Archive of Photogrammetry and Remote Sensing, 33(B2):603- 609.
- 4- Ellul C., Haklay M., 2006, Requirements for Topology in 3D GIS, Review Paper, Transaction in GIS, 10(2), 157- 175.
- 5- Hardy P. G., 2000, Integrating Active Objects with Stereo Images for Map Production, Kartdagar, Gothenburg.
- 6- Heipke Ch., Pakzad K., Willrich F., 2004, Integration of Geodata and Images for Automated Refinement and Update of Spatial Data, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Issue 58.
- 7- Heipke Ch., 2004, Some Requirements for Geographic Information Systems: A Photogrammetric Point of View, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol. 70, No. 2, pp. 185- 195.
- 8- Madani M., 2001, Importance of Digital Photogrammetry for a Complete GIS, 5th Global Spatial Data Infrastructure Conference, Colombia.
- 9- Sarjakoski T., Lamini J., 1993, Requirements of a Stereo Workstation for the GIS Environment, Journal of Visual Languages and Computing, Volume 4, Issue 2, 127- 142.
- 10- Waters R. S., 1996, Photogrammetry for GIS: The Multimedia Revolution, Photogrammetry Record, Volume 15, Issue 87, 353- 364.
- 11- Woodsford P. A., 2004, System Architecture for Integrating GIS and Photogrammetric Data Acquisition, ISPRS, Istanbul.



مدل سازی رقومی زمین Digital Terrain Model

گرایش: فتوگرامتری
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی- اختیاری
پیشنیاز:

هدف: آشنایی دانشجویان با تئوری، روش های تولید مدل رقومی زمین و کاربردهای آن در فتوگرامتری و سنجش از دور.

شرح درس:

ساعات ارائه	عنوان سرفصل ها
۲	مقدمه: • تعریف، تاریخچه، اصطلاحات، نکات مهم (دقت و حد تفکیک، فضای ۲,۵ بعدی DTM)
۴	مباحث مقدماتی • مروری بر مراحل کلی تهیه DTM • نمونه برداری • تهیه مدل DTM ○ روش های تشکیل سطح ○ مثلث بندی
۲	روش های انترپولاسیون: • قطعی • آماری
۶	مروری بر روش های هوشمند انترپولاسیون شامل: • شبکه های عصبی مصنوعی • الگوریتم های ژنتیک
۱	منابع و روش های جمع آوری داده
۱	پارامترهای موثر در انتخاب روش مناسب
۸	تولید DTM با روشهای فتوگرامتری و Laser • بحث و بررسی روش Laser • بحث و بررسی روش تولید DTM به روش IFSAR • بحث و بررسی روش های تولید DTM استفاده از نقشه های موجود



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
تغییر و اصلاح DTM - Editing - Filtering - Merging - Data Structure Conversion	۴
تفسیر DTM - بررسی خصوصیات شکل زمین - ارزیابی کیفی - مدلسازی با استفاده از DTM	۶
نمایش DTM - روش‌های دو بعدی شامل (منحنی میزان، Hill Shading, Hipsometric Tints و ترکیب با نقشه‌ها و تصاویر) - روش‌های سه بعدی شامل (دینامیک، Block Diagram, دید پانورامیک و مدل‌های بافت دار) - مدل‌های سه بعدی واقعی - نمایش محصولات DTM	۱۰
کاربردها و نرم افزارهای مربوطه - کاربرد های DTM در سد سازی، راهسازی، باستان شناسی، تعیین میدان‌های دید و طراحی خطوط لوله انتقال آب - مروری بر مباحث مطرح در DTM شامل تولید، تغییر و اصلاح، استخراج اطلاعات از DTM و نمایش محصولات استخراج شده از آن - نرم افزارهای DTM	۴

مراجع:

- 1- Zhilin Li, Qing zhu, Christopher Gold, 2005, Digital Terrain Modeling: Principles and Methodology, CRC press.
- 2- Earl F. Barkholder, 2008, The 3D Global Spatial data model, CRC press.
- 3- Abdol- Rahman A., Pilouk M., 2008, Spatial data modeling for 3D GIS, Springer.



سیستم تعیین موقعیت جهانی و کاربردهای آن در مهندسی ژئوماتیک

GPS and Its Applications in Geomatics Engineering

گرایش: فتوگرامتری
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - اختیاری
پیشنیاز:

هدف: آشنایی دانشجویان با تئوری و کاربردهای GPS در مهندسی ژئوماتیک.

شرح درس:

عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
مروری بر مفاهیم - تعریف سیستم تعیین موقعیت جهانی - اجزای GPS - ساختار فعلی GPS - توسعه آینده GPS	۶
تعیین مختصات ۳ بعدی با استفاده از GPS - مروری بر انواع روش‌های تعیین موقعیت - تعیین موقعیت کینماتیک و دینامیک - تکنیک‌های مشاهداتی و گیرنده‌های GPS - مدل‌های ریاضی پیشرفته GPS مورد استفاده در تعیین موقعیت ۳ بعدی - طراحی یک پروژه GPS - طراحی قبل از اجرای پروژه (Presurvey Planning) - شناسایی منطقه - طراحی سازمانی - جمع آوری اطلاعات (روش برداری یا چند نقطه‌ای) - پردازش داده‌های GPS - کنترل کیفیت اطلاعات	۱۰
ناوبری با GPS و بررسی دقت‌های قابل ارائه برای کاربردهای مختلف زمینی، هوایی و دریایی با استفاده از روش‌های زیر: - Standalone GPS - Local Differential GPS - Long Distance Differential GPS - Wide Area Differential GPS - Global Differential GPS - Real time Kinematic GPS - Network – based RTK GPS	۶
سیستم‌های ناوبری و تعیین موقعیت هوشمند و سائط نقلیه (IVLNS) - ماژول‌های سیستم - پایگاه داده نقشه‌های رقومی - تعیین موقعیت	۱۰



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
○ تئوری‌های نقشه‌ای ○ طراحی مسیر ○ هدایت مسیر ○ رابط ماشین - انسان (Human Machine Interface) ○ مخابرات بی سیم • ناوبری و تعیین موقعیت Autonomous • ناوبری و تعیین موقعیت مبنی بر مرکز کنترل Centralized Approach • ناوبری و تعیین موقعیت مبنی بر وسائل نقلیه (Decentralized Approach)	
کاربردهای GPS در GIS • تعریف سیستم اطلاعات مکانی پویا • اجزای سیستم اطلاعات مکانی پویا • انواع پایگاه داده‌های پویا • طراحی و پیاده‌سازی سیستم اطلاعات مکانی پویا • کاربردهای سیستم اطلاعات مکانی پویا	۸
کاربردهای GPS در فتوگرامتری و سنجش از دور • ناوبری پرواز • تعیین موقعیت نقاط کنترل زمینی • تعیین موقعیت مرکز دوربین عکسبرداری • مثلث بندی هوایی بدون نقاط کنترل زمینی • تعیین مستقیم عناصر توجیه خارجی سنسورهای فتوگرامتری و سنجش از دور	۸

مراجع:

- 1- B.Hoffman and J. Collins, "Global Positioning System (Theory and Practice)". Springer, 2008.
- 2- P.Vanicek, D.Wells. "Guide to GPS Positioning", University of New Brunswick, Fredericton, Canada, 1999.
- 3- J.B. Bullock 'A Prototype Portable Vehicle Navigation System Utilizing Map Aided GPS', University of Calgary, Canada., 1996.
- 4- Y.Zhao, "Vehicle Location and Navigation Systems", Artech House inc., 1997.
- 5- A. Vafaenejad. 'Design and Implementation of a Dynamic GIS with Emphasis on Analysis of Optimum Route Finding'. MS.c. Thesis, K.N.Toosi University of Technology, 2002.
- 6- N.Chisman, "Exploring Geographic Information Systems", John Wiley & Sons, 1997.



تئوری تقریب Approximation Theory

گرایش: ژئودزی
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همیناز:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی-الزامی
پیشنیاز: ریاضیات مهندسی دوره کارشناسی مهندسی نقشه‌برداری

هدف: آشنایی با روش‌های تقریب مورد استفاده در مهندسی نقشه‌برداری.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مبانی آنالیز تابعی • اصول فضای برداری • فضاهای تابعی • تعریف پایه و بعد فضاهای برداری • فضاهای نرم‌دار • انواع مختلف نرم (نرم ۱، نرم ۲، نرم ماکزیمم) • همگرایی در فضای نرم‌دار خطی • فضاهای کامل (L_p) • فضاهای ضرب داخلی و هیلبرت • پایه‌های متعامد و بسط توابع در فضای هیلبرت • تقریب در فضای هیلبرت • نظریه اشترم لیوویل • مقدمه‌ای بر تئوری توزیع • تعریف تابع تعمیم‌یافته • حساب توابع توزیع • تابع تعمیم‌یافته چندبعدی	۱۲
آنالیز فوریه و موجک • سری فوریه و فضای هیلبرت • تبدیل فوریه • برخی از ویژگی‌های تبدیل فوریه • تبدیل فوریه برخی از توابع • نمونه برداری و خطای اختلاط • تئوری موجک • تجزیه و ترکیب سیگنال با موجک • تبدیل موجک گسسته • موجک دو بعدی	۸
درونیایی و تقریب	۱۰



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
• مقدمه‌ای بر درونیایی • درونیایی چندجمله‌ای • درونیایی لاگرانژ • درونیایی نیوتن • درونیایی هرمیت • درونیایی اسپیلاین مکعبی • درونیایی ترکیبی • خطای درونیایی • کولوکیشن کمترین مربعات • مقدمه‌ای بر تقریب • تقریب یکنواخت • تقریب کمترین مربعات • آنالیز طیفی کمترین مربعات	
توابع کروی • آنالیز فوریه بر روی کره • توابع پایه شعاعی کروی • اسپیلاین کروی • اسپیلاین کروی • موجک کروی	۶
فیلتر کالمن • تعریف مسأله • روابط فیلتر کالمن در مراحل پیش بینی و به‌روزرسانی • فیلتر کالمن توسعه‌یافته و بی‌اثر • فیلتر کالمن گروهی • فیلتر کالمن کاهش یافته • فیلتر کالمن بازه‌ای • برآورد مؤلفه‌های وریانس	۱۲

مراجع:

- 1- Griffel, D. H. (1985). Applied Functional Analysis. Ellis Horwood Limited.
- 2- Kreyszig, E. (1978). Introductory functional analysis with applications. John Wiley & Sons.
- 3- Davis, P. J. (1975). Interpolation and Approximation, Dover Publications.
- 4- Vanicek, P. and Wells, D. (1972). The Least Squares Approximation, Technical Report No. 22, UNB, Canada.
- 5- Wells, D., Vanicek, P., Pagiatakis, S. (1985). Least- Squares Spectral Analysis (Revised). Technical Report No. 84, UNB, Canada.
- 6- Moritz, H., and Sünkel, H. (1978). Approximation Methods in Geodesy. Wichmann, Germany.
- 7- Brigham, E. O. (1988). The fast Fourier transform and its applications. Prentice- Hall signal processing series.
- 8- Burrus, C. S., A. Gopinath, R., Guo, H. (1998). Introduction to Wavelets and Wavelet Transforms: A Primer. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 268.
- 9- Freedon, W., Schreiner, M. (2009). Spherical Functions of Mathematical Geosciences, A Scalar, Vectorial, and Tensorial Setup. Springer- Verlag Berlin Heidelberg.
- 10- Chui, C.K., Chen, G. (2009). Kalman Filtering with Real- Time Applications. Springer- Verlag Berlin Heidelberg.



- 11- Brown, R.G., and Hwang, P. (2012). Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering. John Wiley & Sons, Inc.
- 12- Fan, H. (2010) Theory of Errors and Least Squares Adjustment. Royal Institute of Technology (KTH), Division of Geodesy and Geoinformatics, 100 44 Stockholm, Sweden.
- 13- Persson C.G. (1980) MINQUE and Related Estimators for Variance Components in Linear Models. Ph.D. Thesis. Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
- 14- Rao C.R. and Kleffe J. (1988) Estimation of Variance Components and Applications. North-Holand, Amsterdam, the Netherlands.



آنالیز تنسوری تغییر شکل Tensorial Deformation Analysis

تعداد واحد: ۳ (نظری)

نوع درس: تخصصی - الزامی

پیشنیاز: ریاضیات مهندسی و هندسه دیفرانسیل دوره کارشناسی مهندسی نقشه-برداری

گرایش: ژئودزی

جمع ساعات تدریس: ۴۸

همیناز:

هدف: آنالیز تغییر شکل و مبانی نظری آن در مکانیک محیط‌های پیوسته مطرح و معرفی می‌گردد. در این درس مفاهیم ریاضی آنالیز تغییر شکل یا معرفی تنسورهای تغییر شکل و مباحثی که جنبه هندسی تغییر شکل اجسام را مورد بررسی قرار می‌دهند، طرح می‌گردند. بطور کلی می‌توان کاربردهای جبر و آنالیز تنسوری و همچنین هندسه دیفرانسیل را بعنوان مبانی ریاضی و هندسی در آنالیز تغییر شکل اجسام، محور اصلی و هدف این درس نامید.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مقدمه - سیستم‌های مختصات کارتزین و منحنی الخط در ژئودزی - مروری بر جبر و آنالیز برداری - مروری بر هندسه دیفرانسیل خم‌ها و رویه‌ها - بردار در سیستم‌های مختصات کارتزین (متمماد و نامتمماد) و منحنی الخط - تبدیل مختصات‌های همگشت و ناهمگشت بردارها	۹
جبر و آنالیز تنسورها - تعریف تنسور به روش اندیدی - جبر تنسورها - تنسور متریک در فضاهای اقلیدسی و ریمانی - آنالیز تنسورها (نمادهای کریستوفل، مشتق کوواریانت و بیان تنسوری گزادیان، دیورژانس و کرل)	۱۲
تنسورهای تغییر شکل - نگرش‌های لاگرانژی و اولری در آنالیز تغییر شکل - تنسورهای گزادیان تغییر شکل لاگرانژی و اولری - تنسورهای تغییر شکل کوشی و گرین - تنسورهای تغییر شکل کرنش (استرین) لاگرانژی و اولری - تنسورهای تغییر شکل بر حسب بردار جابجایی	۱۵
معیارهای اسکالر تغییر شکل - معیارهای تغییر شکل طولی - معیارهای تغییر شکل زاویه‌ای - معیارهای تغییر شکل سطحی و حجمی	۶
کاربردهای آنالیز تغییر شکل در ژئودزی و ژئودینامیک کاربرد در مطالعه تغییر شکل زمین	۶



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
• کاربرد در مطالعه تغییر شکل میدان ثقل زمین • کاربرد در سیستم‌های تصویر	

مراجع:

- 1- Vanicek, P. (1990): Tensors, Department of Surveying Eng., University of New Brunswick, Canada.
- 2- Spiegel, R. (1959): Vector analysis and introduction to tensor analysis, Schaum's outline series.
- 3- Grafarend, E.W. (2004): Tensor algebra, linear algebra, multilinear algebra, Technical report, Department of geodesy and geoinformatics, University of Stuttgart, Germany.
- 4- A.C. Eringen (1962): Nonlinear theory of continuous media, Mc Grow Hill Company.
- 5- Z.Martinec (1999): Continuum mechanics for geophysicists and geodesists, Technical report Nr.1999.2, dep of geodesy and geoinformatics, university of Stuttgart.
- 6- Fernando Sanso and Antonio J. Gil (2005): Geodetic Deformation Monitoring, From geophysical to engineering roles, IAG Symposium, Jaen, Spain.



ژئودزی فیزیکی پیشرفته Advanced Physical Geodesy

گرایش: ژئودزی
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا: آنالیز تابعی

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - الزامی
پیشنیاز: ژئودزی فیزیکی دوره کارشناسی

هدف: هدف از درس ژئودزی فیزیکی، مدل‌سازی میدان ثقل زمین در نقاط خارج و روی سطح آن است. به عبارت دیگر، هدف ارائه یک رابطه ریاضی است، که پارامترهای ثقل زمین را به صورت تابعی از موقعیت نسبت به یک سیستم مرجع بیان کند. این رابطه ریاضی از حل معادله دیفرانسیل جاذبه که همان معادله لاپلاس است، حاصل می‌گردد. مشاهدات ژئودتیکی مانند مشاهدات ثقلی، داده‌های ترازیبی دقیق، طول و عرض نجومی و ... تابعی از میدان ثقل زمین بوده و به عنوان شرایط مرزی در حل معادله لاپلاس مورد استفاده قرار می‌گیرند. از دیگر مباحث مهم در ژئودزی فیزیکی تعریف سطح مبنای ارتفاعی و یکسان‌سازی دیتوم‌های ارتفاعی است. این سطح که نخستین بار توسط گاوس تعریف شد، ژئوئید نام دارد. و تعیین آن یکی از مسائل بسیار مهم در ژئودزی فیزیکی است و نخستین بار استوکس معادله‌ای انتگرالی برای حل آن ارائه نمود. تعیین ژئوئید در نواحی خشکی به کمک انتگرال استوکس، نیازمند اطلاعات دقیق از دانسیته درون زمین است، و از آنجا که چنین اطلاعاتی در حال حاضر با دقت و تراکم مناسب در دست نیست، لذا تعیین ژئوئید با دقت بالا امکان‌پذیر نخواهد بود. در راستای رفع این مشکل، ایده استوکس هلمرت را می‌توان گامی در جهت بهبود نتایج روش استوکس دانست. گام بسیار موثر دیگر در این راستا توسط مالدونسکی برداشته شد. او به جای ژئوئید سطح مبنای دیگر به نام شبه ژئوئید را معرفی نمود که تعیین آن نیازمند اطلاعات دانسیته نیست. برای بهبود هر چه بیشتر دقت و انطباق بهتر به زمین واقعی، در دهه‌های اخیر تلاش‌هایی در جهت حل مسئله مقدار مرزی ژئودزی فیزیکی در سیستم مختصات بیضوی صورت گرفته که امکان استفاده از تمام مشاهدات ژئودتیکی را به طور همزمان در تعیین ژئوئید فراهم می‌آورد.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مروری بر مفاهیم تئوری پتانسیل • میدان جاذبه و پتانسیل جاذبه یک جسم، انتگرال نیوتن • شکل دیفرانسیلی قانون جاذبه، معادلات لاپلاس و پواسن و ارتباط با انتگرال نیوتن، مسئله معکوس گراویتی • مسائل مقدار مرزی معادله لاپلاس • حل معادله لاپلاس در سیستم مختصات کروی و بسط سری هارمونیک‌های کروی • شکل صریح جواب مسائل مقدار مرزی معادله لاپلاس، انتگرال آبل - پواسن • سری هارمونیک‌های کروی برای میدان ثقل زمین، مفهوم قضیه رنگه و کاربرد آن در ژئودزی فیزیکی، میدان ثقل جهانی • مدل‌سازی میدان ثقل زمین در ژئودزی فیزیکی، مفهوم میدان ثقل نرمال و کمیت‌های تفاضلی • تابع‌های مشاهداتی میدان ثقل و ارتباط بین آن‌ها	۱۰
میدان ثقل بیضوی تراز و میدان ثقل نرمال • مختصات متحنی الخط بیضوی ژاکوبی	۱۰



ساعات ارائه	عنوان سرفصل
	• معادله لاپلاس در سیستم مختصات بیضوی و جواب آن • بسط تابع عکس فاصله به هارمونیک‌های بیضوی • ضرایب هارمونیک بیضوی • میدان ثقل سومیگلیانا پیزتی • مسئله مقدار مرزی میدان ثقل سومیگلیانا پیزتی و حل آن • پتانسیل ثقل نرمال و شتاب ثقل نرمال • تئوری کلرو • پارامترهای ژئودتیک اصلی و مقادیر مختلف آن‌ها • تعیین ابعاد بهینه بیضوی میدان ثقل سومیگلیانا پیزتی به کمک مشاهدات ثقلی • تعیین بیضوی با استفاده از مشاهدات استرو-ژئودتیک
۲۰	مسائل مقدار مرزی ژئودتیک • مفهوم مسئله مقدار مرزی ژئودتیک • استفاده از مشاهدات ثقلی به عنوان داده‌های مرزی • معادله بنیادی فیزیکی ژئودزی • مسائل مقدار مرزی استوکس و هوتین • انتگرال استوکس و هوتین در تعیین ژئوئید و تقریب کروی آن‌ها • فرمول وینینگ-ماینر • انتقال به سمت پایین مشاهدات ثقلی، اثر توپوگرافی و روش‌های نوین در محاسبه اثر توپوگرافی در تعیین ژئوئید • روش استوکس هلمرت • فرمولاسیون شرط مرزی در مسئله استوکس-هلمرت • ژئوئید استوکس-هلمرت • تئوری مالدونسکی • مفهوم مختصات کارتزین و گراویمتریک نقاط سطح زمین، ایده‌ی مالدونسکی • مفهوم تلوروئید و سیستم ارتفاع نرمال • قضیه دیورژانس و اتحاد سوم گرین • معادله انتگرالی مالدونسکی و ایده تعیین شکل زمین با کمک مشاهدات ژئودتیکی • خطی سازی معادله انتگرالی مالدونسکی • مسئله مقدار مرزی مالدونسکی • خطی سازی مسئله مقدار مرزی مالدونسکی • شرط مرزی در مسئله مقدار مرزی مالدونسکی • راستای هم‌نیت و تفسیر شرط مرزی در مسئله مقدار مرزی مالدونسکی • تقریب کروی مسئله مقدار مرزی مالدونسکی • مفهوم توزیع دانسیته تک لایه، پتانسیل جاذبه حاصل از آن، و ویژگی تابع پتانسیل در این حالت • حل مسئله مقدار مرزی مالدونسکی به کمک تابع پتانسیل تک لایه • سری مالدونسکی • مسئله مقدار مرزی ژئودتیک بیضوی با مرز معلوم • بسط تابع پتانسیل به هارمونیک‌های بیضوی • انتگرال آیل-پوآسن بیضوی • انتگرال آیل-پوآسن اصلاح شده در سیستم مختصات بیضوی



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
- تعریف مسئله مقدار مرزی بیضوی با مرز معلوم - قدر مطلق شتاب ثقل به عنوان مقدار مرزی - طول و عرض نجومی به عنوان داده مرزی - بردار نوسان جاذبه سطحی به عنوان شرط مرزی - میدان ثقل مرجع بیضوی - داده‌های مرزی تفاضلی - انتگرال آبل پواسن برای کمیت‌های تفاضلی - فرمول برنز تعمیم یافته	
مدلسازی میدان ثقل محلی - مدل‌های جهانی و دقت آن‌ها در مدلسازی میدان ثقل محلی - تلفیق انتگرال نیوتن و مدل‌های ژئوپتانسیل در مدلسازی میدان ثقل محلی - مدلسازی محلی به کمک توابع پایه شعاعی - هارمونیک‌های کلاسیک کروی و مدلسازی محلی میدان ثقل - روش کولوکیشن - روش استوکس و مالدونسکی در مدلسازی میدان ثقل محلی	A

مراجع:

- 1- Ågren J. (2004) Regional geoid determination methods for the era of satellite gravimetry, Numerical investigations using synthetic Earth gravity models, Doctoral thesis in Geodesy, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
- 2- Eshagh M. (2011) Sequential Tikhonov Regularization: an alternative way for inverting satellite gradiometric data, Zeitschrift für Vermessungswesen, 136: 113- 121..
- 3- Eshagh M. (2009) On satellite gravity gradiometry, Doctoral thesis in Geodesy, Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden.
- 4- Featherstone W.E., Evans J.D. Olliver J.G. (1998) A Meissl- modified Vanicek and kluesberg kernel to reduce the truncation error in gravimetric geoid computations, J Geod. 72: 154- 160.
- 5- Fotopoulos G. (2005) Calibration of geoid error models via a combined adjustment of ellipsoidal, orthometric and gravimetric geoid height data. JGeod.79:111- 123.
- 6- Hagiwara Y. (1972) Truncation error formulas for the geoidal height and the deflection of the vertical, Bull. Geod. 106:453- 466.
- 7- Hansen P.C. (1998) Rank- deficient and discrete ill- posed problems: numerical aspects of linear inversion. SIAM, Philadelphia.
- 8- Hansen P. C. (2007) Regularization Tools version 4.0 for Matlab 7.3, Numerical Algorithms, 46: 189- 194.
- 9- Heiskanen W. and Moritz H. (1967) Physical Geodesy. W.H Freeman and company, San Fransisco and London.
- 10- Martinec Z. (1998) Boundary- value problems for gravimetric determination of a precise geoid, Springer- Verlag Berlin Heidelberg New York.
- 11- Martinec Z. (2003) Green's function solution to spherical gradiometric boundary- value problems, J Geod.77: 41- 49.
- 12- Moritz H. (1980) Advanced physical Geodesy, Herber Wichmann Verlag in Germany and Abacus Press in UK.
- 13- Molodensky M.S., Eremeev V.F. and Yurkina M.I. (1962) Methods for study of the external gravity field and figure of the Earth. Trans. From Russian (1960), Israel program for scientific translation, Jerusalem.
- 14- Paul M.K. (1978) Recurrence relations for integrals of associated Legendre functions, Bull. Geod. 52:177- 190.
- 15- Pan M. and Sjöberg L.E. (1998) Unification of vertical datum by GPS and gravimetric geoid models with application to Fennoscandia, J Geod., 72: 64- 70.
- 16- Rummel R. and Tuenissen P. (1988) Height datum definition, height datum connection and the role of the geodetic boundary value problem, Bull. Geod. 62: 477- 498.
- 17- Sjöberg L.E. (2006) A refined conversion from normal height to orthometric height, Stud. Geophys.Geod. 50: 595- 606.
- 18- Sjöberg L.E. (2003) Ellipsoidal Corrections to order c_2 of geopotential coefficients and Stokes' formula, J Geod. 77: 139- 147.
- 19- Sjöberg L.E. (2004) A spherical harmonic representation of the ellipsoidal correction of the modified Stokes formula, J Geod. 78: 180- 186.



- 20- Shepperd S. W. (1982) A recursive algorithm for evaluating Molodeski- type truncation error coefficients at altitude, Bull. Geod. 56: 95- 105.
- 21- Sjöberg L.E. (1986) Comparison of some methods of modifying Stokes' formula, Bollettino di geodesia e scienzeaffini, 3: 26- 30.
- 22- Sjöberg L.E. (1980) Least- squares combination of satellite harmonics and integral formulas in physical geodesy, GerlandsBeitr.Geophysik, Leipzig 89(5):371- 377.
- 23- Tikhonov A.N.(1963) Solution of incorrectly formulated problems and regularization method, Soviet Math.Dokl., 4: 1035- 1038, English translation of Dokl. Akad.Nauk. SSSR, 151:501- 504
- 24- Xu P. (1998) Truncated SVD method for discrete linear ill- posed problems, Geophys. J. int. 135: 505- 514.
- 25- Xu P. (1992) Determination of surface gravity anomalies using gradiometric observables, Geophys. J. int. 110: 321- 332.
- 26- Xu P. and Rummel R. (1991) A quality investigation of global vertical datum connection.Netherlands Geodetic Commission, New Series, No 34, Delft.
- 27- Novak, P. (1990), Evaluation of gravity data for the Stokes- Helmert solution to the geodetic boundary value problem, Ph.D thesis, THE UNIVERSITY OF NEW BRUNSWICK.
- 28- Ardalan, A. A. (1999), High Resolution Regional Geoid Computation in The World Geodetic Datum 2000, Ph.D thesis, university of Stuttgart



ژئودزی هندسی ماهواره‌ای Geometric Satellite Geodesy

گرایش: ژئودزی
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی- الزامی
پیشنیاز: ژئودزی ماهواره‌ای دوره کارشناسی

هدف: هدف این درس معرفی روش‌های هندسی در ژئودزی ماهواره‌ای است. برخلاف روش‌های جاذبی، هدف اصلی در این دسته از روش‌های ماهواره‌ای، تعیین موقعیت است. در این ارتباط طبیعتاً آشنایی با سیستم‌های مختصات مختلف مورد نیاز در روش‌های هندسی ماهواره‌ای، چگونگی تعیین مدار ماهواره‌ها، توسعه مدل‌های ریاضی مربوطه، شناخت منابع مختلف خطا و نحوه تعامل با آن‌ها و نهایتاً روش‌های پردازش یا سرشکنی خطاهای مشاهدات برای رسیدن به موقعیت مطلق یا نسبی نقاط ضروری است. از طرف دیگر با توسعه کاربردهایی جدید برای سامانه‌های تعیین موقعیت و ناوبری، آشنایی با روش‌های مورد نیاز برای پردازش مشاهدات این سیستم‌ها به منظور تحقق اهداف مورد توجه در هریک از کاربردهای این سیستم‌ها قابل ملاحظه است.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
تاریخچه پیشرفت در ژئودزی ماهواره‌ای - تعریف ژئودزی ماهواره‌ای و معرفی شاخه‌های مختلف آن به همراه ارتباط آن با سایر علوم - تاریخچه پیشرفت ژئودزی ماهواره‌ای در دنیا - تاریخچه پیشرفت فعالیت‌های فضایی و ژئودزی ماهواره‌ای در ایران	۲
تعیین مدار کپلری ماهواره - بررسی قانون دوم نیوتن در یک سیستم مختصات غیر اینرسیال - استخراج معادلات دیفرانسیل حاکم بر حرکت مداری ماهواره بر مبنای فرضیات مطرح در کپلری یک ماهواره - حل تحلیلی معادلات دیفرانسیل حاکم بر حرکت کپلری ماهواره (معرفی پارامترهای کپلری) - معرفی مسائل مستقیم و معکوس در تعیین مدار کپلری ماهواره - ارزیابی فرضیات مطرح در حرکت کپلری و بررسی سهم عوامل اغتشاشی مختلف - معرفی الگوریتم تعیین مختصات کارترین ماهواره در سیستم ECEF با استفاده از اطلاعات مداری ارسالی (در نظر گرفتن اثر ترم G_2 بر پارامترهای کپلری) - معرفی محصولات مداری دقیق سرویس IGS و روش درونیایی لاگرانژ برای درونیایی مختصات مداری دقیق ماهواره‌ها - معرفی اثر دورانی زمین از طریق استخراج معادلات دیفرانسیل حاکم بر این اثر و حل آن‌ها - معرفی سرویس IERS و نقش آن در تعیین سهم اثر دورانی زمین در تعیین تغییرات سیستم ECEF نسبت به سیستم ECSF - معرفی سایر عوامل سیستماتیک موثر بر سیستم ECEF در مقایسه با سیستم ECSF شامل پرسشن و نوتیشن و معرفی روابط تبدیل بین این دو سیستم بر اساس یکی از مدل‌های IERS	۱۲
معادلات مشاهدات یا مدل‌های ریاضی تعیین موقعیت در ژئودزی ماهواره‌ای استخراج معادلات مشاهدات کد	۱



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
• استخراج معادلات مشاهدات فاز • استخراج معادلات مشاهدات داپلر	
منابع خطای موثر بر مشاهدات در ژئودزی ماهواره‌ای • خطای یونوسفر ○ معرفی خطای یونوسفر از طریق استخراج معادله میزان تقدم و تاخیر زمانی این منبع بایاس ○ چگونگی استفاده از دو فرکانس حامل برای حذف این منبع خطا در تقریب مرتبه اول یا ترکیب عاری از یونوسفر، استاندارد سازی این ترکیب، طول موج و فرکانس این ترکیب ○ چگونگی استفاده از سه فرکانس حامل برای حذف اثر این خطا در تقریب مرتبه دوم، استاندارد سازی این ترکیب و طول موج و فرکانس مربوطه ○ توابع نگاشت کروی و بیضوی برای تصویر کردن تاخیر زنجی به امتدادی دلخواه • خطای تریوسفر ○ معرفی خطای تریوسفر از طریق استخراج معادله میزان تاخیر زمانی دو بخش خشک و تر این منبع بایاس ○ معرفی دو نمونه از مدل‌های موجود جهانی موجود برای حذف یا کاهش اثر این منبع بایاس شامل مثلاً مدل بساموتین تغییر یافته و مدل تغییر یافته هاپفیلد ○ چگونگی پارامتر سازی این منبع بایاس در معادلات مشاهدات ○ توابع نگاشت برای تصویر کردن تاخیر زنجی به امتدادی دلخواه • اثرات نسبیتی ○ معرفی اجمالی دو تئوری نسبیت خاص و عام ○ معرفی اثرات نسبیتی بر مشاهدات GPS • اثرات ناشی از جزر و مد زمین صلب و جزر و مد ناشی از بارگذاری اقیانوسی ○ جابجایی ناشی از جزر و مد زمین صلب در ایستگاه‌های GPS ○ جابجایی جزر و مدی ناشی از بارگذاری اقیانوسی • خطاهای ساعت • خطای چند مسیری ○ ارتفاع سنجی با استفاده از مشاهدات انعکاسی ○ تعیین موقعیت مطلق با استفاده از مشاهدات انعکاسی • اثرات AS و SA • اقصت و تغییرات مرکز فاز آنتن • بایاس‌های ابزار	۸
ترکیب‌های تفاضلی مشاهدات • خطی سازی معادلات مشاهدات • استخراج روابط مربوط به ترکیب‌های مشاهدات یک گیرنده شامل ○ ترکیب عاری از یونوسفر و معرفی کاربرد آن ○ ترکیب عاری از هندسی و معرفی کاربرد آن ○ ترکیب استاندارد فاز- کد ○ باقیمانده‌های یونوسفری ○ داپلر تفاضلی و انتگرال داپلر ○ نرم کردن مشاهدات کد • استخراج روابط مربوط به ترکیب‌های مشاهدات چند گیرنده شامل ○ ترکیب تفاضلی یگانه	۱۲



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
○ ترکیب تفاضلی دوگانه ○ ترکیب تفاضلی سه گانه • هم ارزی الگوریتم‌های ترکیبی و غیر ترکیبی ○ الگوریتم‌های غیر ترکیبی پردازش مشاهدات GPS ○ الگوریتم‌های ترکیبی پردازش مشاهدات GPS • الگوریتم‌های ثانویه پردازش مشاهدات GPS • هم ارزی الگوریتم‌های تفاضلی و غیر تفاضلی	
روش‌های سرشکنی و فیلترینگ • سرشکنی کمترین مربعات با مدل پارامتریک • سرشکنی کمترین مربعات به روش ترتیبی • سرشکنی کمترین مربعات با معادلات شرط یا قیود بین مجهولات • سرشکنی کمترین مربعات به روش ترتیبی با معادلات شرط یا قیود بین مجهولات • سرشکنی کمترین مربعات بلوکی • فیلترینگ کالمن ○ فیلترینگ کالمن کلاسیک ○ فیلترینگ کالمن پایدار ○ فیلترینگ کالمن تطبیقی پایدار • سرشکنی کمترین مربعات با قیود اولیه (پارامترهای وزن دار)	۶
تشخیص جهش فاز و حل ابهام فاز • تشخیص جهش فاز ○ مقایسه فاز - کد ○ باقیمانده‌های یونوسفری فاز - فاز ○ انتگرال گیری داپلر • حل ابهام فاز ○ محاسبه جواب شناور ○ جستجوی عدد صحیح ابهام فاز در حوزه ابهام ○ جستجوی عدد صحیح ابهام فاز در حوزه مختصات ○ تابع ابهام	۴
کاربردهای ژئودزی هندسی ماهواره‌ای • استفاده از GPS در مدل سازی توموگرافیک اتمسفر • استفاده از GPS در لرزه نگاری	۳

مراجع:

- 1- Parkinson, B. W. and J. J. Spilker (1996). Global Positioning System: Theory and Applications, American Institute of Aeronautics & Astronautics.
- 2- Gunter Seeber (2003), Satellite Geodesy, 2nd Edition, de Gruyter, 612 pp, ISBN- 13: 978-3110175493.
- ۳- گوچان ژو (۲۰۰۷) تئوری، الگوریتم‌ها و کاربردهای GPS، ترجمه دکتر مسعود مشهدی حسینی و مهندسی رویا موسویان، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.
- 4- Leick, A. A. and S. Lambert (1990). GPS Satellite Surveying, Wiley.



ژئودینامیک Geodynamics

گرایش: ژئودزی
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - اختیاری
پیشنیاز: آنالیز تئوری تغییر شکل

هدف: ژئودینامیک یکی از مباحث گسترده و حائز اهمیت در علوم زمین است که به مطالعه‌ی تغییرات زمانی و دینامیک زمین در مقیاس‌های جهانی و منطقه‌ای می‌پردازد. زمینه‌های مختلف این علم شامل مطالعه‌ی زلزله، آتشفشان، جزر و مد اقیانوس‌ها و زمین صلب، انتقال حرارت و تکتونیک صفحه‌ای است. امروزه به واسطه‌ی در اختیار داشتن مشاهدات ژئودزی و گراویتی، مطالعه و مدل‌سازی پدیده‌های فوق و درک مکانیزم آنها امکان‌پذیر شده و ژئودزی نقش بسزایی در توسعه و شناخت این پدیده‌ها ایفا نموده است. مدل‌سازی نظری پدیده‌های ژئودینامیکی به کمک قوانین مکانیک محیط‌های پیوسته صورت می‌پذیرد که تغییر شکل‌های حاصل از آن از حل یک مسئله‌ی مقدار مرزی حاصل می‌گردند. در نهایت مشاهدات ژئودزی به عنوان اطلاعات کمکی در کنار معادلات فوق می‌توانند در غالب یک مسئله‌ی معکوس به منظور تعیین پارامترهای مختلف زمین مورد استفاده قرار گیرند.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مروری بر مفاهیم مکانیک محیط‌های پیوسته، تئوری تغییر شکل و تنش - مفهوم محیط پیوسته و فرضیه‌ی پیوستگی - نظریه‌ی تغییر شکل، تانسور کرنش، نگرش لاگرانژی و اویلری، تغییر شکل بی‌نهایت کوچک - مفهوم تنش، تعریف بردار تنش و تانسور تنش - تنش‌ها و کرنش‌های اصلی - معادلات حرکت محیط پیوسته، قضیه‌ی کوشی - پواسن - معادله‌ی پیوستگی	۶
معادلات رفتاری - مفهوم کلی معادلات رفتاری - تئوری ارتجاعی، قانون هوک، مواد ارتجاعی گرین و کوشی - مواد ایزوتروپ، ایزوتروپ جانی و اورتوتروپ و معادلات رفتاری آن‌ها - معادلات کلی مسائل تئوری ارتجاعی بر حسب بردار تغییر مکان و نمایش آن‌ها برای مواد ایزوتروپ - مسائل منار مرزی در تئوری ارتجاعی و ارتباط آن با مدل‌سازی پدیده‌های ژئودینامیکی - مواد با حافظه و معادلات رفتاری وابسته به زمان، مواد ویسکوالاستیک - تئوری خطی ویسکوالاستیسیته و معادلات رفتاری آن - رنولوزی کلوین و ماکسول - کاربرد تئوری ویسکوالاستیسیته در مطالعه‌ی پدیده‌های ژئودینامیکی، رفتارهای بازگشتی طولانی مدت در زمین، حرکت‌های پس لرزه	۱۲
پدیده‌های زلزله و آتشفشان - مکانیک زلزله، نظریه نابجایی در تئوری ارتجاعی و نقش آن در مدل‌سازی حرکات گسل‌ها - آشنایی با امواج لرزه‌ای و لرزه‌نگارها و مطالعه خصوصیات درونی زمین به کمک توموگرافی امواج	۱۸



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
لرزه‌ای • انواع گسل‌ها، پارامترهای هندسی گسل و نمایش استروگرافیک گسل‌ها • تغییر شکل‌های هم‌لرزه در محیط ایزوتروپ و نیم‌بی‌نهایت، معرفی مدل اوکادا • تغییر شکل هم‌لرزه در محیط لایه‌ای و مدل‌های مختلف آن • مدل‌های زلزله در محیط‌های کروی • مدل‌های پس‌لرزه و اثرات ویسکوالاستیک • زلزله و تغییر در میدان جاذبه‌ی زمین، مدل نیم‌بی‌نهایت اکویو، مدل‌های کروی و لایه‌ای • نظریه نابجایی و مطالعه تغییر شکل‌های ناشی از حرکات آتشفشانی، گسل‌های کشی • مدل مائی در مطالعات آتشفشانی • اثرات انتقال حرارت و مدلسازی منشا حرارتی ناشی از انتقال ماگما، مدل‌های ترموالاستیک	
پدیده جزر و مد و مدل‌های جزر و مدی • جزر و مد اقیانوسی، جزر و مد زمین صلب • پتانسیل جزر و مد و شتاب جزرومد • معرفی عدد Doodson و بررسی تغییرات پتانسیل و یا نیروی جزر و مد نسبت به زمان و مکان شامل مولفه‌های zonal، sectorial، tesseral و zonal به همراه برخی از مولفه‌های فرکانسی، تیلت بردار شتاب نقل و بالا آمدگی سطوح هم پتانسیل در اثر جزر و مد • جزر و مد پوسته، جزر و مد زمین غیر صلب • اعداد لاو و مفهوم فیزیکی آن‌ها، پتانسیل تغییر شکل و عدد شیدا • اثرات جزر و مد بر مشاهدات ژئودتیکی • اثرات غیر مستقیم جزر و مد و اعداد لود • مدل‌های جزر و مدی، مدل فارل، مدل جان وار و ...	۶
نقش مشاهدات ژئودزی در مطالعه‌ی پدیده‌های ژئودینامیکی • مشاهدات سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS) و حل مسائل معکوس در لرزه‌نگاری • مشاهدات راداری و نقش آنها در مطالعات زلزله و آتشفشان • مدلسازی جزر و مد به کمک مشاهدات ارتفاع سنجی ماهواره‌ای • تعیین اعداد لاو به کمک مشاهدات ژئودزی • ماهواره‌ی گریس و تغییرات زمانی میدان ثقل • مطالعه تغییرات آب‌های زیرزمینی به کمک ماهواره‌ی گریس • حل مسائل معکوس لرزه‌نگاری به کمک مشاهدات ماهواره‌ی گریس، مطالعه‌ی حرکات پس‌لرزه	۶

مراجع:

- 1- Mase G. E. (1970), Theory and Problems of Continuum Mechanics, Schaum's Outline Series, McGraw- Hill Book Company, 220pp.
- 2- Giorgio, R. (1995). Rheology of the Earth, Springer, 409 pp.
- 3- Vanicek P. (1972), The Earth Tide, University of New Brunswick, 37 pp.
- 4- Turcotte, D. L., Schubert, G., (2002), Geodynamics, Cambridge university Press
- 5- Akli, K, Richards, P., (1980), Quantitative seismology, University science book
- 6- Segall, P., (2010), Earthquake and Volcano deformation, Princeton University Press
- 7- Melchoir, P., (1983), Tide of the Planet Earth, Oxford, Pergamon Press.
- 8- Teisseyre, R, Beilski, W., (1986), Continuum theories in solid Earth physics, Butterworth-Heinemann Limited
- 9- Krasana, H, Bohm, J, Schuhb, H, (2013), Tidal Love and Shida numbers estimated by geodetic VLBI, Journal of Geodynamics, 70, 21- 27



- 10- Seitz, F., Kirschner, S., Neubersch, D., (2012), Determination of the Earth's pole tide Love number, k_2 from observations of polar motion using an adaptive Kalman filter approach, *Journal of Geophysical research*, 117(B9), 1- 11.
- 11- Wahr, J., (2004), Time variable gravity field from GRACE, lecture not, university of Colorado
- 12- Fatolazadeh, F., Voosoghi, B., Raoofian Naeeni, M., (2013), Wavelet and Gaussian Approaches for Estimation of Groundwater Variations Using GRACE Data, *Groundwater*.



ژئودزی دینامیکی ماهواره‌ای Dynamic Satellite Geodesy

گرایش: ژئودزی
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - اختیاری
پیشنیاز: ژئودزی ماهواره‌ای دوره کارشناسی

هدف: هدف از تکنیک‌های ژئودزی ماهواره‌ای، گسترش روش‌های اندازه‌گیری بر پایه سیستم‌های فضایی است. مشاهدات ژئودزی کلاسیک که از روش‌های اندازه‌گیری زمینی بدست می‌آیند به سبب تراکم کم و هزینه بالای جمع‌آوری داده، جوابگوی نیازهای امروز علوم زمین نخواهند بود. همچنین تعیین موقعیت یکپارچه‌ی به‌بعدی در یک سیستم مختصات زمین مرجع نیز به کمک شبکه‌های ژئودتیک کلاسیک امکان‌پذیر نمی‌باشد. بر این اساس ایده به کارگیری تکنیک‌های اندازه‌گیری فضایی مطرح گردید. در روش‌های تعیین موقعیت فضایی، ماهواره‌هایی که به دور زمین در حال دوران می‌باشند، به عنوان نقاط مبنای ژئودزی مدنظر قرار می‌گیرند و مختصات آن‌ها در سیستم‌های اینرشیال از طریق معادله حرکت آن‌ها به صورت تابعی از زمان مشخص می‌گردد. حل معادله حرکت ماهواره‌ها و تعیین موقعیت آن‌ها در مدار نیازمند اطلاع از نیروهای وارد بر ماهواره می‌باشد. مهم‌ترین سهم در حرکت ماهواره‌ها ناشی از هارمونیک مرتبه صفر میدان جاذبه زمین بوده که منجر به حرکت در مدار کپلری می‌گردد. اثر هارمونیک‌های مرتبه بالای میدان جاذبه زمین در کنار سایر نیروهای وارد بر ماهواره به صورت ترم‌های اغتشاشی مطالعه شده و سبب انحراف حرکت از مدار کپلری می‌گردند که در مبحث تعیین مدار دینامیکی مورد مطالعه قرار می‌گیرند.

علاوه بر ماهواره‌های تعیین موقعیت، سایر سیستم‌های اندازه‌گیری فضای مانند ماهواره‌های ثقل‌سنجی، سیستم‌های ارتفاع‌سنجی ماهواره-ای، ماهواره‌های تجسس و سنجنده‌های حرارتی، به نحوی با مشاهدات ژئودزی سرکار داشته و از داده‌های آن‌ها به منظور کاربردهای مختلف در علوم نظیر ژئوفیزیک، ناوبری، کاربردهای نظامی و ... استفاده می‌گردد.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مسئله دو جسمی - تعریف مسئله و مروری بر تاریخچه مسئله دو جسمی - قوانین کپلر و قوانین بقای انرژی، ممانتوم زاویه‌ای و بردار مداری - معادله کپلر و حرکت در سیستم مداری - المان‌های مداری (کپلری، دلونی و TLE) و تقسیم‌بندی مدارات - گذر ماهواره، قدرت تفکیک مکانی و زمانی و پوشش زمینی	۱۲
تعیین مدار - معرفی روش‌های تحلیلی و عددی در تعیین مدار - انواع مشاهدات مورد استفاده در تعیین مدار - انواع مدار (دینامیک، کینماتیک و هیبریدی) - روش‌های متداول در تعیین عددی مدار - سیستم‌های مختصات و زمان در ژئودزی ماهواره‌ای	۱۵
نیروهای اغتشاشی و مدار مغشوش - انواع نیروهای اغتشاشی (پایستار و غیرپایستار) و نحوه اثر آن‌ها بر مدار - معادلات سیاره‌ای لاگرانژ و اثر نیروهای اغتشاشی پایستار بر مدار	۱۳



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
- معادلات گوسی و اثر نیروهای اغتشاشی غیر پایستار بر مدار - حرکت در میدان J_2، المانیهای متوسط و بوسان و تعاریف دوره تناوب در حرکت اغتشاشی	
معموریت‌های فضایی در ژئودزی و کاربردهای آنها - تعیین المان‌های مداری در ماهواره‌های خورشید آهنگ، گذر تکراری و ... - هندسه مشاهدات و ارتباط آنها با المان‌های مداری - خوشه‌های ماهواره‌ای و کاربردهای آن در ژئودزی	۸

مراجع:

- 1- Seeber, G. 2003, Satellite Geodesy, Walter de Gruyter, 2003.
- 2- Capderou, M., 2005, Satellites: Orbits and missions, 364 p. With CD- ROM, 2- 287- 21317- 1. Berlin: Springer.
- 3- VALLADO, A. D., 2001, Fundamentals of Astrodynamics and Applications, 2nd edn, Space Technology Laboratory, Vol. 12 (Dordrecht: Kluwer Academic).
- 4- Montenbruck O., Gill E., 2000, Satellite Orbits - Models, Methods, and Applications; Springer Verlag Heidelberg .
- 5- Sandau, R., Roeser H., P., Valenzuela A., 2010 Small Satellite Missions for Earth Observation New Developments and Trends; Springer
- 6- Elachi, C., Van Zyl, J., 2006, Introduction to the Physics and Techniques of Remote Sensing, John Wiley & Sons, Inc.,
- 7- Olsen, R., C., 2007, Remote Sensing from Air and Space, SPIE—The International Society for Optical Engineering



ارتفاع سنجی ماهواره‌ای Satellite Altimetry

تعداد واحد: ۳ (نظری) گرایش: ژئودزی
نوع درس: تخصصی - اختیاری جمع ساعات تدریس: ۴۸
پیشنیاز: ژئودزی فیزیکی و ژئودزی ماهواره‌ای دوره کارشناسی همنیاز:

هدف: مباحث ارتفاع سنجی ماهواره‌ای دارای نقش و اهمیت اساسی در ژئودزی می‌باشد. این درس با هدف آشنایی دانشجویان کارشناسی ارشد با مفاهیم پایه ارتفاع سنجی ماهواره‌ای تعریف گردیده و دانشجو با گذراندن این درس قادر خواهد بود از اصول ارتفاع-سنجی در مطالعه و تعیین سطح متوسط دریا و تعیین توپوگرافی سطح دریا، و مدل سازی جزر و مدی و یا تلفیق مشاهدات ژئودزی بعنوان یک منبع اطلاعاتی در کنار منابع اطلاعاتی دیگر استفاده نماید و کاربردهای آن را در شاخه‌های مختلف ژئودزی و اقیانوس نگاری و جزر و مد و سطوح دریا و سطوح مبنای ارتفاعی و ژئوئید بررسی و مدل سازی نماید.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مبنای ارتفاع سنجی ماهواره‌ای • مروری بر ماموریت‌های ارتفاع سنجی توسط ماهواره‌ها و کاربردهای آن • مشخصه‌ها و روش‌های اندازه‌گیری با ارتفاع سنج‌ها • تعیین مدار ماهواره‌ها توسط ایستگاه‌های زمینی و آنالیز اغتشاشات • اصول هندسی ارتفاع سنجی • اصول فیزیکی ارتفاع سنجی • مشاهدات ارتفاع سنجی	۱۴
نوع موج و تصحیحات • فرکانس‌های به کار گرفته شده در ارتفاع سنجی راداری و تأثیرات آن‌ها • تصحیحات ژئوفیزیکی • اندازه‌گیری‌های ارتفاع سنجی و شکل موج و روش‌های باز تعقیب شکل موج بازگشتی	۱۰
کالیبراسیون و پردازش • کالیبراسیون ماهواره‌های ارتفاع سنجی • پردازش اطلاعات ارتفاعی و شبکه بندی اطلاعات • توپوگرافی سطح دریا، اقیانوس‌ها و مدل ژئوئید و تعیین ژئوئید دریایی • مسئله معکوس • محاسبه آنامولی‌های ثقل و جرم	۱۲
کاربردهای ارتفاع سنجی ماهواره‌ای • کاربرد اطلاعات ماهواره‌های ارتفاع سنجی در تعیین تغییرات ناشی از آب لوزه • کاربرد اطلاعات ماهواره‌های ارتفاع سنجی در اقیانوس‌ها و مدل سازی جزر و مد اقیانوس‌ها • کاربرد اطلاعات ماهواره‌های ارتفاع سنجی در اکتشاف ژئوفیزیکی ومطالعات ژئودینامیکی دریاها • کاربرد اطلاعات ماهواره‌های ارتفاع سنجی در تغییرات جهانی سطح آب • کاربردهای اخیر و تحقیقات جدید در این رشته در نمایش سطح دریاچه‌های بزرگ و نمایش حجم قله‌های یخی	۱۲



مراجع:

- 1- Lee- Lueng Fu and Anny Cazenave (2001), Satellite Altimetry and Earth Sciences
- 2- Arthur James Edward Smith, Application of Satellite Altimetry for Global Ocean Tide Modeling
- 3- Stefano Vignudelli • Andrey G. Kostianoy Paolo Cipollini • Jérôme Benveniste, Costal Altimetry



تلفیق سیستم‌های ناوبری ماهواره‌ای و اینرسی GNSS/INS Integration

گرایش: ژئودزی
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - اختیاری
پیشنیاز: ژئودزی ماهواره‌ای دوره کارشناسی

هدف: سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی نیازمند دید مستقیم بین گیرنده و ماهواره بوده و در نتیجه امکان استفاده در محل‌های مسقف و زیر آب را ندارد و همچنین فرکانس نویز خطای مشاهدات آن بالا می‌باشد. سیستم ناوبری اینرسی مستقل بوده و فرکانس نویز خطای مشاهدات آن پایین است و با توسعه مدل‌های جهانی جاذبه، محدودیت یکبارگیری آن کمتر شده است. در نتیجه تلفیق این دو سیستم ناوبری می‌تواند امکان حذف معایب و بهره‌گیری از مزایای آن‌ها را فراهم نماید. هدف از این درس معرفی سیستم ناوبری اینرسی و برخی از کاربردهای تلفیق آن با سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی می‌باشد.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
کاربردهای سیستم‌های اینرسی و تلفیق GNSS/INS در مهندسی نقشه‌برداری	۲
چارچوب‌های مختصات و انتقال‌ها - چارچوب‌های اینرسی، ECEF و ناوبری - انتقال‌ها: کسینوس‌های هادی، زوایای اولری، Quaternions، بردارهای محوری، نرخ زاویه‌ای، معادلات دیفرانسیلی انتقال	۶
دستگاه‌های اندازه‌گیری اینرسی - ژیروسکوپ - ژیروسکوپ‌های مکانیکی: ژیروسکوپ با یک درجه‌ی آزادی SDF Gyro و خطاهای آن. - ژیروسکوپ با دو درجه‌ی آزادی Gyro، TDF و خطاهای آن - ژیروسکوپ‌های نوری: ژیروسکوپ‌های حلقه لیزری Ring Laser Gyro و خطاهای آن. - ژیروسکوپ‌های فیبر نوری و خطاهای آن - شتاب‌سنج - شتاب در سیستم غیر اینرسی - شتاب‌سنج‌های آونگی، شتاب‌سنج‌های ارتعاشی، شتاب‌سنج‌های پیزوالکتریک - شتاب‌سنج و سنجش ثقل در ژئودزی	۱۰
سیستم‌های ناوبری ایترشیال - انواع مکانیزه‌کردن INS، مکانیزاسیون پایدار شده مکانی Space Stabilized: تنظیم شولر، آزیموت سرگردان، مکانیزاسیون دوربسته Strapdown: بدست آوردن ماتریس انتقال - معادلات ناوبری: معادلات ناوبری در چارچوب‌های مختلف: i- Frame, e- Frame, n- Frame, w- Frame - انتگرال‌گیری معادلات ناوبری	۸
دینامیک خطاهای سیستم بررسی اثر ثقل در ایجاد خطا در INS	۸



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
• دینامیک خطاها در چارچوب‌های مختلف • اثر خطاهای IMU • مدل اساسی خطاها	
شروع به کار و تنظیم اولیه INS • تنظیم اولیه و تقریبی Coarse Alignment • تنظیم نهایی و دقیق Fine Alignment • تنظیم در حال حرکت	۶
تلفیق INS و GNSS • تبیین مزایا و معایب هر یک از سیستم‌ها و اهمیت تلفیق • تلفیق غیر متمرکز: فیلتر مربوطه و معادلات آن، مشکلات و مزایای روش • تلفیق متمرکز: معادلات و اصول روش و محسّنات و مشکلات روش • ترمیم لغزش فاز، حل ابهام فاز مجدد با استفاده از تلفیق GNSS/INS • نقل‌سنجی هوایی (اسکالر و برداری) با استفاده از تلفیق GNSS/INS	۸

مراجع:

- 1- C.Jekeli, "Inertial Navigation Systems With Geodetic Applications", Walter de Gruyter, Berlin, New York, 2001.
- 2- M.S. Grewal, L.R. Weill, and A.P.Andrews, " Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Innegration", John Wiley & Sons, Inc., 2001.
- 3- P.D. Groves, "Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems", Artech House, 2008.
- 4- R.M. Rogers, "Applied Mathematics in Integrated Systems", AIAA Education Series 3rd Edition, 2007.
- 5- P. Aggarwal, Z. Syed, A. Noureldin, " MEMS- Based Integrated Navigation (GNSS Technology and Applications) ", Artech House, 2010.
- 6- D. Titterton, J. Weston, "Strapdown Inertial Navigation Technology", 2nd Edition, IEE Radar, Sonar, Navigation & Avionics, 2005.



هیدروگرافی پیشرفته Advanced Hydrography

گرایش: ژئودزی
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی- اختیاری
پیشنیاز: هیدروگرافی دوره کارشناسی

هدف: مباحث هیدروگرافی پیشرفته نقش و اهمیت اساسی در ژئودزی می‌باشد. این درس با هدف آشنایی دانشجویان کارشناسی ارشد با مفاهیم پایه از هیدروگرافی و پیشرفت‌های آن تعریف گردیده و دانشجویان با گذراندن این درس قادر خواهد بود که در مطالعه اصول کارکرد دستگاه‌های هیدروگرافی و کاربردهای آن در شاخه‌های مختلف ژئودزی و اقیانوس‌نگاری و جزر و مد و سطوح دریا و سطوح مبنای ارتفاعی را بررسی و مدل‌سازی نماید.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
فیزیک دریا • مشخصات آب و اقیانوس‌ها • امواج، جریان‌های دریایی، جزر و مد و سطوح دریا سطوح مبنای ارتفاعی، پتانسیل جزر و مد، تغییرات سطح دریا • سرعت امواج صوتی در آب دریا • پارامترهای سونار و معادلات سونار • تأثیرات اتمسفریک در دریا • جهت و سرعت جریان‌های دریایی	۱۴
هندسه تعیین موقعیت در دریا • اساس انتشار امواج رادیویی و اندازه‌گیری با آن‌ها • تعیین موقعیت ماهواره‌ای • تعیین موقعیت آکوستیکی • منابع خطاها • بررسی تکان‌ها در شناور هیدروگرافی	۱۰
سیستم‌های تعیین موقعیت در دریا • لیزری • توری • امگا • لورن سی • سیستم تعیین موقعیت جهانی	۱۲
عمق‌یابی • عمق‌یابی تک پرتویی • عمق‌یابی چند پرتویی • ترانسدوسرها و پردازش سیگنال • پوشش و دقت سامانه‌های چند پرتوی	۱۲



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
• اشکار سازی عوارض • عمق یابی لیزری (LiDAR) • عمق یابی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سامانه‌های سنجش از دور • روش‌های مکانیکی • روش‌های جستجو • سامانه‌های ساید اسکن سونار	

مراجع:

- 1- Hydrography C.D. de Jong G. Lachapelle S. Skone I.A. Elema 2010
- 2- SECRETS OF THE TIDE, John D. Boon 2011



روش‌های عددی در ژئودینامیک

Numerical Methods in Geodynamics

گرایش: ژئودزی
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همیناز:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - اختیاری
پیشنیاز: ریاضیات مهندسی دوره کارشناسی، ژئودینامیک دوره ارشد

هدف: ارائه روش‌های عددی مختلف در مطالعه پدیده‌های ژئودینامیکی و مدل‌سازی آن

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مفاهیم پایه روش‌های محاسباتی در ژئودینامیک • مقدمه‌ای بر روش‌های عددی و کاربرد آن‌ها در مسائل ژئودینامیکی • معادلات پایه در مسائل ژئودینامیکی ○ معادله حرکت ○ معادله پیوستگی ○ معادله انتقال حرارت ○ معادلات رفتاری • شرایط مرزی و اولیه در مسائل ژئودینامیکی • مروری بر روش‌های تحلیلی و عددی در حل مسائل ژئودینامیک • محدودیت‌های روش‌های عددی و نحوه کاربرد آن‌ها در مسائل ژئودینامیکی • تلفیق روش‌های تحلیلی و عددی	۱۲
مروری بر روش تفاضل محدود و کاربرد آن در حل معادلات ژئودینامیکی • مفاهیم پایه در روش تفاضل محدود • تکنیک سوپ در روش تفاضل محدود • دقت و پایداری در روش تفاضل محدود • حل معادلات ژئودینامیکی به کمک روش تفاضل محدود	۸
روش حجم محدود • مقدمه‌ای بر روش حجم محدود • مفهوم حجم کنترل و شبکه ساختاریافته • مقایسه روش حجم محدود با روش تفاضل محدود • حل معادلات مختلف در ژئودینامیک به کمک روش حجم محدود	۸
روش المان محدود • مقدمه‌ای بر روش المان محدود • نمایش اولیه و لاگرانژی • روش باقیمانده‌های وزن‌دار • روش پترو-گالرکین • روش تابع جبران	۱۲



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
• گسته‌سازی در روش المان محدود • روش المان محدود به کمک توابع درونیاب کوپیک اسپلین • المان محدود در مسائل دوبعدی و سه‌بعدی	
روش المان‌های مرزی • مقدمه‌ای بر روش المان‌های مرزی و نحوه عملکرد این روش در حل معادلات دیفرانسیل • جواب اساسی و توابع گرین • اتحاد گرین و روش المان‌های مرزی در حل مسائل تئوری پتانسیل • انتگرال بتی و روش المان‌های مرزی در تئوری الاستیسته	A

مراجع:

- 1- Mase G. E. (1970), Theory and Problems of Continuum Mechanics, Schaum's Outline Series, McGraw- Hill Book Company, 220pp.
- 2- Giorgio, R. (1995). Rheology of the Earth, Springer, 409 pp.
- 3- Vanicek P. (1972), The Earth Tide, University of New Brunswick, 37 pp.
- 4- Turcotte, D. L., Schubert, G., (2002), Geodynamics, Cambridge university Press
- 5- Aki, K., Richards, P., (1980), Quantitative seismology, University science book
- 6- Segall, P., (2010), Earthquake and Volcano deformation, Princeton University Press
- 7- Melchior, P., (1983), Tide of the Planet Earth, Oxford, Pergamon Press.
- 8- Teisseyre, R., Beilski, W., (1986), Continuum theories in solid Earth physics, Butterworth-Heinemann Limited
- 9- Krasana, H., Bohm, J., Schuhb, H., (2013), Tidal Love and Shida numbers estimated by geodetic VLBI, Journal of Geodynamics, 70, 21- 27
- 10- Seitz, F., Kirschner, S., Neubersch, D., (2012), Determination of the Earth's pole tide Love number, k_2 from observations of polar motion using an adaptive Kalman filter approach, Journal of Geophysical research, 117(B9), 1- 11.
- 11- Wahr, J., (2004), Time variable gravity field from GRACE, lecture not, university of Colorado
- 12- Fatolazadeh, F., Voosoghi, B., Raoofian Naeeni, M., (2013), Wavelet and Gaussian Approaches for Estimation of Groundwater Variations Using GRACE Data, Groundwater.



مکانیک تحلیلی Analytical Mechanics

گرایش: ژئودزی
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - اختیاری
پیشنیاز:

هدف: ژئودزی دانشی است که به مطالعه هندسه، میدان ثقل زمین و تغییرات آن می‌پردازد. میدان ثقل زمین برایند دو نیروی مختلف است. یکی نیروی جاذبه، که به واسطه جرم زمین بر اجسام دیگر وارد شده، و دیگری گریز از مرکز، که در اثر حرکت دورانی زمین و اتمسفر آن به صورت یک نیروی مجازی اثر می‌کند. شناخت ماهیت این دو نیرو و نحوه اثر آن‌ها در حرکت اجسام، نیازمند آشنایی با تعریف این دو نیرو بر پایه اصول مکانیک کلاسیک است. به‌علاوه تعریف سیستم‌های زمین مرکز که موقعیت نقاط زمینی نسبت به آن‌ها تعریف می‌گردد، نیازمند مطالعه حرکت زمین در فضا تحت اثر نیروهای مختلف است که منجر به رخداد اثرات تقدیمی و رقص محوری در زمین می‌گردند. حرکت انتقالی زمین به دور خورشید نیز بر پایه قوانین سیاره‌ای کپلر صورت می‌گیرد. مبانی تئوریک حرکات فوق در مباحث دینامیک نقطه مادی و دینامیک جسم صلب که از بخش‌های اصلی در مکانیک کلاسیک است، مورد بررسی قرار می‌گیرند. مباحث ژئودزی ماهواره‌ای و طراحی مدار ماهواره‌ها و قرار دادن آن‌ها در مدار نیز مباحثی از مکانیک کلاسیک می‌باشند. مکانیک کلاسیک از دو بخش تشکیل شده است. ۱- بخش کینماتیک که حرکات اجسام را، بدون توجه به اثر نیروها و جرم آن‌ها، تنها از منظر هندسی مورد مطالعه قرار می‌دهد. قوانین کینماتیک بر پایه اصول حساب دیفرانسیل و انتگرال توابع برداری استوار است. ۲- بخش دینامیک که قوانین حاکم بر حرکت اجسام را تحت اثر نیروهای خارجی مورد مطالعه قرار می‌دهد. اصول دینامیک بر مبنای تعریف نیرو و قوانین نیوتن استوار است.

شرح درس:

عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
کینماتیک ذرات و اجسام صلب - توصیف حرکت ذرات بر پایه پارامتری سازی طبیعی و توصیف مختصاتی - سرعت و شتاب ذرات در نمایش‌های مختلف حرکت - حرکت انتقالی جسم صلب - حرکت دورانی جسم صلب حول محور ثابت - سرعت و شتاب نقاط جسم صلب در حرکت دورانی حول محور ثابت - معادله حرکت جسم صلب در صفحه - تعیین سرعت و شتاب نقاط جسم در حرکت صفحه‌ای جسم صلب - حرکت سه بعدی جسم صلب - تئوری اویلر در حرکت سه بعدی جسم صلب - سرعت و شتاب نقاط جسم در حرکت سه بعدی جسم صلب - حرکت ذرات در چهارچوب غیر اینرشیال، حرکت نسبی، شتاب گریز از مرکز و کوریولیس - حرکت نسبی جسم صلب و معادلات کینماتیک اویلر در حرکت سه بعدی جسم صلب	۲۰
دینامیک ذرات و اجسام صلب - قوانین دینامیک و تعاریف و اصول پایه در مکانیک کلاسیک - معادله دیفرانسیل حرکت ذرات	۲۸



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
• قضایای اساسی در دینامیک ذرات ○ انرژی جنبشی و مماتوم خطی ذرات ○ قضیه تغییر مماتوم خطی ذرات ○ کار حاصل از یک نیرو، نیروهای پایستار و انرژی پتانسیل ○ قضیه کار و انرژی ○ مماتوم زاویه‌ای ذرات ○ قضیه تغییر در مماتوم زاویه‌ای ذرات • سیستم‌های غیرایزشیال و نیروهای مجازی • دینامیک سیستم ذرات • قضایای اساسی در حرکت سیستم ذرات ○ تعریف مرکز جرم ○ حرکت مرکز جرم سیستم ذرات ○ قضیه تغییر مماتوم خطی ذرات ○ قضیه تغییر در مماتوم زاویه‌ای سیستم ذرات ○ قضیه تغییر در انرژی جنبشی سیستم ذرات • دینامیک جسم صلب ○ تعمیم قضایای دینامیک سیستم ذرات به جسم صلب ○ تانسور عمان اینرسی جسم صلب ○ اندازه حرکت زاویه‌ای جسم صلب ○ دینامیک حرکت صفحه‌ای و سه‌بعدی جسم صلب، معادلات دینامیک اویلر	

مراجع:

- 1- Symon, K. R. 1965, Mechanics, Addison- Wesley, Lonson,
- 2- Targ, S., 1976, Theoretical Mechanics A Short Course, Mir publishing, Moscow.
- 3- Hand, L. N, Finch, Analytical Mechanics, J. D, 1998, Cambridge University Press.



آنالیز ذاتی تغییر شکل Intrinsic Deformation Analysis

گرایش: ژئودزی
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - اختیاری
پیشنیاز: آنالیز تنسوری تغییر شکل

هدف: مکانیک محیط‌های پیوسته و مباحث آن دارای نقش و اهمیت اساسی در ژئودزی و ژئودینامیک می‌باشد. این درس با هدف آشنایی دانشجویان مقطع دکتری با مبحث نظریه پوسته‌ها از مکانیک محیط‌های پیوسته تعریف گردیده است. دانشجو با گذراندن این درس قادر خواهد بود که در مطالعه پدیده‌های ژئودینامیک از مشاهدات ژئودزی بتواند یک منبع اطلاعاتی در کنار منابع اطلاعاتی از زمین‌شناسی و ژئوفیزیک استفاده نموده و در قالب مباحث ارائه شده در نظریه پوسته‌ها، مدل‌سازی این پدیده‌ها را به انجام رساند.

شرح درس:

عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
نظریه منیفولدها (Manifolds) • منیفولدهای مشتق پذیر • میدان‌های تنسوری • منیفولدهای ریمانی	۶
کرنش (استرین) • تنسورهای تغییر شکل • تنسورهای تغییر شکل و میدان برداری جابجایی • معیارهای عددی تغییر شکل • نظریه کرنش (استرین) بی‌نهایت کوچک	۶
تنش (استرس) • نیروهای سطحی و جسی • اصل تنش کوژی • بردار و تنسور استرس • رابطه تنش - کرنش (استرین - استرس)	۶
نظریه پوسته‌ها • تنسورهای اساسی نوع اول و نوع دوم • تنسورهای تغییر شکل سطحی • تنسور تغییر انحنای سطحی • نگرش‌های لاگرانژی و اولری آنالیز تغییر شکل پوسته‌ها • نگرش‌های ذاتی و غیر ذاتی در آنالیز تغییر شکل سطح	۱۸
کاربردهای آنالیز تغییر شکل ذاتی در ژئودزی و ژئودینامیک • کاربرد در مطالعه تغییر شکل سطح زمین • کاربرد در مطالعه تغییر شکل میدان ثقل زمین • کاربرد در مطالعات استخراج منابع زیرزمینی	۱۲



مراجع:

- 1- Martin, D. (1991): Manifold Theory: an Introduction for mathematical physicists, Ellis Herwood limited, Great Britain.
- 2- Eringen, A.C. (1962): Non- linear theory of continuous mechia, McGraw- Hill, New York.
- 3- Ernst, L.J. (1981): Ageometrically nonlinear Finite element shell theory pep of Mechanical Eng., Delft University.
- 4- Olszak, W. (1980): The Shell theory, new trends and applications int. center for mechanical Sciences, Lecture Note, 240, Springer- verlag.
- 5- Voosoghi, B. (2000): Intrinsic Deformation Analysis of the Earth Surface Based on Dimensional Displacement Fields Derived from Space Geodetic Measurements, PhD thesis, University of Stuttgart, Stuttgart, Germany.



پایدارسازی Regularization

تعداد واحد: ۳ (نظری)

نوع درس: تخصصی - اختیاری

پیشنیاز: تئوری برآورد کارشناسی، تئوری تقریب کارشناسی ارشد

گرایش: ژئودزی

جمع ساعات تدریس: ۴۸

همیناز:

هدف: شناخت روش‌های حل مسائلی که حل عددی آن‌ها به مسأله‌ای منجر می‌شود و یا ماهیتاً ناپایدارند.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مسائل خوش وضع و مسائل بد وضع • شرایط لازم برای خوش وضع بودن یک مسئله، مثال‌هایی از مسائل خوش وضع و بد وضع • تئوری اعوجاج (Perturbation Theory) در بررسی ناپایداری جواب یک دستگاه معادلات خطی و تبیین نقش عدد شرط در آن • تئوری اعوجاج در بررسی ناپایداری جواب کمترین مربعات یک دستگاه معادلات خطی و تبیین نقش عدد شرط در آن • ویژگی‌های مسائل بد وضع • شرط پیکارد در بررسی ناپایداری جواب کمترین مربعات • بررسی شرایط خوش وضع و بد وضع بودن دستگاه‌های معادلات دیفرانسیل	۱۰
روش‌های پایدارسازی مسائل بد وضع • روش Truncated Singular Value Decomposition • روش Modified Truncated Singular Value Decomposition • روش Damped Singular Value Decomposition • روش Tikhonov-philips • روش Generalized Singular Value Decomposition • استفاده از کران‌ها و قیود • «روش‌های تکراری» یا Iterative Methods نظیر روش Conjugate gradient	۱۴
تعیین بهینه پارامتر پایدارسازی • روش L-Curve در تعیین بهینه پارامتر پایدارسازی • استفاده از اطلاعات جانبی در تعیین بهینه پارامتر پایدارسازی	۱۱
مثال‌هایی از مسائل بد وضع در ژئودزی و حل آن‌ها با روش‌های پایدارسازی • تبدیل فرو سوی شتاب ثقل (Downward Continuation) • مطالعه کینماتیک تغییر شکل‌های سطحی پیوسته زمین در سه بعد • سرشکنی با قیود داخلی شبکه‌های کنترل تغییر شکل‌های ارتفاعی	۱۳



- 1- Aster, R., B. Brochers, et al. (2005). Parameter Estimation and Inverse Problems, Elsevier Academic Press.
- 2- Hansen, P. C. (1987). "The Truncated SVD as a Method for Regularization." BIT 27: 534- 553.
- 3- Hansen, P. C. (1990). "The Discrete Picard Condition for Discrete III- Posed Problems." BIT 30:658- 672
- 4- Hansen, P. C. (1992). "Analysis of Discrete III- Posed Problems by Meand of the L- Curve." SIAM Review 34(4): 561- 580
- 5- Hossainali, M. M. (2005). A Comprehensive Approach to the Problem of the 3D- Kinematics of Deformation. Institute of Physical Geodesy. Darmstadt, Darmstadt University of Technology.



مدل سازی ژئودینامیکی Geodynamical Modelling

گرایش: ژئودزی
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - اختیاری
پیشنیاز: ژئودینامیک

هدف: ژئودینامیک یکی از مباحث گسترده و حائز اهمیت در علوم زمین است که به مطالعه تغییرات زمانی و دینامیک زمین در مقیاس‌های جهانی و منطقه‌ای می‌پردازد. زمینه‌های مختلف این علم شامل مطالعه زلزله، آتشفشان، جزر و مد اقیانوس‌ها و زمین صلب، انتقال حرارت و تکتونیک صفحه‌ای است. امروزه به واسطه‌ی در اختیار قرار داشتن مشاهدات ژئودزی و گراویتی، مطالعه و مدل‌سازی پدیده‌های فوق و درک مکانیزم آنها امکان‌پذیر شده و ژئودزی نقش بسزایی در توسعه و شناخت این پدیده‌ها ایفا نموده است. مدل‌سازی نظری پدیده‌های ژئودینامیکی به کمک قوانین مکانیک محیط‌های پیوسته صورت می‌پذیرد که تغییر شکل‌های حاصل از آن از حل یک مسئله‌ی مقدار مرزی حاصل می‌گردند. در نهایت مشاهدات ژئودزی به عنوان اطلاعات کمکی در کنار معادلات فوق می‌توانند در غالب یک مسئله‌ی معکوس به منظور تعیین پارامترهای مختلف زمین مورد استفاده قرار گیرند. هدف از این درس، مطالعه‌ی پدیده‌های ژئودینامیکی از دیدگاه مسائل مقدار مرزی در مکانیک محیط‌های پیوسته است و عمده مطالب آن به بررسی مدل‌سازی پدیده‌های ژئودینامیکی مختلف از دیدگاه حل مسائل مقدار مرزی می‌پردازد. تئوری نابجایی به عنوان نظریه‌ای جامع در بررسی مکانیزم زلزله و پدیده‌ی گسلش به تفصیل ارائه شده و نحوه حل مسائل به کمک آن تشریح می‌گردد.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مبانی ریاضی - مروری بر آنالیز بردارها و تانسورها و روابط آن‌ها - حساب دیفرانسیل و انتگرال توابع برداری و تانسوری - قضایای استوکس، دیورژانس و هلمهولتز - مروری بر تئوری توابع تعمیم یافته، تابع دلتای دیراک	۸
تنش، کرنش و معادلات رفتاری - نظریه تنش و کرنش - معادله‌ی رفتاری در تئوری ارتجاعی، معادلات حرکت - تئوری پتی - توابع گرین در الاستودینامیک - مفهوم تقابل متبع و گیرنده در توابع گرین - جواب‌های اساسی کلونین و استوکس - توابع گرین در محیط نیم‌بی‌نهایت - مشتق توابع گرین و تفسیر فیزیکی آن - تئوری نمایش در الاستودینامیک - ویسکوالاستیسیته - رئولوژی کلونین و ماکسول - اصل هم‌ارزی	۴۰



ساعات ارائه	عنوان سرفصل
۳۰	تئوری نابجایی و مدلسازی تغییر شکل زلزله و آتشفشان • تئوری نابجایی و مکانیک گسلش. ناپیوستگی در مولفه‌های بردار جابجایی • کاربرد تئوری نابجایی در تغییر شکل‌های ناشی از گسلش • فرمول ولترا • مکانیزم نیروها در کانون زلزله و نیروهای حجمی هم‌ارز • آنالیز ناپیوستگی در مولفه‌های بردار جابجایی و نمایش ناپیوستگی بر حسب توزیع زوج نیروها • مفهوم تانسور ممان لرزه‌ای و تفسیر آن • نابجایی در محیط نیم‌بی نهایت ایزوتروپ، مدل اوکادا • نابجایی در محیط ویسکوالاستیک به کمک اصل هم‌ارزی • تغییرات میدان جاذبه ناشی از گسلش، مدل اکوبو • نابجایی در محیط دولایه‌ای، متشکل از لیتوسفر الاستیک و منتل ویسکوالاستیک • مدل‌های کروی و لایه‌ای • مدل‌های پس‌لرزه

مراجع:

- 1- Turcotte, D. L., Schubert, G., (2002), Geodynamics, Cambridge university Press
- 2- Akii, K, Richards, P, (1980), Quantitative seismology, University science book
- 3- Segall, P, (2010), Earthquake and Volcano deformation, Princeton University Press
- 4- Teisseyre, R, Beilski, W., (1986), Continuum theories in solid Earth physics, Butterworth-Heinemann Limited
- 5- Krasana, H, Bohm, J, Schuhb, H, (2013), Tidal Love and Shida numbers estimated by geodetic VLBI, Journal of Geodynamics, 70, 21- 27
- 6- Gurtin, M. E. (1965), Linear theory of Elasticity, Wiley.



گرانی سنجی ماهواره‌ای

گرایش: ژئودزی
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - اختیاری
پیشنیاز: ژئودزی فیزیکی پیشرفته و ژئودزی دینامیکی ماهواره‌ای

هدف: استفاده از فناوری اندازه‌گیری ماهواره‌ای در مدل‌سازی میدان ثقل زمین.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مقدمه • میدان ثقل • هارمونیک‌های کروی سطحی • بسط هارمونیک میدان ثقل • سرشکنی کمترین مربعات • سرشکنی در حضور نویز همبسته • سرشکنی با منابع داده مختلف • پایدار سازی • پایدارسازی تیخونوف • پایدارسازی تیخونوف مرتبه ۱ • پایدارسازی تیخونوف مرتبه ۲ • برآورد پارامتر • منحنی L • اعتبارسنجی تعمیم یافته • برآورد مولفه‌های واریانس	۱۲
ثقل سنجی ماهواره‌ای • گرادیومتری ماهواره‌ای • اصول مشاهدات • پردازش داده‌های گرادیان جاذبه • ردیابی کردن ماهواره • ردیابی ماهواره به ماهواره (مدار بالا به مدار پایین) • ردیابی ماهواره به ماهواره (مدار پایین به مدار پایین) • تعیین مدار • تعیین میدان ثقل • روش حساب تغییرات • انتگرال انرژی • روش شتاب • روش شتاب متوسط	۱۲



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
• روش شتاب نقطه‌ای • روش گمان کوتاه	
داده‌های شتاب سنج • شتاب غیر جاذبی • کراتر نیون • عملگرهای کواتر نیون • دوران بر داده‌ها • ماتریس‌های دوران • کالیبراسیون شتاب‌های غیر جاذبی	۱۰
وزن دهی داده‌ها • کواریانس نویز داده‌ها در عدم حضور گپ داده‌ها • کواریانس نویز داده‌ها در حضور گپ داده‌ها	۴
الگوریتم‌های سرشکنی عددی • روش های تکرار • روش ژاکوبی • روش گرادینان مزدوج • روش هارمونیک گروی سریع ترکیبی • ترکیب روی شبکه • درونیایی • دوران تانسوری • انتخاب مولفه‌ها • هارمونیک‌های گروی سریع هم ترکیبی • انتخاب مولفه‌های ترائهاده • دوران تانسور ترائهاده • درونیایی ترائهاده • هم ترکیبی در شبکه	۱۰

مراجع:

- 1- Rapp RH, Jekeli C (1980) Accuracy of the determination of mean anomalies and mean geoid undulations from a satellite gravity field mapping mission, Technical Report No. 307, Ohio State University, Columbus, Ohio, USA
- 2- Rummel R (1980) Geoid heights, geoid differences, and mean gravity anomalies from low- low satellite- to- satellite tracking - - An error analysis, Technical Report No. 306, Ohio State University, Columbus, Ohio, USA
- 3- Reigber C, Balmino G, Schwintzer P, Biancale R, Bode A, Lemoine J- M, Koenig R, Loyer S, Neumayer H, Marty J- C, Barthelmes F, Perosanz F, Zhu SY (2002) A high- quality global gravity field model from CHAMP GPS tracking data and accelerometry (EIGEN- 1S), Geophys Res Lett, 29(14), doi: 10.1029/2002GL015064, 2002
- 4- Flechtner F, Dahle C, Neumayer KH, Koenig R, Foerste C (2010) The release 04 CHAMP and GRACE EIGEN gravity field models, in Flechtner F, Gruber T, Guentner A, Manda M, Rothacher M, Schoene T, Wickert J (eds.), System Earth via Geodetic- Geophysical Space Techniques, pp. 41- - 58, doi: 978- 3- 642- 10228- 8.



سنجش از دور با استفاده از سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی GNSS Remote Sensing

تعداد واحد: ۳ (نظری)	گرایش: ژئودزی
نوع درس: تخصصی - اختیاری	جمع ساعات تدریس: ۴۸
پیشنیاز: ژئودزی ماهواره‌ای دوره کارشناسی	همنیاز:

هدف: سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی (GNSS) از قبیل سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS) نقشی بی‌نظیر و مهم در ناوبری، تعیین موقعیت، تعیین زمان و بسیاری از زمینه‌های علمی دیگر دارند. امواج این سیستم‌ها در طی مسیر ماهواره تا گیرنده از اتمسفر زمین عبور کرده و تحت تأثیر اثرات انکساری این محیط قرار می‌گیرند. به روش معکوس (Inversion) می‌توان از این تأثیرات به تعیین پارامترهای مختلف اتمسفر از قبیل ضریب انکسار، فشار، دما و چگالی بخار آب در تروپوسفر، چگالی الکترونی و پدیده‌های یونسفری، بهبود پیش‌بینی‌های هواشناسی و مطالعه تغییرات اقلیمی پرداخت. همچنین از تحلیل امواج چندمسیری بازتاب شده از سطح زمین می‌توان در سنجش ویژگی‌های سطح زمین استفاده نمود. امروزه سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی به عنوان یک ابزار جدید و کارآمد در سنجش از دور اتمسفر و سطح زمین در سطح جهانی مطرح و مورد استفاده می‌باشد و با توجه به اینکه مطالب این درس در سرفصل‌های مصوب سایر دروس دوره تحصیلات تکمیلی ژئودزی وجود ندارد، لذا فراگیری یکپارچه و منسجم این مطالب توسط دانشجویان دوره تحصیلات تکمیلی ژئودزی بسیار ضروری و کاربردی خواهد بود.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
معرفی سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی - تاریخچه سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی - بخش‌های مختلف و سیگنال‌های سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی - اصول تئوری و منابع خطا در سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی - مشاهدات و کاربردهای سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی	۳
تأخیرات اتمسفری و چندمسیری در سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی - انکسار اتمسفری - تأخیرات تروپوسفری سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی - تأخیر یونسفری سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی - تأخیر چندمسیری در سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی	۴
مدل‌سازی تروپوسفر با استفاده از مشاهدات گیرنده‌های زمینی سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی - مقدمه - تئوری و روش‌ها - برآورد و تغییرات تأخیر تروپوسفری زمینی - برآورد بخار آب قابل بارش با استفاده از سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی - توموگرافی بخار آب تروپوسفر	۴
مدل‌سازی یونسفر با استفاده از مشاهدات گیرنده‌های زمینی سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی	۴



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
- مقدمه - مدل سازی یونسفر با استفاده از سیستم های ماهواره ای ناوبری جهانی - مدل سازی تک لایه یونسفر - مدل سازی چند لایه یونسفر	
تئوری GNSS Radio Occultation - مقدمه - اصول GNSS Radio Occultation - محاسبات GNSS Radio Occultation	۳
مدل سازی تروپوسفر با استفاده از GNSS-RO - مقدمه ای بر مدل سازی تروپوسفر با استفاده از GNSS-RO - ویژگی های مشاهدات GNSS-RO - مطالعه فرایندهای دینامیک با استفاده از GNSS-RO - پیش بینی های هواشناسی با استفاده از GNSS-RO - کاربردهای اقلیم شناسی - کاربردهای اتمی GNSS-RO	۶
مدل سازی یونسفر با استفاده از GNSS-RO - مقدمه ای بر مدل سازی یونسفر با استفاده از GNSS-RO - مدل سازی یونسفر به روش معکوس - تحلیل خطا - محصولات یونسفری - کاربردهای GNSS-RO در مطالعات یونسفر	۶
تئوری GNSS Reflectometry - مقدمه - سیستم چند استاتیکی: هندسه و پوشش - پراکندگی آئینه ای و متفرق - تاخیر و داپلر - میزان بازتاب پذیری و قطبش - تئوری های پراکندگی - نویز و هم دوسی - خطاهای سیستماتیک - روش تداخل سنجی PARIS - مشاهدات	۹
سنجش از دور اقیانوس ها با استفاده از GNSS-R - ارتفاع سنجی - ناهمواری سطح اقیانوس	۳
سنجش از دور آب شناسی و پوشش گیاهی با استفاده از GNSS-R - مقدمه - آب شناسی با استفاده از GNSS-R - پایش زیست توده جنگلی با استفاده از GNSS-R	۳
سنجش از دور کریسفر (یخ کره) با استفاده از GNSS-R	۳



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
• پایش برف خشک • پایش برف تر • تعیین عمق یخ دریا	

مراجع:

- ۱- عامریان، ی. (۱۳۹۱). مدل سازی منطقه ای توزیع چگالی الکترونی در لایه یونسفر با استفاده از آنالیز موجک و مشاهدات GPS. رساله دکتری تخصصی ژئودزی، دانشکده مهندسی نقشه برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.
- 2- Jin, S., Cardellach, E. and Xie, F. (2014). GNSS Remote Sensing: Theory, Methods and Applications. Springer, 276 pp.
- 3- Böhm, J. and Schuh, H. (Eds.) (2013). Atmospheric Effects in Space Geodesy. Springer, 234 pp.
- 4- Hofmann- Wellenhof, B., Lichtenegger, H., and Wasle, E. (2008). GNSS – Global Navigation Satellite Systems – GPS, GLONASS, Galileo & more. Springer- Verlag, 516 pp.
- 5- Leick, A., Rapoport, L. and Tatarnikov, D. (2015). GPS Satellite Surveying, 4th Ed., WILEY, 840 pp.



سیستم‌های مبنا در ژئودزی Reference Systems in Geodesy

گرایش: ژئودزی
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی- اختیاری
پیشنیاز: ژئودزی هندسی ماهواره‌ای

هدف: هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مفاهیم سیستم‌های مبنا در ژئودزی و نحوه ایجاد چارچوب‌های مبنا با استفاده از تکنیک‌های اندازه‌گیری فضایی و همچنین برآورد تغییرات آن‌ها نسبت به زمان است.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
ضرورت سیستم‌های مبنا در ژئودزی • بررسی نیاز به سیستم‌های مبنا جهت مطالعات ثقل، تعیین موقعیت و تغییر شکل زمین	۲
مفاهیم اولیه سیستم‌های مختصات • مبدأ، محورها، ویژگی‌های تعامد، نرمال و تعامد نرمال بردارهای پایه سیستم‌های مختصات، سیستم‌های دست راستی و چپ، تنسور متریک، دوران اولیه، دوران کاردانو، ترانسفورماسیون بین سیستم‌های مختصات، ترانسفورماسیون گالیله، ترانسفورماسیون لورنتز • فضاهاى چهاربعدی، فضای مینکوفسکی، انواع ژئودزیک‌ها در فضای چهاربعدی مانند: ژئودزیک مکان-مانند، ژئودزیک زمان-مانند، ژئودزیک نور-مانند، تنسور جاذبه در فضای مینکوفسکی، تنسور ثقل در فضای مینکوفسکی • سیستم مختصات اینترشیال، ترانسفورماسیون بین سیستم مختصات اینترشیال و دوار، بردارهای سرعت و شتاب در سیستم مختصات دوار، شتاب‌های کوریولیس، گریز از مرکز و اولیه • معرفی انواع سیستم مختصات منحنی‌الخط (قطبی، کروی، استوانه‌ای و انواع بیضوی، مخروطی و هذلولوی)، تعریف بردارهای پایه، تنسور متریک، ضرایب لامه، فاصله و تبدیل مختصات آن‌ها به کارتزین و بالعکس	۱۲
سیستم مختصات‌های کاربردی در ژئودزی • سیستم مختصات‌های زمینی شامل انواع سیستم مختصات‌های مرکز در زمین (ژئوسنتریک) و مرکز بر زمین (توپوسنتریک) و تبدیل‌های بین آن‌ها • سیستم مختصات‌های سماوی شامل سیستم مختصات افقی، سیستم ساعتی، سیستم بعدی و اکلیپتیکی و تبدیل‌های بین آن‌ها • سیستم مختصات مداری • سیستم‌های ارتفاعی شامل ارتومتریک، دینامیکی و نرمال	۴



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
سیستم‌ها و چارچوب‌های مینا در ژئودزی - تعریف سیستم مینا و معرفی انواع آن (سیستم فضا- ثابت، زمین- ثابت، قراردادی، بین‌المللی، سیستم مینای سماوی بین‌المللی (ICRS)، سیستم مینای زمینی بین‌المللی (ITRS)، تعریف چارچوب مینا و انواع آن، بررسی وجه تمایز سیستم و چارچوب - تعاریف مربوط به حرکت اجرام سماوی در سیستم مینا فضا- ثابت، قانون گرانش نیوتنی بین دو جرم، سه جرم و چند جرم، تعمیم گرانش نیوتنی از طریق تئوری نسبیت انیشتین، تعریف اتحنای فضا در تعریف متغذ ۴ بُعدی فضا- زمان در حضور گرانش اجرام سماوی، تئوری‌های انبساط فضا، تعریف پدیده انتقال سرخ (Redshift) در مشاهدات نجومی (و یا VLBI) اجرام سماوی، بررسی اثر حرکت نسبی اجرام سماوی بر روی مشاهدات نجومی به صورت خطاهای پارالاکس، انحراف (Aberration) و حرکت خاص (Proper Motion) - تعریف انواع چارچوب‌های مینا سماوی بین‌المللی (ICRF) و تفاوت بین آن‌ها - بیان نحوه و الگوریتم‌های ایجاد چارچوب‌های مینا زمینی بین‌المللی (ITRF) با استفاده از تکنیک‌های مختلف مشاهداتی شامل VLBI، DORIS، GNSS، SLR، بیان مدل‌های موجود در الگوریتم‌ها شامل پارامترهای توجیه زمین (EOP)، تغییر شکل زمین، تصحیحات اتمسفری مشاهدات، تصحیح جزرومد صلب زمین، تصحیح موقعیت مرکز زمین، تصحیح مدل ژئوتانسلی، تصحیح اثر نسبیت انیشتین - بررسی انواع چارچوب‌های مینا زمینی بین‌المللی (ITRF) موجود و بیان تفاوت بین آن‌ها	۲۰
مقیاس زمان در ژئودزی تعریف انواع زمان‌ها شامل زمان خورشیدی، نجومی، اتمی و دینامیکی، بیان زمان هماهنگ جهانی (UTC)، زمان هماهنگ گرانیگاهی (TCB)، زمان هماهنگ ژئوسنتریک (TCG)، زمان دینامیکی گرانیگاهی (TDB) و زمان دینامیکی زمینی (TDT)، تصحیحات موجود در هر یک از دستگاه‌های زمانی و تبدیل آن‌ها به یکدیگر	۴
ترانسفورماسیون بین سیستم‌ها و چارچوب‌های مینا - تعریف پارامترهای توجیه زمین (EOP) شامل افست قطب سماوی (پرسیشن و نوتیشن‌های اجباری و آزاد)، افست قطب زمینی (حرکت قطب) و دوران زمین، بیان ترانسفورماسیون بین سیستم مینا زمینی بین‌المللی (ITRS) و سیستم مینا سماوی ژئوسنتریک (GCRS)، ترانسفورماسیون بین دو سیستم مینای ژئوسنتریک و باریسنتریک (مرکز در گرانیگاه) - بیان ترانسفورماسیون بین دو چارچوب مینا سماوی بین‌المللی (ICRF) و بررسی پارامترهای ترانسفورماسیون برای چارچوب‌های موجود - بیان ترانسفورماسیون بین دو چارچوب مینا زمینی بین‌المللی (ITRF) و بررسی پارامترهای ترانسفورماسیون برای چارچوب‌های موجود	۶

مراجع:

- 1- Jekeli, Christopher. "Geometric reference systems in geodesy." Report, Division of Geodesy and Geospatial Science, School of Earth Sciences, Ohio State University (2012).
- 2- Rummel, Reiner, and Thomas Peters. "Reference Systems in Satellite Geodesy." Lecture Notes, Summer School Alpbach (2001).
- 3- Petit, Gérard, and Brian Luzum. IERS conventions (2010). No. IERS- TN- 36. BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES SEVRES (FRANCE), 2010.
- 4- Soffel, Michael, and Ralf Langhans. Space- time reference systems. Springer Science & Business Media, 2012.
- 5- Moritz, Helmut. "Geodetic reference system 1980." Journal of Geodesy 54, no. 3 (1980): 395- 405.



مکانیک محیط‌های پیوسته Continuum Mechanics

گرایش: ژئودزی
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همین‌ا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی - اختیاری
پیشنیاز:

هدف: هدف از ارائه این درس آشنایی دانشجویان با مفاهیم اساسی در مکانیک محیط‌های پیوسته و کاربرد آن‌ها در ژئودزی و مدلسازی ژئودینامیک است. این درس به مرور مفاهیم پایه و روش‌های حل مسائل مقدار مرزی در مکانیک محیط‌های پیوسته می‌پردازد.

شرح درس:

عنوان سرفصل	ساعات ارائه
مبانی ریاضی - مروری بر آنالیز برداری - حساب تانسورها - قضیه تجزیه طیفی - حساب دیفرانسیل و انتگرال توابع برداری و تانسوری - قضایای دیورژانس، استوکس و کرل - میدان‌های سلونوئیدی و غیر چرخشی - قضیه هلمهولتز	۸
نظریه تغییر شکل - محیط پیوسته - نظریه تغییر شکل - تانسور کرنش و تانسور کرنش خطی - تغییر شکل همگن و تغییر شکل صلب، محیط تراکم‌ناپذیر - نظریه‌ی سازگاری در تانسور کرنش خطی	۱۰
تئوری تنش و معادلات حرکت - سیستم نیروها در مکانیک محیط‌های پیوسته - بردار تنش - معادلات حرکت محیط پیوسته، قوانین حرکت نیوتن برای محیط‌های پیوسته - قضیه کوشی - پواسن، معادلات حرکت - تانسور تنش - تنش کوشی - تنش‌های پایولا و کرشپف - معادلات حرکت بر حسب تنش‌های پایولا و کرشپف	۱۰
معادلات رفتاری - مفهوم معادله‌ی رفتاری - مواد ساده و مواد دارای حافظه نسبت به تغییر شکل یا تنش	۱۰



عنوان سرفصل	ساعات ارائه
• مواد ارتجاعی و خصوصیات آن‌ها • بررسی معادلات رفتاری در تغییر شکل‌های بزرگ • معادلات رفتاری مواد ارتجاعی در تغییر شکل‌های کوچک • اصل کار مجازی و تعریف تابع انرژی کرنشی، مواد ارتجاعی گرین • تانسور ارتجاعی در مواد خطی • مواد ایزوتروپ، مواد ایزوتروپ جانبی و مواد اورتوتروپ • معادلات سازگاری تنش	
آشنایی با مسائل مقدار مرزی در تئوری ارتجاعی خطی و روش‌های حل آن‌ها • مفهوم مسائل مقدار مرزی • مسائل تغییر مکانی • مسائل تنشی • مسائل مخلوط • قضیه‌ی تقابل • تبدیلات انتگرالی و کاربرد در مسائل مقدار مرزی • روش توابع گرین • مسائل مقدار مرزی در فضای فرکانسی و فضای زمانی	۱۰

مراجع:

- 1- Eringen, C., (1970) Continuum Mechanics
 - 2- Gurtin, M. E., (1981), Introduction to continuum mechanics, Academic Press
 - 3- Gurtin, M., E., (1965), Linear theory of elasticity, Wiley
- ۴- اسکندری قادی، مرتضی (۱۳۹۲)، مقدمه‌ای بر مکانیک محیط‌های پیوسته، انتشارات دانشگاه تهران
- ۵- رحیمیان محمد، اسکندری قادی، مرتضی (۱۳۸۷)، تئوری ارتجاعی، انتشارات دانشگاه تهران



پیش‌بینی عددی وضع هوا Numerical Weather Prediction

گرایش: ژئودزی
جمع ساعات تدریس: ۴۸
همینا:

تعداد واحد: ۳ (نظری)
نوع درس: تخصصی-اختیاری
پیشنیاز:

هدف: استفاده از مدل‌های پیش‌بینی عددی وضع هوا برای پیش‌بینی یا شبیه‌سازی‌های جوی نقش مهمی در برخی پژوهش‌های ژئودزی دارد و استفاده از آن‌ها رو به گسترش است. اهداف اصلی در این درس عبارتند از: توانایی استفاده از برون‌داد مدل‌های پیش‌بینی عددی وضع هوا و راستی آزمایی آن‌ها؛ طراحی آزمایش‌های مناسب برای پژوهش‌های مدل محور؛ استفاده از روش‌های آماری برای پس‌پردازش برون‌داد مستقیم مدل‌ها و سامانه‌های همادی.

شرح درس:

عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
سامانه معادله‌های حاکم بر جو • معادله‌های بنیادی • تقریب‌های مورد استفاده در معادله‌ها	۴
روش‌های تفاضل متناهی • مفاهیم پایه • حل معادله فرارقت خطی • مفاهیم سازگاری، پایداری و همگرایی • شرایط مرزی	۵
راستی آزمایی پیش‌بینی‌های قطعی • راستی‌آزمایی پیش‌بینی‌های دو دویی • راستی‌آزمایی پیش‌بینی کمیت‌های پیوسته • پیش‌بینی‌های مرجع و مورد استفاده آن‌ها • داده‌های حقیقی: دیدبانی و تحلیل دیدبانی‌ها • راستی‌آزمایی بر حسب رژیم جوی، روز و فصل • راستی‌آزمایی ویژگی، واقعه و شیء محور • راستی‌آزمایی بر حسب مقیاس‌های جوی • انتخاب سنجه‌های مناسب راستی‌آزمایی	۵
پس پردازش آماری پیش‌بینی‌های مستقیم • حذف خطاهای سامانمند ○ روش‌های MOS و PPM ○ روش میانگین لغزان ○ روش پالایه کالمن • نرم‌افزارهای مولد وضع هوا • روش‌های ریز مقیاس نمایی	۶



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
آشوب و پیش‌بینی پذیری - پیش‌زمینه - خطای مدل و شرایط اولیه - تاثیر واداشت‌های سطح زمین روی پیش‌بینی پذیری - علل تغییر پذیری پیش‌بینی پذیری - ملاحظات ویژه برای پیش‌بینی پذیری در مدل‌سازی منطقه‌ای و میان مقیاس - پیش‌بینی پذیری و بهبود مدل‌ها - اثر پس‌پردازش روی پیش‌بینی پذیری	۵
پیش‌بینی‌های احتمالاتی - پیش‌زمینه - میانگین همادی و پراکنش همادی - منابع عدم قطعیت و تعریف اعضای یک سامانه همادی - تفسیر و راستی‌آزمایی پیش‌بینی همادی - واسنجی پرونداد سامانه همادی - پیش‌بینی همادی کوتاه مدت و منطقه محدود	۶
راستی‌آزمایی پیش‌بینی‌های احتمالاتی - راستی‌آزمایی توابع توزیع احتمال پیش‌بینی - واسنجی، تیزی و تفکیک - امتیاز بریر - امتیازهای RPS و CRPS - نمودار اطمینان پذیری - نمودار ROC	۴
داده‌گواری - پیش‌زمینه - دیدبانی‌های مورد استفاده برای آغازگری مدل - روش‌های داده‌گواری پیوسته و منقطع - مدل Spinup - چارچوب آماری برای داده‌گواری - روش‌های تصحیحات متوالی - درونیایی بهینه - تحلیل وردشی سه بعدی - توازن دینامیکی در شرایط اولیه - روش‌های پیشرفته داده‌گواری	۵
طراحی آزمایش در پژوهش‌های مدل محور - مطالعات موردی برای تحلیل فرایندهای فیزیکی - آزمایش‌های شبیه‌سازی سامانه دیدبانی - بازپیش‌بینی - آزمایش‌های تحلیل حساسیت - شبیه‌سازی با شرایط اولیه ساختگی	۲



عنوان سرفصل‌ها	ساعات ارائه
آشنایی با کار بست یک مدل پیش‌بینی عددی وضع هوا • ساختار کلی برنامه‌های اصلی و کمکی سامانه • نحوه نصب و کامپایل کردن مدل • نحوه تهیه شرایط اولیه و مرزی برای اجرای مدل • اجرا، تهیه نقشه و استخراج پیش‌بینی از برونداد مدل	۶

مراجع:

- 1- Kalnay, E., 2006, Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability, Cambridge University Press, 341 pp.
- 2- Warner, T. T., 2011, Numerical Weather and Climate Prediction, Cambridge University Press, 526 pp.
- 3- Wilks, D. S., 2011, Statistical Methods in the Atmospheric Sciences, Academic Press, 676 pp.
- 4- Innes, P. and Dorling Steve, 2013, Operational Weather Forecasting, John Wiley & Sons, 231 pp.

