

شیء‌گرایی در پردازش تصاویر سنجش از دور

مؤلفان

مهندس مؤهلی

ایمان خسروی

به‌نوش‌ستاران

گروه مهندسی نقشه‌برداری

دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه اصفهان

۱۳۹۲

سرشناسه	مومنی، مهدی، ۱۳۵۳ -
عنوان و نام پدیدآور	شی‌گرایی در پردازش تصاویر سنجش از دور / مولفان مهدی مومنی، ایمان خسروی، بهنوش مستاجران.
مشخصات نشر	اصفهان: دانشگاه اصفهان، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	۳۲۸ ص: مصور، جدول.
فروست	انتشارات دانشگاه اصفهان: ۶۰۰
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۱۱۰-۰۶۳-۵
جمعیت ثبت نویسی	فیبا
یادداشت	واژه‌نامه.
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	سنجش از دور
موضوع	عکس‌برداری -- روش‌های رقمی
موضوع	تحلیل تصویر
موضوع	شی‌گرایی (کامپیوتر)
موضوع	مختصر
شناسه افزوده	خسروی، ایمان، ۱۳۶۶ -
شناسه افزوده	مستاجران، بهنوش، ۱۳۶۶ -
شناسه افزوده	دانشگاه اصفهان
رده بندی کنگره	۵۷۰/۴/م۹
رده بندی دیویی	۶۹۱/۳۶۷۸
شماره کتابشناسی ملی	۳۲۰۱۰۷۵



انبار کتابخانه ملی

تألیف: دکتر مهدی مومنی، ایمان خسروی، بهنوش مستاجران

ناشر: دانشگاه اصفهان

نویت چاپ: چاپ اول - تابستان ۱۳۹۲

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

چاپ و صحافی: چاپخانه دانشگاه اصفهان

بهاء: ۱۱۰/۰۰۰ ریال

کلیه حقوق نشر برای ناشر محفوظ است

مراکز فروش کتاب:

اصفهان: میدان آزادی - خیابان دانشگاه - فروشگاه کتاب دانشگاه اصفهان

تلفن: ۰۳۱۱-۷۹۲۲۱۷۷ - پُست الکترونیکی: entesharat@ui.ac.ir

تهران: میدان انقلاب - خیابان نصرت - خیابان دکتر قریب، نرسیده به خیابان فرمت - پلاک ۱۱

مؤسسه کتابیران، مرکز پخش کتاب‌های دانشگاهی - تلفن: ۰۲۱-۶۶۵۶۶۵۱-۱۵

به نام خداوند جان و خرد
کزین برتر اندیشه برنگذرد

پیشگفتار

بیش از پنجاه دهه است که سنجش از دور به عنوان یکی از بهترین روش های تهیه ی اطلاعات زمین معرفتی شده و داده های آن تحول بزرگی در شناخت انسان از زمین ایجاد کرده است. در این میان داده هایی که قدرت تفکیک مکانی بالایی دارند در پانزده سال گذشته اهمیت ویژه ای یافته و چشم انداز وسیعی برای تهیه ی نقشه های شهری پیش روی محققان قرار داده اند. هرچند پژوهش های بسیاری در این حوزه از سنجش از دور انجام گرفته است هنوز بسیاری از مسایل حل نشده و ویژگی های نقشه های شهری با اتکاء به این داده ها قابل تشخیص نشده است و آنچه از روش های پردازش تصاویر ماهواره ای حاصل می شود هنوز با ادراک انسانی درباره ی عوارض نقشه های شهری فاصله دارد.

روش های پردازش تصاویر ماهواره ای برای تصویربرداری تفکیک بالا از سال ۱۹۹۹ میلادی به سمت شیء گرایی متمایل شدند. مدلسازی شیء گرایی توجه به نزدیکی به ادراک انسانی راه حل هایی را در پردازش این تصاویر و تهیه ی نقشه های شهری نوید می دهد. براین اساس، سال های اخیر دوران توسعه ی روش های شیء گرایی برای پردازش تصاویر قدرت تفکیک بالای ماهواره ای بوده است؛ اما مدلسازی شیء گرایی ظرافت ها و مهارت های خاصی را طلب می کند که در این حوزه کمتر به آن توجه شده است. برای مثال درباره ی استخراج شیء گرایی ساختمان ها از تصاویر

ماهواره‌ای تحقیقات زیادی انجام گرفته است؛ با این وجود تنها ایده‌ی مدلسازی شیء گرا در همه‌ی این تحقیقات، ایده‌ی استفاده از قطعه‌بندی برای تولید اشیای تصویری بوده است.

کتاب حاضر با دو هدف مشخص تنظیم و تألیف شده است: هدف اول آموزش مفاهیم پایه در پردازش شیء گرای تصاویر سنجش از دور است که در فصل‌های اول، دوم و سوم دنبال می‌شود و هدف دوم پیشنهاد ایده‌هایی جدید در حوزه‌ی پردازش شیء گرای تصاویر است که نگاهی نو به مدلسازی شیء گرای عوارض تصویر دارد. این ایده‌ها شامل تعریف و مدلسازی خط و نقطه در کنار سطح به عنوان شیء تصویری می‌شود که با پیاده‌سازی و کنترل کیفیت از ایده به روش‌های مؤثر تبدیل می‌شود. هدف دوم در فصل‌های چهارم، پنجم و ششم دنبال می‌شود.

سه فصل اول کتاب به دروس فتوگرامتری رقومی، مبانی سنجش از دور و سنجش از دور کاربردی در مهندسی ارشناسی مهندسی نقشه‌برداری قابل استفاده است. فصل‌های یاد شده هم‌اکنون برای درس کاربردهای سنجش از دور در کارشناسی ارشد مهندسی سنجش از دور، مهندسی فتوگرامتری و مهندسی سیستم‌های اطلاعات مکانی به همراه پروژه‌های پژوهشی راهگشا خواهد بود. در فصل‌های چهارم تا ششم نیز مباحثی در سطح عالیه مطرح می‌شود که برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی مناسب است. ایده‌های تازه‌ای که در این سه فصل ارائه شده، می‌تواند موضوع چندین پژوهش مستقل قرار گیرد.

موضوع این کتاب، مرتبط با پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد مهندس ایمان بهمنی و مهندس بهنوش مستأجران است که در گروه مهندسی نقشه‌برداری دانشگاه اصفهان نوشته شده است. حاصل پژوهش‌های ایشان نه تنها در قالب پایان‌نامه در این کتاب بلکه در چندین مقاله‌ی پژوهشی منتشر گردیده است. برخی از ایده‌های این کتاب در

طی شانزده سال گذشته در ذهن اینجانب شکل گرفته بود اما شجاعت و پشتکار ایشان به آنها شکل عینی و قابل ارائه بخشید. با این وجود، این کتاب را به هیچ وجه کامل یا کافی نمی دانیم و از خوانندگان محترم خواهشمندیم با رهنمودهای ارزشمند خود ما را در اصلاح کاستی های آن یاری فرمایند.

از مسئولان محترم اداره ی انتشارات دانشگاه اصفهان به ویژه جناب آقای دکتر محبت الله یزدان پناه و جناب آقای دکتر محمدعلی نعمت بخش صمیمانه تشکر می کنیم. از نکات ارزشمندی که جناب آقای دکتر جلال امینی پیش از چاپ کتاب یادآور فرموده اند بهره ی بسیاری بردیم. همچنین از داوران محترم کتاب اگرچه نامشان را نام بردیم و تشکر است سپاسگزاریم.

آن افتاب بر روی خورشید زمین بتابد
آن دم زمین خاکی بهتر از آسمانست

مهندس مومنی ایمان خسروی، بهنوش مستأجران

گروه مهندسی نقشه برداری

دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه اصفهان

نیمه شهریور ۱۴۰۱ برابر سوم تیرماه ۱۳۹۲

فهرست مطالب

پیشگفتار	یک
فهرست مطالب	پنج
فهرست شکل ها	سیزده
فهرست جدول ها	بیست و یک

فصل ۱. مقدمه

۱-۱ سنجش انحراف و تقویر قدرت تفکیک بالا	۲
۲-۱ سطوح پردازش تصویر در سنجش از دور	۳
۱-۲-۱ پردازش های سطح پایین	۵
۲-۲-۱ پردازش های سطح میانی	۵
۳-۲-۱ پردازش های سطح بالا	۶
۳-۱ واحد پردازش: پیکسل یا شیء	۸
۱-۳-۱ مشکلات روش های پیکسل مبنا	۹
۲-۳-۱ معرفی روش های شیء مبنا	۱۰
۳-۳-۱ امتیازات روش های شیء مبنا	۱۱

فصل ۲. مفهوم شیء تصویری در سنجش از دور

۱-۲ مقدمه	۱۶
۲-۲ مفهوم شیء تصویری	۱۷
۱-۲-۲ شیء تصویری از دید Navulur (۲۰۰۷)	۱۶
۲-۲-۲ شیء تصویری از دید Benz و همکاران (۲۰۰۴)	۱۸

- ۱۹-۲-۲ شیء تصویری از دید Castilla و Hay (۲۰۰۸)..... ۱۹
- ۱۹-۲-۲ شیء تصویری از دید Nixon و Aguado (۲۰۰۸)..... ۱۹
- ۲۰-۲-۳ خصوصیات شیء تصویری..... ۲۰
- ۲۲-۲-۴ تولید ویژگی برای شیء تصویری..... ۲۲
- ۲۳-۴-۱ ویژگی‌هایی برای بافت..... ۲۳
- ۲۴-۴-۱-۱ ویژگی‌های آماری مرتبه‌ی اول..... ۲۴
- ۲۶-۴-۱-۲ ویژگی‌های آماری مرتبه‌ی دوم-ماتریس هم‌رخداد..... ۲۶
- ۳۰-۴-۲ ویژگی‌های شکل و اندازه..... ۳۰
- ۳۲-۴-۲ تجزیه و تحلیل ویژگی‌ها..... ۳۲
- ۳۳-۴-۲-۵ SeaTH..... ۳۳
- ۳۸-۴-۲-۶ قطعه به قطعه شیء تصویری..... ۳۸
- ۴۴-۴-۲-۷ نقدی بر قطعه بندی و پیشنهاد شیای تصویری دیگر..... ۴۴

فصل ۳. روند نرم افزارهای شیء مبنا

- ۵۰-۳-۱ مقدمه..... ۵۰
- ۵۰-۳-۲ نرم افزار eCognition Developer..... ۵۰
- ۵۰-۳-۲-۱ فن آوری شبکه‌ی شناخت..... ۵۰
- ۵۱-۳-۲-۲ کاربردهای نرم افزار..... ۵۱
- ۵۱-۳-۲-۳ مفاهیم کلیدی..... ۵۱
- ۵۱-۳-۲-۳-۱ لایه‌ی تصویر..... ۵۱
- ۵۲-۳-۲-۳-۲ مجموعه داده‌ی تصویر..... ۵۲
- ۵۲-۳-۲-۳-۳ قطعه بندی و طبقه بندی..... ۵۲
- ۵۴-۳-۲-۳-۴ اشیاى تصویری، شبکه‌ی سلسله مراتبی و دامنه‌ها..... ۵۴
- ۵۴-۳-۲-۳-۴-۱ اشیاى تصویری..... ۵۴

۵۴.....	۲-۴-۳-۲-۳ سلسله‌مراتب اشیای تصویری
۵۵.....	۳-۴-۳-۲-۳ دامنه‌ی شیء تصویر
۵۶.....	۵-۳-۲-۳ منظره‌ها، نقشه‌ها، فایل پروژه‌ها و فضاهای کاری
۵۶.....	۱-۵-۳-۲-۳ منظره‌ها
۵۷.....	۲-۵-۳-۲-۳ نقشه‌ها و فایل پروژه
۵۷.....	۳-۵-۳-۲-۳ فضاهای کاری
۵۸.....	۶-۳-۲-۳ ویژگی‌های شیئی استفاده‌شده در نرم‌افزار eCognition
۵۹.....	۲-۳-۳-۳ یک نمونه‌ی کاربردی با نرم‌افزار eCognition
۶۰.....	۴-۲-۳-۳ تعریف پروژه‌ی eCognition
۶۵.....	۲-۴-۲-۳ طبقه‌بندی
۶۸.....	۳-۴-۲-۳ طبقه‌بندی
۶۸.....	۱-۳-۴-۲-۳ طبقه‌بندی شتاب‌یابی
۷۸.....	۲-۳-۴-۲-۳ طبقه‌بندی ریزمقیاس
۸۵.....	۴-۴-۲-۳ پالایش و ویرایش دست
۸۸.....	۳-۲-۳ ماژول Feature Extraction نرم‌افزار ENVI Zoom
۸۸.....	۱-۳-۳ ساختار ماژول
۹۰.....	۲-۳-۳ اجرای نرم‌افزار ENVI Zoom و ماژول Feature Extraction
۹۲.....	۳-۳-۳ دو نمونه‌ی کاربردی با ماژول ENVI Feature Extraction
۹۲.....	۱-۳-۳-۳ نمونه‌ی کاربردی اول
۹۵.....	۱-۱-۳-۳-۳ باز کردن و نمایش تصویر
۹۶.....	۲-۱-۳-۳-۳ طبقه‌بندی تصویر
۱۰.....	۳-۱-۳-۳-۳ طبقه‌بندی قانون‌مینا
۱۰۳.....	۱-۳-۱-۳-۳-۳ ویژگی نسبت باندی نرمالیزه‌شده (bandratio)
۱۰۸.....	۲-۳-۱-۳-۳-۳ ویژگی شکل (rect_fit)

۱۱۱	ویژگی مساحت (area) ۳-۳-۱-۳-۳-۳
۱۱۲	(avgband_2) ویژگی مقدار متوسط باند سبز ۴-۳-۱-۳-۳-۳
۱۱۶	Shapefile ذخیره سازی نتایج طبقه بندی درون یک
۱۱۹	نمونه ی کاربردی دوم ۲-۳-۳-۳-۳
۱۲۰	باز کردن و نمایش تصویر ۱-۲-۳-۳-۳-۳
۱۲۰	۲-۲-۳-۳-۳-۳ طبقه بندی تصویر
۱۲۲	۳-۲-۳-۳-۳-۳ طبقه بندی نظارت شده

فصل ۴. قطعه به عنوان شیء تصویری

۱۳۶	۱-۴ مقدمه
۱۳۸	۲-۴ مطالعه ی کاربردی اول
۱۴۰	۱-۲-۴ منطقه ی معنای داده های مطالعه ی کاربردی اول
۱۴۱	۲-۲-۴ روش شناسی مطالعه ی کاربردی اول
۱۴۱	۱-۲-۲-۴ طبقه بندی پیکسل مبنا
۱۴۲	۱-۱-۲-۲-۴ طبقه بندی درخت تصمیم مبتنی بر طیف
۱۴۳	۲-۱-۲-۲-۴ طبقه بندی درخت تصمیم ترکیبی ویژگی
۱۴۴	۳-۱-۲-۲-۴ طبقه بندی بیشترین شباهت پیکسل مبنا
۱۴۵	۲-۲-۲-۴ طبقه بندی شیء مبنا
۱۴۷	۳-۲-۴ پیاده سازی و ارزیابی نتایج مطالعه ی کاربردی اول
۱۵۲	۳-۴ مطالعه ی کاربردی دوم
۱۵۵	۱-۳-۴ داده ی ورودی مطالعه ی کاربردی دوم
۱۵۵	۲-۳-۴ روش شناسی مطالعه ی کاربردی دوم
۱۶۴	۳-۳-۴ نتایج مطالعه ی کاربردی دوم

فصل ۵. لبه به عنوان شیء تصویری

۱-۵	مقدمه	۱۷۰
۲-۵	استخراج ساختمان	۱۷۰
۳-۵	روش های شیء مبنای مبتنی بر قطعه بندی	۱۷۲
۱-۳-۵	روش اول: طبقه بندی شیء مبنای با استفاده از قطعه بندی مبتنی بر لبه	۱۷۲
۱-۱-۳-۵	قطعه بندی مبتنی بر لبه	۱۷۳
۲-۱-۳-۵	طبقه بندی نظارت شده	۱۷۵
۲-۵	روش دوم: طبقه بندی شیء مبنای با قطعه بندی قدرت تفکیک چندگانه	۱۷۸
۲-۳-۵	قطعه بندی قدرت تفکیک چندگانه	۱۷۸
۲-۳-۵	تعیین همگنی	۱۷۸
۲-۲-۳-۵	طبقه بندی نظارت شده ی فازی	۱۸۱
۴-۵	روش شیء مبنای پیشنهادی	۱۸۳
۱-۴-۵	حذف نواحی غیر ساختمان	۱۸۵
۲-۴-۵	پیش پردازش های ریخت شناسی	۱۸۶
۳-۴-۵	تعریف لبه به عنوان شیء	۱۸۷
۴-۴-۵	تعریف ویژگی برای قطعات لبه ای	۱۸۸
۱-۴-۴-۵	تعریف قاعده برای ویژگی گردشگری	۱۸۸
۲-۴-۴-۵	تعریف قاعده برای ویژگی مساحت محصور	۱۸۹
۵-۵	تصاویر مطالعاتی	۱۹۰
۱-۵-۵	تنوع در تراکم مسطحاتی	۱۹۱
۲-۵-۵	تنوع در شکل و اندازه ی ساختمان ها	۱۹۱
۳-۵-۵	تنوع در رنگ بام ساختمان ها	۱۹۱
۴-۵-۵	تنوع در روشنایی ساختمان ها	۱۹۳
۵-۵-۵	چیدمان و فاصله ی بین ساختمان ها	۱۹۴

۱۹۵.....	۵-۶-۵ تنوع و درصد وجود پوشش گیاهی
۱۹۶.....	۵-۶-۶ پیاده‌سازی و ارزیابی نتایج
۱۹۶.....	۵-۷ کنترل کیفیت
۱۹۹.....	۵-۸ مقایسه و ارزیابی دقت نتایج حاصل از هر سه روش شیء‌مبنا
۲۰۰.....	۵-۸-۱ درصد شناسایی مرز ساختمان (DR)
۲۰۰.....	۵-۸-۱-۱ درصد شناسایی مرز ساختمان در ۱۲ تصویر گروه اول
۲۰۲.....	۵-۸-۱-۲ درصد شناسایی مرز ساختمان در ۳ تصویر گروه دوم
۲۰۳.....	۵-۸-۱-۳ درصد اعتمادپذیری نتایج مرز ساختمان (R)
۲۰۳.....	۵-۸-۱-۳-۱ درصد اعتمادپذیری نتایج مرز ساختمان در ۱۲ تصویر گروه اول
۲۰۵.....	۵-۸-۱-۳-۲ درصد اعتمادپذیری نتایج مرز ساختمان در ۳ تصویر گروه دوم
۲۰۶.....	۵-۸-۳ درصد خطای اضافی اندکی مرز ساختمان (FPR)
۲۰۶.....	۵-۸-۳-۱ درصد خطای اضافی اندکی مرز ساختمان در ۱۲ تصویر گروه اول
۲۰۸.....	۵-۸-۳-۲ درصد خطای اضافی اندکی مرز ساختمان در ۳ تصویر گروه دوم
۲۰۹.....	۵-۸-۴ دقت کلی (OA)
۲۰۹.....	۵-۹ نتیجه‌گیری

فصل ۶. نقطه به‌عنوان شیء، تصویری

۲۱۴.....	۶-۱ مقدمه
۲۱۴.....	۶-۲ مدل رقومی سطح و تناظریابی
۲۱۹.....	۶-۲-۱ مشکلات روش‌های تناظریابی
۲۲۱.....	۶-۳ روش‌های تناظریابی
۲۲۱.....	۶-۳-۱ روش‌های تناظریابی ناحیه‌مبنا
۲۲۹.....	۶-۳-۲ روش‌های تناظریابی عارضه‌مبنا
۲۳۱.....	۶-۳-۲-۱ روش SIFT

۲۳۲	۱-۱-۲-۳-۶ مرحله‌ی اول. استخراج عوارض.....
۲۳۲	۱-۱-۲-۳-۶ یافتن نقاط اکسترمم در فضای مقیاسی.....
۲۳۶	۲-۱-۲-۳-۶ بهبود دقت تعیین موقعیت تا زیر پیکسل.....
۲۳۸	۳-۱-۲-۳-۶ تخصیص جهت.....
۲۴۰	۲-۱-۲-۳-۶ مرحله‌ی دوم. ایجاد بردار ویژگی عوارض.....
۲۴۱	۳-۱-۲-۳-۶ مرحله‌ی سوم. تناظریابی میان عوارض.....
۲۴۱	۱-۳-۱-۲-۳-۶ تطابق ظاهری ویژگی‌های نقاط.....
۲۴۲	۲-۳-۱-۲-۳-۶ تطابق هندسی نقاط متناظر.....
۲۴۴	۶-۱-۲-۳-۶ روش تناظریابی شیء مبنای پیشنهادی.....
۲۴۴	۱-۴-۶ تشخیص استخراج نقاط.....
۲۴۶	۲-۴-۶ تخصیص بردار ویژگی به روش SIFT.....
۲۴۷	۳-۴-۶ تعیین نقاط متناظر به روش ضرب همبستگی.....
۲۴۷	۵-۶ داده‌ها و پیش‌پردازش‌های لازم.....
۲۴۷	۱-۵-۶ داده‌ها.....
۲۴۸	۲-۵-۶ پیش‌پردازش‌های لازم.....
۲۴۹	۶-۶ پیاده‌سازی و ارزیابی نتایج.....
۲۵۰	۱-۶-۶ نتایج تناظریابی روش SIFT.....
۲۵۱	۲-۶-۶ نتایج تناظریابی روش ضرب همبستگی بهبودیافته.....
۲۵۲	۳-۶-۶ مقایسه‌ی روش‌های SIFT و ضرب همبستگی بهبودیافته.....
۲۵۵	۴-۶-۶ روند بهبود روش SIFT و نتایج حاصل.....
۲۵۶	۵-۶-۶ مقایسه‌ی روش پیشنهادی با روش‌های SIFT و ضرب همبستگی.....
۲۵۶	۶-۶-۶ مقایسه‌ی روش پیشنهادی با روش ضرب همبستگی.....
۲۶۰	۷-۶-۶ نتایج تناظریابی روش پیشنهادی روی تصاویر بانری ساختمان.....
۲۶۳	۷-۶ نتیجه‌گیری.....

۲۶۵	منابع و مأخذ
۲۷۵	فهرست مخففها
۲۷۹	واژه‌نامه‌ی تخصصی انگلیسی به فارسی
۲۸۷	واژه‌نامه‌ی تخصصی فارسی به انگلیسی
۲۹۷	فهرست (الف)

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱. ساز و کار سیستم سنجش از دور..... ۳
- شکل ۲-۱. (الف) تصویر اصلی. (ب) بهبود روشنایی..... ۶
- شکل ۳-۱. (الف) تصویر بهبود یافته. (ب) قطعه‌بندی تصویر..... ۷
- شکل ۴. سطوح کانهای پردازش تصاویر سنجش از دور..... ۸
- شکل ۵-۱. ناحیه‌ی مورد پردازش با قدرت تفکیک..... ۹
- شکل ۱-۲. نمایش تصویر یک پنداره در سطوح بزرگنمایی مختلف..... ۱۸
- شکل ۲-۲. چهار تصویر مختلف با تغییر درجه خاکستری و بافت متفاوت..... ۲۴
- شکل ۳-۲. مثال‌هایی از تصاویر هیستوگرام‌های مربوطه..... ۲۵
- شکل ۴-۲. چهار جهت استفاده شده در ساخت ماتریس هم‌رخداد..... ۲۷
- شکل ۵-۲. سه نمونه از تفکیک‌پذیری بین سطوح..... ۳۵
- شکل ۶-۲. تعیین حد آستانه برای یک ویژگی استفاده از روش SEaTH..... ۳۷
- شکل ۷-۲. انواع روش‌های قطعه‌بندی تصویری..... ۳۹
- شکل ۸-۲. فرآیند قطعه‌بندی رشد ناحیه..... ۴۱
- شکل ۹-۲. فرآیند قطعه‌بندی تفکیک ناحیه..... ۴۲
- شکل ۱۰-۲. فرآیند قطعه‌بندی ادغام نواحی..... ۴۳
- شکل ۱۱-۲. خطاهای موجود در قطعه‌بندی..... ۴۵
- شکل ۱۲-۲. بررسی بروز خطاهای ممکن در نتایج استخراج مرز..... ۴۷
- شکل ۱-۳. سلسله‌مراتبی از اشیای تصویری (در eCognition Developer)..... ۵۵
- شکل ۲-۳. دامنه‌های مختلف شیء تصویری یک دنباله فرآیند سلسله‌مراتبی..... ۵۶
- شکل ۳-۳. سلسله‌مراتب سازمانی نرم‌افزار eCognition..... ۵۸

- شکل ۴-۳. تصویر منطقه‌ی شهری متعلق به نمونه‌ی کاربردی ۶۰
- شکل ۵-۳. نرم‌افزار eCognition Developer 8.0 در ویندوز ۶۱
- شکل ۶-۳. صفحه‌ی راه‌اندازی نرم‌افزار eCognition Developer 8.0 ۶۱
- شکل ۷-۳. ایجاد یک پروژه‌ی جدید در نرم‌افزار eCognition Developer ۶۲
- شکل ۸-۳. انتخاب تصاویر ۴ بانده‌ی و NDVI برای ایجاد یک پروژه‌ی جدید ۶۲
- شکل ۹-۳. پنجره‌ی تنظیم ایجاد پروژه ۶۳
- شکل ۱۰-۳. ترکیب رنگی استفاده‌شده در نرم‌افزار eCognition ۶۴
- شکل ۱۱-۳. نمایش وضعیت Develop Ruleset در نرم‌افزار eCognition ۶۵
- شکل ۱۲-۳. ایجاد یک والد جدید در درخت فرآیند (Process Tree) ۶۶
- شکل ۱۳-۳. انتخاب قطعه‌بندی قدرت تفکیک چندگانه ۶۷
- شکل ۱۴-۳. اجرای قطعه‌بندی درشت مقیاس برای جداسازی مناطق زمین و آب ۶۹
- شکل ۱۵-۳. تصویر قطعه‌بندی شده بر روی تصویر اصلی ۷۰
- شکل ۱۶-۳. تعریف کلاس‌ها در پانل 'Class Hierarchy' ۷۰
- شکل ۱۷-۳. انتخاب ویژگی‌های طبقه‌بندی نزدیکترین همسایگی ۷۱
- شکل ۱۸-۳. انتخاب مجموعه ویژگی‌های مناسب طیفی و غیرطیفی ۷۲
- شکل ۱۹-۳. اعمال ویژگی‌های انتخاب شده بر روی کلاس آب و زمین ۷۳
- شکل ۲۰-۳. ایجاد یک فرزند جدید در پانل 'Process Tree' ۷۴
- شکل ۲۱-۳. فعال کردن کلاس‌های زمین و آب بر روی طبقه‌بندی ۷۴
- شکل ۲۲-۳. جعبه‌ابزار انتخاب و ویرایش نمونه‌ها در eCognition ۷۵
- شکل ۲۳-۳. نمونه‌های آموزشی انتخاب‌شده برای کلاس‌های آب و زمین ۷۶
- شکل ۲۴-۳. طبقه‌بندی مقدماتی اولیه و تولید یک نقشه‌ی اولیه‌ی آب/زمین ۷۷
- شکل ۲۵-۳. ذخیره کردن یک پروژه‌ی Definiens با پسوند .dpr ۷۷
- شکل ۲۶-۳. انجام قطعه‌بندی ریز مقیاس (fine segmentation) ۷۸
- شکل ۲۷-۳. اجرای قطعه‌بندی ریز مقیاس ۷۹
- شکل ۲۸-۳. ایجاد کلاس‌های انواع درختان ۸۰
- شکل ۲۹-۳. سطح دوم طبقه‌بندی ۸۱
- شکل ۳۰-۳. فضای ویژگی انتخاب‌شده ۸۲

- شکل ۳-۳۱. نمونه‌های آموزشی انتخاب‌شده برای کلاس‌های سطح دوم ۸۳
- شکل ۳-۳۲. تنظیمات مربوط به طبقه‌بندی سطح دوم ۸۳
- شکل ۳-۳۳. تصویر طبقه‌بندی‌شده‌ی سطح دوم ۸۴
- شکل ۳-۳۴. تقسیم صفحه‌ی نمایش نرم‌افزار به دو بخش قائم ۸۵
- شکل ۳-۳۵. ایجاد یک فرآیند والد 'clean-up' در پائل 'Process Tree' ۸۶
- شکل ۳-۳۶. انتخاب فرآیند فرزند 'manual classification' برای والد 'clean-up' ۸۶
- شکل ۳-۳۷. تنظیمات مربوط به 'manual classification' برای کلاس 'bare med' ۸۷
- شکل ۳-۳۸. شمای مازول شیء‌مبنای Feature Extraction نرم‌افزار ENVI ۸۹
- شکل ۳-۳۹. طریقه‌ی روشن و اجرای نرم‌افزار ENVI Zoom در ویندوز ۹۰
- شکل ۳-۴۰. نمای کلی نرم‌افزار ENVI Zoom ۹۱
- شکل ۳-۴۱. تصویر طبقه‌ی شهری متعلق به نمونه‌ی کاربردی اول ۹۴
- شکل ۳-۴۲. ایجاد یک پنجره‌ی Feature Extraction و انتخاب تصویر ۹۵
- شکل ۳-۴۳. باز کردن تصویر در ENVI Zoom ۹۵
- شکل ۳-۴۴. بخش اول یافتن اشیاء: تنظیم مناسب قطعه‌بندی در Feature Extraction ۹۶
- شکل ۳-۴۵. تصویر طبقه‌بندی‌شده با مقدار ۳۰ برای مقیاس ۹۷
- شکل ۳-۴۶. نتیجه‌ی طبقه‌بندی تصویر با مقدار ۳۰ برای پارامتر سطح ادغام قطعات ۹۸
- شکل ۳-۴۷. گام پالایش قطعات. این گام، اختیاری است ۹۹
- شکل ۳-۴۸. محاسبه‌ی ویژگی‌های مکانی، طیفی، بلات، فضا، رنگ و نسبت باندی ۱۰۰
- شکل ۳-۴۹. انتخاب گزینه‌ی 'choose by Creating Rules' (انتخاب‌مندی قانون‌مبنا) ۱۰۱
- شکل ۳-۵۰. پنجره‌ی 'Rule-Based Classification' ۱۰۲
- شکل ۳-۵۱. انتخاب نام و رنگ مناسب و مطابق با عارضه‌ی مورد نظر ۱۰۳
- شکل ۳-۵۲. انتخاب ویژگی نسبت باندی bandratio ۱۰۴
- شکل ۳-۵۳. تصویر ویژگی bandratio ۱۰۵
- شکل ۳-۵۴. پنجره‌ی تنظیمات ویژگی نسبت باندی ۱۰۵
- شکل ۳-۵۵. تصویر اعتمادپذیری قانون حاصل از انتخاب محدوده‌ی مقادیر مختلف ۱۰۸
- شکل ۳-۵۶. تنظیم مقدار ۰/۲۹ برای بیشینه‌ی ویژگی نسبت باندی ۱۰۸
- شکل ۳-۵۷. اضافه کردن یک ویژگی جدید به مجموعه قوانین ۱۰۹

- شکل ۵۸-۳. انتخاب ویژگی شکل مستطیلی (rect_fit) از زیر شاخه‌ی Spatial..... ۱۰۹
- شکل ۵۹-۳. تنظیم مقدار ۰/۵ برای کمینه‌ی ویژگی شکل مستطیلی..... ۱۱۰
- شکل ۶۰-۳. انتخاب ویژگی area مساحت از زیر شاخه‌های ویژگی Spatial..... ۱۱۱
- شکل ۶۱-۳. تنظیم دامنه‌ی ۲۵ تا ۱۳۰۰ برای ویژگی مساحت..... ۱۱۲
- شکل ۶۲-۳. انتخاب ویژگی aveband_2 متوسط باند سبز..... ۱۱۳
- شکل ۶۳-۳. تنظیم مقدار ۵۵ برای بیشینه‌ی ویژگی متوسط باند سبز..... ۱۱۴
- شکل ۶۴-۳. مجموعه قوانین ساخته شده..... ۱۱۴
- شکل ۶۵-۳. پیش‌نمایش نتایج طبقه‌بندی قانون‌مبنا همراه با سایر عوارض..... ۱۱۵
- شکل ۶۶-۳. ذخیره‌سازی نتایج نهایی طبقه‌بندی..... ۱۱۶
- شکل ۶۷-۳. گزارش فرآیندهای انجام شده و آماره‌های مساحت عارضه..... ۱۱۷
- شکل ۶۸-۳. Sha_file سف‌های استخراج شده..... ۱۱۸
- شکل ۶۹-۳. تصویر منتهی شهر متعلق به نمونه‌ی کاربردی دوم..... ۱۱۹
- شکل ۷۰-۳. انتخاب مقدار برای مقیاس قطعه‌بندی..... ۱۲۱
- شکل ۷۱-۳. انتخاب مقدار ۹۰ برای گام ادامه قطعه‌بندی..... ۱۲۲
- شکل ۷۲-۳. انتخاب گزینه‌ی 'Choose by Selecting examples'..... ۱۲۳
- شکل ۷۳-۳. بازیابی داده‌های آموزشی از قبل ذخیره شده..... ۱۲۴
- شکل ۷۴-۳. کلاس‌های انتخاب شده از قبل برای طبقه‌بندی..... ۱۲۴
- شکل ۷۵-۳. قرار دادن لایه‌ی تصویر اصلی بالای تصویر قطعه‌بندی شده..... ۱۲۵
- شکل ۷۶-۳. تایپ مقدار 710,284 جهت مشاهده‌ی نتیجه طبقه‌بندی..... ۱۲۶
- شکل ۷۷-۳. هیچ نمونه‌ی آموزشی برای این جاده‌ها انتخاب نشده است..... ۱۲۶
- شکل ۷۸-۳. خطای اضافه‌شدگی سطوح غیرقابل نفوذ..... ۱۲۷
- شکل ۷۹-۳. تایپ مقدار 700,1175 جهت مشاهده‌ی نتیجه طبقه‌بندی..... ۱۲۷
- شکل ۸۰-۳. داده‌ی آموزشی از قبل انتخاب شده برای عارضه‌ی سنگفرش..... ۱۲۸
- شکل ۸۱-۳. یک قطعه‌ی غیر قابل نفوذ که به اشتباه طبقه‌بندی شده..... ۱۲۸
- شکل ۸۲-۳. اضافه کردن یک عارضه‌ی جدید..... ۱۲۹
- شکل ۸۳-۳. انتخاب نمونه‌های آموزشی برای عارضه‌ی جاده‌های خاکی..... ۱۳۰
- شکل ۸۴-۳. سربرگ 'Attributes' در پنجره‌ی 'Extract Features'..... ۱۳۱

- شکل ۳-۸۵. سه طبقه‌بندی‌کننده‌ی نظارت‌شده ۱۳۲
- شکل ۳-۸۶. نحوه‌ی ذخیره‌سازی و یا بازیابی داده‌های آموزشی ۱۳۳
- شکل ۳-۸۷. لایه‌ی Shapefile سطوح غیرقابل نفوذ استخراج‌شده ۱۳۴
- شکل ۳-۸۸. پنجره‌ی تنظیمات مربوط به فایل برداری سطوح غیر قابل نفوذ ۱۳۴
- شکل ۴-۱. مراحل روش‌های پردازش تصویری سنجش از دور ۱۳۷
- شکل ۴-۲. تصویر SPOT 5 (قدرت تفکیک مکانی ۲/۵ متر) ۱۴۰
- شکل ۴-۳. داده‌های استفاده‌شده در مطالعه‌ی کاربردی ۱ ۱۴۱
- شکل ۴-۴. منحنی تابع متوسط پاسخ طیفی هر ۵ کلاس مطالعه‌ی اول ۱۴۲
- شکل ۵-۵. روش طبقه‌بندی درخت تصمیم مبتنی بر طیف به‌صورت نموداری ۱۴۳
- شکل ۴-۶. روش طبقه‌بندی درخت تصمیم با ترکیب ویژگی بافت و داده‌ی DEM ۱۴۵
- شکل ۴-۷. روش طبقه‌بندی شیء در دو سطح به‌صورت نموداری ۱۴۶
- شکل ۴-۸. تصاویر طبقه‌بندی‌شده حاصل از روش‌های این بخش ۱۵۰
- شکل ۴-۹. روش طبقه‌بندی پیکسل‌محور برای ارزیابی داده‌ی GIS ۱۵۳
- شکل ۴-۱۰. تفاوت بین روش طبقه‌بندی پیکسل‌محور و شیء‌محور ۱۵۴
- شکل ۴-۱۱. داده‌ی ورودی برای طبقه‌بندی پیکسل‌محور طبقه‌بندی شیء‌محور ۱۵۶
- شکل ۴-۱۲. نمودارهای پراکندگی باند مادون قرمز نزدیک بر حسب باند قرمز ۱۵۷
- شکل ۴-۱۳. اعمال عملگر بافت ۵×۵ پیکسل روی تصویر ۱۵۹
- شکل ۴-۱۴. واریانس متوسط اشیای GIS در باند آبی ۱۶۰
- شکل ۴-۱۵. واریانس شیء در باندهای طیفی مختلف ۱۶۰
- شکل ۴-۱۶. شاخص پوشش گیاهی برای ۱۶۱
- شکل ۴-۱۷. درصد پیکسل‌های به درستی طبقه‌بندی‌شده ۱۶۴
- شکل ۴-۱۸. نمایش فضای ویژگی طبقه‌بندی شیء‌محور ۱۶۵
- شکل ۴-۱۹. (الف) داده‌ی GIS، (ب) نتیجه‌ی طبقه‌بندی ۱۶۷
- شکل ۵-۱. فرآیند استخراج ساختمان از یک تصویر بر اساس ۱۷۱
- شکل ۵-۲. روش استخراج مرز ساختمان ۱۷۳

- شکل ۳-۵. نتیجه‌ی قطعه‌بندی مبتنی بر لبه ۱۷۴
- شکل ۴-۵. تصویر طبقه‌بندی‌شده و تصویر باینری ساختمان‌ها ۱۷۷
- شکل ۵-۵. روش استخراج مرز ساختمان با استفاده از طبقه‌بندی شیء‌مبنای فازی ۱۷۹
- شکل ۶-۵. مفهوم پارامترهای مقیاس و همگونی (رنگ و شکل) ۱۸۰
- شکل ۷-۵. قطعه‌بندی قدرت تفکیک چندگانه ۱۸۱
- شکل ۸-۵. تصویر طبقه‌بندی‌شده، تصویر باینری ساختمان‌ها و تصویر مرزها ۱۸۲
- شکل ۹-۵. روش پیشنهادی استخراج مرز ساختمان ۱۸۴
- شکل ۱۰-۵. باند قرمز تصویر و تصویر باینری حاصل از آستانه‌گذاری Otsu ۱۸۵
- شکل ۱۱-۵. حذف ناحیه غیرساختمانی کوچک ۱۸۷
- شکل ۱۲-۵. تولید تصویر لبه با استفاده از عملگر لبه‌یاب Canny ۱۸۸
- شکل ۱۳-۵. تعریف فاعده برای ویژگی گردش‌گی ۱۹۰
- شکل ۱۴-۵. نمونه‌ای از انواع شکل ساختمان‌ها ۱۹۲
- شکل ۱۵-۵. نمونه‌ای از رنگ‌های مختلف در بام ساختمان‌ها ۱۹۳
- شکل ۱۶-۵. مواردی از پاسخ طیفی مشابه ناحیه عوارض غیرساختمانی ۱۹۴
- شکل ۱۷-۵. انواع ساختمان‌ها لحاظ با دمان فاصله ۱۹۵
- شکل ۱۸-۵. روند کنترل کیفیت و ارزیابی دقت یکپارسی ۱۹۷
- شکل ۱۹-۵. نمودار مقادیر درصد شناسایی مرز ساختمان (DR) ۲۰۲
- شکل ۲۰-۵. نمودار مقادیر درصد اعتمادپذیری (P) ۲۰۶
- شکل ۲۱-۵. نمودار مقادیر خطای اضافه‌شدگی (FPR) ۲۰۸
- شکل ۲۲-۵. نمودار مقادیر دقت کلی (OA) ۲۰۹
- شکل ۱-۶. تفاوت زاویه‌ی دید سنجنده ۲۲۰
- شکل ۲-۶. فاصله‌ی کم بین ساختمان‌ها و تغییرات ارتفاعی در مناطق شهری ۲۲۱
- شکل ۳-۶. انواع روش‌های تناظریابی تصاویر در سنجش از دور و فتوگرامتری ۲۲۳
- شکل ۴-۶. ایجاد هرم تصویری در مقیاس‌های مختلف ۲۲۴
- شکل ۵-۶. ایجاد فضای اختلاف تفاضلی گوسی (DoG) ۲۳۵
- شکل ۶-۶. پیدا کردن نقصا ا کستر م در فضای مقیاسی ۲۳۶

شکل ۶-۷. تخصیص جهت در روش SIFT	۲۴۰
شکل ۸-۶. روش تناظریابی شیء مبنای پیشنهادی	۲۴۵
شکل ۹-۶. مقایسه‌ی عملگرها در استخراج گوشه‌های ساختمان	۲۴۶
شکل ۱۰-۶. تصاویر پانکروماتیک مناطق ۹گانه	۲۴۸
شکل ۱۱-۶. محل قرار گرفتن نقاط استخراج‌شده‌ی ساختمانی	۲۵۵
شکل ۱۲-۶. مقایسه‌ی روش‌های تناظریابی پیشنهادی، ضریب همبستگی و SIFT	۲۵۸
شکل ۱۳-۶. تصاویر باینری استخراج ساختمان	۲۶۱
شکل ۱۴-۶. استخراج نقاط لبه و گوشه	۲۶۲
شکل ۱۵-۶. مقایسه‌ی روش پیشنهادی با روش ضریب همبستگی	۲۶۳
پیوست (الف). مقایسه‌ی تصاویر مورد آزمایش در فصل ۵	۳۰۰

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱. مشخصات برخی ماهواره‌های قدرت تفکیک بالا.....	۴
جدول ۱-۴. پارامترهای قطعه‌بندی قدرت تفکیک چندگانه.....	۱۴۷
جدول ۱-۵. نتایج فیلتراسیون دقت‌های حاصل از روش‌های طبقه‌بندی.....	۱۴۸
جدول ۱-۵. مقادیر ضریب همبستگی (ایام).....	۱۹۷
جدول ۲-۵. مقادیر درصد استخراج از ساختمان (DR).....	۲۰۱
جدول ۳-۵. مقادیر درصد پذیرش (DR).....	۲۰۴
جدول ۴-۵. مقادیر خطای اضافه‌شدگی (PR).....	۲۰۷
جدول ۵-۵. مقادیر دقت کلی (OA).....	۲۱۰
جدول ۱-۶. معیارهای تعیین شباهت میان دو تصویر.....	۲۲۶
جدول ۲-۶. نتایج تناظریابی روش SIFT.....	۲۵۰
جدول ۳-۶. نتایج تناظریابی روش تناظریابی ضریب همبستگی بهبود یافته.....	۲۵۳
جدول ۴-۶. مقایسه‌ی نتایج پیاده‌سازی دو روش SIFT و ضریب همبستگی.....	۲۵۴
جدول ۵-۶. مقایسه‌ی تعداد کل نقاط متناظر در روش‌های SIFT و SIFT.....	۲۵۶
جدول ۶-۶. مقایسه‌ی تناظرهای درست.....	۲۵۷
جدول ۷-۶. مقایسه‌ی روش ضریب همبستگی و روش شیء‌مبنای پیشنهادی.....	۲۵۹
جدول ۸-۶. مقایسه‌ی تناظرهای صحیح مربوط به ساختمان.....	۲۶۲