



The third annual conference for research in architecture, urban planning and urban management



سومین کنفرانس سالانه پژوهش های معماری، شهرسازی و مدیریت شهری



گواهینامه

شیما جعفری کجوری، روزبه شاد، امیرحسین طاهری نیا، مرجان قائمی

نویسنده (گان) محترم:

مقاله شما با عنوان: مقایسه‌ی روش‌های تهیه‌ی نقشه‌ی آشکارسازی تغییرات حاصل از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی بالا از مناطق

بر اساس نظر کمیته داوران کنفرانس سالانه پژوهش های معماری، شهرسازی و مدیریت شهری برای چاپ در مجموعه مقالات و ارائه به صورت پوستری مورد پذیرش نهایی قرار گرفته و در این کنفرانس ارائه گردیده است. بدین وسیله از تلاش و فعالیت علمی شما تقدیر و تشکر نموده و موفقیت روز افزون جابجایی را در عرصه های دانش و پژوهش از درگاه احدیت مسالت داریم.

کد استعلام اصالت گواهینامه: j16-02830260

مکان برگزاری: مجتمع فرهنگی راهی دانشگاه شیراز - 21 اردیبهشت 1396

هما حبیبیان

دبیر شورای داوران کنفرانس



رضا علی پور
دبیر اجرایی کنفرانس



مقایسه‌ی روش‌های تهیه‌ی نقشه‌ی آشکارسازی تغییرات حاصل از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی بالا از مناطق شهری

شیمای جعفری کجوری^{۱*}، روزبه شاد^۲، امیرحسین طاهری نیا^۳، مرجان قائمی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور، دانشگاه فردوسی مشهد، shima_jafari261@yahoo.com

۲- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، r.shad@um.ac.ir

۳- استادیار گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، taherinia@yahoo.com

۴- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، m.ghaemi270@gmail.com

چکیده

امروزه، آشکارسازی تغییرات در مناطق شهری به کمک تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی بالا به طور گسترده مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است زیرا این گونه از تصاویر اطلاعات مناسبی از منطقه را در اختیار کاربران قرار می‌دهند. روش‌های زیادی برای آشکارسازی تغییرات به کمک این تصاویر وجود دارند که به طور عمده استفاده می‌شوند. بعضی از آن‌ها بر مبنای استفاده از ویژگی‌های ساختاری اینگونه تصاویر هستند. هرچند این روش‌ها حجم وسیعی از اطلاعات را در اختیار کاربران قرار می‌دهند اما در این حالت صحت آشکارسازی تغییرات بستگی به یک سری پارامترها از قبیل سایز پنجره-ی انتخاب شده دارد. دسته‌ی دیگری از متدهای آشکارسازی تغییرات که بر مبنای تصاویر با رزولوشن مکانی بالا هستند، روش‌های یادگیری ماشین هستند. صحت آشکارسازی تغییرات در هنگام استفاده از روش‌های یادگیری ماشین نیز بستگی به تعداد و صحت داده‌های آموزش دارد. برای حل مشکلات فوق، روش‌های خودکار ارائه و استفاده می‌شوند. اما این روش هم مانند متدهای قبلی مشکلاتی دارد. هدف تحقیق حاضر طبقه بندی، ارزیابی و مقایسه‌ی بعضی از تحقیقات انجام شده در این رابطه است. در حالت کلی هیچ یک از الگوریتم‌ها به دیگری برتری مطلق ندارد و دقت خروجی الگوریتم‌ها وابسته به انتخاب نوع الگوریتم نیست.

واژه‌های کلیدی: آشکارسازی تغییرات، تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی بالا، روش‌های یادگیری ماشین، روش‌های خودکار.

مقدمه

نوعی از تغییرات که زندگی بشر را تحت الشعاع خود قرار می‌دهد، ناشی از سبک زندگی مدرن و توسعه‌ی شهرنشینی است. مسایلی مانند به وجود آمدن شهرهای بزرگ و مدیریت و خدمات دهی به آن‌ها، طراحی زیر ساخت‌های لازم به همراه احداث مراکز بزرگ (مانند شبکه‌ی راه‌ها، نیرو، آب و غیره) و پارامترهای لازم برای مدیریت شهرها (مانند تعیین مکان مناسب برای مراکز خدماتی لازم مانند مدرسه، بیمارستان‌ها و مراکز درمانی، پارک، مراکز خرید و غیره) همگی از نتایج و اثرات آن می‌باشد [30].

با معرفی تصاویر سنجش از دوری با قدرت تفکیک مکانی بالا و همچنین امکان استفاده از الگوریتم‌های پیچیده توسط سیستم‌ها، آشکارسازی تغییرات در مناطق شهری (بررسی روند توسعه‌ی شهری) با دقت بالایی در حال انجام است. آشکارسازی تغییرات با استفاده از تصاویر با رزولوشن بالا به چهار دسته‌ی کلی تقسیم می‌شوند. در روش‌های پیکسل مینا، به دلیل بزرگ بودن واریانس بین کلاس‌ها و کوچک بودن واریانس در داخل کلاس‌ها، نایقینی افزایش می‌یابد [4]. برای حل این مشکل و افزایش صحت روش‌های آشکارسازی تغییرات، روش‌هایی مطرح شد که در آن‌ها از ویژگی‌های مکانی داده‌ها نیز استفاده شد. برخی از این روش‌ها عبارتند از تبدیل ویولت، شاخص‌های تصادفی مارکوف، پروفایل‌های مورفولوژیکی [5,6,7,8,9]. استفاده از روش‌های فوق به فضای ویژگی با ابعاد بالا نیاز دارند که خود این موضوع باعث به وجود آمدن مشکلاتی از قبیل پردازش داده‌ها با حجم بالا، هزینه‌ی بالای پردازش، مشکل حافظه برای ذخیره‌سازی این داده‌ها و عدم ریاست و عمومی بودن روش‌های فوق است. بنابراین متدهای دیگری مطرح شد که در آنها برای آشکارسازی تغییرات از روش‌های یادگیری ماشین استفاده می‌شد. روش‌های بر مبنای کرنل، SVM و شبکه‌ی عصبی از این قبیل هستند. متدهای عنوان شده، همگی شبه نظارت شده‌اند و به داده‌های آموزش احتیاج دارند [10].

به منظور پردازش به موقع حجم وسیع از داده‌ها و استفاده از آن‌ها برای به روزرسانی پایگاه داده‌های موجود، افزایش سرعت انتقال داده‌ها به اطلاعات و همچنین امکان عدم وجود داده‌ی آموزش و دانش قبلی در منطقه‌ی مطالعاتی، نیاز به روش‌های اتوماتیک (بدون نیاز به دخالت کاربر) که فارغ از نیاز به داده‌های آموزش هستند و حجم اطلاعات ورودی و پیچیدگی صحنه را کاهش دهند، برای آشکارسازی تغییرات بیش‌تر می‌شود. برخی از روش‌های آرایه شده در این زمینه عبارتند از آنالیز بردار تغییرات چند سطحه، فیلترهای مورفولوژی با آنالیز بردار تغییرات، روش‌های بر مبنای شاخص و غیره [11]. در حالت کلی مراحل اصلی آشکارسازی تغییرات تصاویر سنجش از دوری شامل پیش پردازش (تصحیح هندسی و رادیومتریک)، انتخاب الگوریتم و ارزیابی دقت است [1].

۱- الگوریتم‌های پیکسل مینا

الگوریتم‌های پیکسل مینا، رایج‌ترین تکنیک‌ها برای آشکارسازی تغییرات هستند که در آن‌ها برای شناسایی تغییر از کوچکترین واحد تصویر (پیکسل) استفاده می‌شود. به دلیل سادگی در فهم و پیاده‌سازی این الگوریتم‌ها، تنوع آن‌ها بسیار زیاد است [1]. خلاصه‌ای از منابع بررسی شده در این رابطه، در جدول ۱، موجود است.

جدول ۱- خلاصه‌ای از منابع بررسی شده در الگوریتم پیکسل مینا

تحقیقات صورت گرفته	روش	مزایا	معایب
رید و لیو در سال ۱۹۹۸ [13]	تفریق، رگرسیون، تبدیل Tassled Cap و تبدیل Chi Square	* سادگی الگوریتم، پیاده‌سازی آن و تفسیر نتایج * نتایج به صورت یک تصویر باینری است که بیانگر تغییر یا عدم تغییر است.	* تمامی الگوریتم‌ها هیچ اطلاعی از جهت تغییر در اختیار کاربر قرار نمی‌دهند. * خروجی الگوریتم تفریق مقادیر صحیح هستند.



سومین کنفرانس سالانه پژوهش های معماری، شهرسازی و مدیریت شهری

The third annual conference for research in architecture, urban planning and urban management



<p>* در رگرسیون نتایج به شدت تحت تاثیر نویز هستند و دقت نتایج به رگرسیون بستگی دارد. * در تبدیل chi اگر تغییرات مربوط به یک جهت طیفی خاص باشد، ممکن است نادیده گرفته شود. * تبدیل Tassled Cap به تغییرات پوشش گیاهی حساس است و تغییرات بقیه کلاسها را در نظر نمی گیرد.</p>			
<p>* طولانی شدن زمان پردازش * نیاز به پردازشگر ماهر * تاثیر خطای پردازشگر در خروجی الگوریتم * محدودیت زمانی برای داده های ورودی</p>	<p>* سادگی الگوریتم * امکان پردازش همزمان تصاویر در دو یا سه زمان * دخالت کاربر و اعمال منطق انسانی به نتایج</p>	<p>تفسیر بصری</p>	<p>Loveland و همکاران در سال ۲۰۰۲ [1]</p>
<p>* وابستگی نتایج به دقت طبقه بندی * نیاز به داده آموزش</p>	<p>* امکان استفاده از تصاویر سنجنده های مختلف * عدم تاثیر اثرات اتمسفری در خروجی آشکارسازی تغییرات</p>	<p>مقایسه بعد از طبقه بندی</p>	<p>* حیدریان و همکاران در سال ۱۳۹۲ [3] * Srivastava و همکاران در سال ۲۰۱۲ [1]</p>
<p>عدم در نظر گرفتن توزیع مکانی پیکسل های تغییر یافته و نیافتن</p>	<p>* یکپارچه سازی محاسن الگوریتم های مختلف تشخیص تغییرات طیفی * تلفیق روش های آشکارسازی ساده با یک دیگر * خطای commission و omission کاهش می یابند.</p>	<p>تلفیق تصاویر تفریقی</p>	<p>Peijun و همکاران در سال ۲۰۱۲ [29]</p>
<p>* در تحقیق حاضر تعداد محدودی از روش های نگاشت زیر پیکسلی استفاده شده است. * خروجی الگوریتم به تعداد زیادی پارامتر احتیاج دارد که باید توسط کاربر انتخاب شوند.</p>	<p>* سرعت و دقت بالای پردازش داده ها * در حالیکه ورودی الگوریتم تصویر با رزولوشن مکانی ضعیف است، خروجی آن با نتایج آشکارسازی تغییرات حاصل از تصاویر با رزولوشن مکانی بالا یکی است. * قابل استفاده در زمانیکه تصاویر در دسترس برای آشکارسازی تغییرات، رزولوشن مکانی برابری ندارند.</p>	<p>نگاشت زیرپیکسلی سریع</p>	<p>Wang و همکاران در سال ۲۰۱۵ [19]</p>

وابستگی درجه منحنی طیفی به سایز پنجره انتخابی (پنجره کوچکتر، جزییات بیشتر، نويز بیشتر و پنجره بزرگتر، جزییات کمتر و نويز کمتر)	کاهش خطای رادیومتریکی به دلیل استفاده از شباهت طیفی به جای استفاده مستقیم از مقادیر طیفی	روشی بر مبنای شباهت روند طیفی	Zhang و همکاران در سال ۲۰۱۴ [18]
--	--	-------------------------------	----------------------------------

در الگوریتم‌های بر مبنای پیکسل اطلاعات ساختاری و مفهومی که در شناخت عوارض نقش قابل توجهی دارند، در نظر گرفته نمی‌شوند. روش‌های مبتنی بر پیکسل، برای آشکارسازی تغییرات در مناطق شهری به کمک تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا چندان مناسب نیستند (به دلیل پیچیدگی مناظر شهری در اینگونه تصاویر). به عنوان مثال ممکن است یک ساختمان در کلاس عوارض تغییر یافته قرار گیرد در حالی که در حقیقت تغییری نکرده است. زیرا ساختمان‌ها در تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا تحت تاثیر عوامل مختلفی از قبیل زاویه دید، سایه‌ی ساختمان‌های مجاور و زاویه‌ی زینتی خورشید قرار می‌گیرد و در تصاویر مختلف از یک صحنه به دلیل اینکه این پارامترها متغیر است، متفاوت ظاهر شود. در حالی که در حقیقت تغییری نکرده است. با وجود اینکه این الگوریتم‌ها در مقایسه با سایر تکنیک‌های سنجش از دور دقت کمتری دارد اما به دلیل سادگی و تنوع در تعداد الگوریتم‌ها، به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند [11].

۲- الگوریتم‌های شیء گرا

استفاده از الگوریتم‌های شیء گرا در تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا اهمیت زیادی دارد. چرا که در این تصاویر تعداد پیکسل‌های تشکیل دهنده یک عارضه معمولاً بیشتر از یک است. بنابراین استفاده از ویژگی‌هایی نظیر هندسه عوارض در تشخیص آن‌ها بسیار مفید است. این تکنیک‌ها از خصوصیات طیفی و هندسی عوارض به منظور تشخیص هرچه بهتر تغییرات استفاده می‌کنند. واحد پردازش و آنالیز در این روش‌ها، قطعات هستند بنابراین معمولاً یک گام قطعه بندی به منظور جداسازی عوارض از یکدیگر انجام می‌شود. آشکارسازی تغییرات در این گونه الگوریتم‌ها، از مقایسه مستقیم عوارض در زمان‌های مختلف انجام می‌شود. دو حالت کلی در این الگوریتم‌ها وجود دارد. در حالت اول فقط منبع اول (تصویر یا نقشه) قطعه بندی می‌شود و سپس عوارض قطعه بندی شده، در داخل منبع دوم (تصویر) (بدون قطعه بندی) جستجو می‌شوند. اما در حالت دوم عوارض بعد از قطعه بندی منابع مختلف با هم مقایسه می‌شوند. حالت اول تنها تغییرات رخ داده را کشف می‌کند و اطلاعاتی از عوارض جدید را در اختیار کاربران قرار نمی‌دهد، در صورتیکه روش دوم امکان شناسایی عوارض جدید را نیز دارد. [1]

در جدول ۲، خلاصه‌ی تحقیقات انجام شده با استفاده از الگوریتم‌های شیء پایه به همراه مزایا و معایب هر کدام بیان شده است.

جدول ۲- الگوریتم‌های شیء پایه و تحقیقات انجام شده در این زمینه

معایب	مزایا	روش	تحقیقات صورت گرفته
* وجود خطاهای مکانی مختلف که وابسته به دقت قطعه بندی و جستجوی عوارض انتخاب شده است.	* امکان اندازه‌گیری انواع تغییرات هندسی، توپولوژیک و موضوعی به دلیل مقایسه مستقیم عوارض	مقایسه طبقه بندی	Bouziani و همکاران در سال ۲۰۱۰ [16]
* دشواری مرتبط سازی عوارض به یکدیگر	* ارائه نقشه تغییرات که در بردارنده تغییر و جهت تغییر است.		Falco و همکاران در سال ۲۰۱۳ [12]
* اختلاف اندازه احتمالی قطعات	* استفاده از تمامی عوارض		Tang و همکاران در سال ۲۰۱۳ [17]

<p>* اطلاعی از جهت تغییر در اختیار کاربران قرار نمی‌دهد.</p> <p>* به دقت قطعه بندی وابسته است.</p> <p>* انتخاب حد آستانه در خروجی تاثیر گذار است.</p> <p>* دشواری مرتبط سازی عوارض در تصاویر چندزمانه</p>	<p>* امکان تلفیق با GIS</p> <p>* مقایسه مستقیم عوارض با یک دیگر</p> <p>* استفاده از خصوصیات هندسی عوارض</p> <p>* شناسایی تغییرات با استخراج اطلاعات طیفی و مکانی</p>	<p>مقایسه مستقیم</p>	<p>Miler و همکاران در سال ۲۰۰۵ [23]</p> <p>Zevenberge و Tuladhar در سال ۲۰۱۲ [31]</p>
---	--	----------------------	---

همانطور که گفته شد به هنگام استفاده از الگوریتم‌های شی گرا، عوارض به صورت مستقیم از لحاظ خصوصیات هندسی نظیر مساحت، ابعاد، فشردگی و خصوصیات طیفی نظیر میانگین مقادیر باندهای مختلف باهم مقایسه می‌شوند. بنابراین در روش‌های مبتنی بر شی نیز که هدف آن‌ها استخراج ویژگی از تصاویر است، عواملی از قبیل تغییر در زاویه دید، باعث ایجاد خطا در تشخیص شی ها می‌شود و در نتیجه در خروجی آشکار سازی تغییرات خطا وارد می‌شود. به علاوه در این گونه از متدها حجم داده‌ها برای ورود به مدل نهایی بالاست. زیرا داده‌های تمام باندها به طور مستقیم وارد مدل می‌شوند. عدم رباست و عمومی بودن الگوریتم‌های شی گرا نیز مشکل دیگر این الگوریتم است [11].

۳- الگوریتم‌های بر مبنای یادگیری ماشین

الگوریتم‌های بر مبنای کرنل، درخت تصمیم گیری، شبکه‌های عصبی و نیز SVM از این نوع هستند. در جدول ۳، خلاصه‌ای از تحقیقات انجام شده در این زمینه گردآوری شده است.

جدول ۳- الگوریتم‌های یادگیری ماشین

معایب	مزایا	روش	تحقیقات صورت گرفته
<p>* تاثیر دقت طبقه بند در خروجی الگوریتم</p> <p>* حساسیت به تعداد داده های آموزش</p> <p>* تشخیص تعداد بهینه نرون- های لایه های شبکه دشوار است.</p>	<p>* جلوگیری از اشباع در داخل شبکه عصبی، حذف اثرات ناشی از تغییر رادیومتریکی و یکسان در نظر گرفتن اثرات تمامی باندها به صورت یکسان از طریق نرمالیزه کردن مقادیر ورودی به مدل</p> <p>* کاهش خطای طبقه بندی به دلیل استفاده از داده‌های آموزش</p> <p>* نمایش تغییرات و جهت تغییرات</p>	<p>شبکه عصبی</p>	<p>* Pacifici و همکارانش در سال ۲۰۰۷ [14]</p> <p>* Chini و همکاران در سال ۲۰۰۸ [15]</p> <p>* Bruzzone و همکاران در سال ۲۰۰۷ [24]</p>
<p>* انتخاب کرنل بهینه و پارامترهای آن دشوار است.</p> <p>* ارتباط مستقیم بین هزینه محاسبات و تعداد باندها</p>	<p>* تکنیکی است که در آن احتمال خطای طبقه بندی مینیمم است.</p> <p>* نمایش تغییرات و جهت</p>	<p>ماشین بردار پشتیبان (SVM)</p>	<p>* Huang و همکارانش در سال ۲۰۰۸ [25]</p> <p>* Zhang و Huang در سال ۲۰۱۳ [4]</p>

	تغییرات * روشی غیرپارامتریک و نظارت شده است.		
* عدم امکان جستجو برای برازش بهینه * وابستگی شدید به داده های آموزشی * تفسیر نتایج متناسب با باندهای طیفی	* نمایش تغییرات و جهت تغییرات * استفاده از ساختار سلسله مراتبی * روشی غیرپارامتریک است.	درخت تصمیم گیری	Jensen و Im در سال ۲۰۰۸ [26]

امکان استفاده‌ی همزمان از تمامی باندهای طیفی و تصاویر سری زمانی، کاهش خطای طبقه‌بندی به دلیل انجام مقایسه بعد از طبقه‌بندی با داده‌های آموزش، نشان دادن تغییر و جهت تغییر و حذف اثرات ناشی از تغییرات رادیومتریکی از مزیت‌های اینگونه الگوریتم‌ها است [14].

بنابراین طبق نتایج موجود در جدول مذکور برای پیاده‌سازی این متد، بهتر است که از تصاویر با رزولوشن مکانی بالاتر استفاده شود. زیرا همانطوری که می‌دانیم با کاهش رزولوشن مکانی، پیکسل‌ها دیگر خالص نیستند و همین امر از صحت طبقه بندی می‌کاهد.

در روش‌های بر مبنای یادگیری ماشین، به داده‌ی آموزش احتیاج داریم. به علاوه این الگوریتم‌ها پیچیده اند و همچنین دقت طبقه بندی در خروجی نقشه‌ی آشکارسازی تغییرات تاثیر دارد.

۴- الگوریتم‌های خودکار

در روش‌های مبتنی بر پیکسل و شیء گرا، نتایج به عواملی از قبیل زاویه دید سنسور، زاویه زینتی، شیب زمین و غیره وابسته است. بنابراین نتایج آنها چندان قابل اعتماد نیستند. الگوریتم‌های بر مبنای یادگیری ماشین نیز به علت بالا بودن حجم داده‌های ورودی، چندان رایج نیستند. بنابراین نیازمند روشی هستیم که در آنها تمامی مشکلات الگوریتم‌های قبلی حل شده و به علاوه به سادگی قابل پیاده سازی باشد و همچنین به نظارت کاربر احتیاجی نداشته باشد [1]. جدول ۴، به طور خلاصه انواع روش‌های موجود و تحقیقات انجام گرفته در زمینه‌های مرتبط با آنها را بیان می‌کند.

جدول ۴- الگوریتم‌های اتوماتیک و تحقیقات انجام شده مرتبط با آنها

معایب	مزایا	روش	تحقیقات صورت گرفته
* باید داده ها در شرایط محیطی و آب و هوایی کاملا یکسانی اخذ شده باشند. * شناسایی دشوار مناطق تغییر یافته * افزودگی داده	* تحلیل همزمان باندهای طیفی * تلفیق اطلاعات طیفی	آنالیز بردار تغییرات (CVA)	* Kasischke و Johnson در سال ۱۹۸۸ [28] * Prieto و Bruzzone در سال ۲۰۰۰ [22]
*اطلاعی از جهت تغییر در اختیار کاربران قرار نمی‌دهد.	* مرتب سازی داده‌ها بر حسب نسبت سیگنال به نویز * حذف مشکل افزودگی داده	آنالیز مولفه اصلی (PCA)	Lu و همکارانش در سال ۲۰۱۲ [20]



<p>* اطلاعاتی از جهت تغییر در اختیار کاربران قرار نمی‌دهد. * دشواری تفسیر نتایج مربوط به تغییرات</p>	<p>* مستقل از شرایط اتمسفری * حذف اثر نویز</p>	<p>آنالیز مولفه چند متغیره (MAD)</p>	<p>Nielsen در سال ۲۰۰۷ [27]</p>
<p>* ممکن است تغییر طبقه بند، در دقت نقشه آشکارسازی تغییرات تاثیرگذار باشد. * تعیین میزان ترشلد مناسب در تهیه نقشه پوشش اراضی به کمک شاخص‌ها و نیز در مرحله پایانی یعنی تهیه نقشه آشکارسازی تغییرات * تعیین سایز بهینه برای بلوک‌ها و سلول‌ها</p>	<p>* سادگی روش * تحت تاثیر عوامل مختلف از قبیل زاویه دید، سایه‌ی ساختمان‌های مجاور و زاویه‌ی زنبیتی خورشید، نتیجه تغییر نخواهد کرد. * کاهش تعداد false alarm ها * روشی اتوماتیک است و نیازی به دخالت کاربر ندارد. * حجم داده‌ها برای ورود به مدل ریاضی کاهش می‌یابد. * ساده کردن پیچیدگی صحنه‌ها در تصاویر سنجش از دوری * اطلاعات جامعی از تغییر و جهت تغییر در اختیار کاربران قرار میدهد.</p>	<p>روشی بر مبنای شاخص‌ها و تفریق هیستوگرام</p>	<p>Wen و همکاران در سال ۲۰۱۶ [11]</p>

نتیجه‌گیری

با مقایسه دقت‌های حاصل از تمامی روش‌های بیان شده در تحقیق حاضر و در نظر گرفتن مزایا و معایب هر کدام، می‌توان گفت که هیچ کدام از الگوریتم‌ها نمی‌توانند به طور کامل به عنوان الگوریتم بهینه معرفی شوند. دقت حاصل از هر روش به همخوانی بین الگوریتم و داده‌ی ورودی بستگی دارد. در واقع دقت حاصل از الگوریتم‌های فوق، مرتبط با مزیت ذاتی الگوریتم نیست و هیچ الگوریتمی به دیگری برتری مطلق ندارد.

مراجع

- [1] آ. مقیمی، ح.عبادی، و. صادقی، ۱۳۹۵، بهبود مرحله‌ی آستانه گذاری در آشکارسازی تغییرات با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. نشریه علمی- ترویجی مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، دوره‌ی هفتم، شماره‌ی ۲، صفحه‌ی ۹۹ تا ۱۱۰.
- [2] ف. سعیدزاده، ح. عبادی، م. ر. صاحبی، و. صادقی، ۱۳۹۳، بررسی و تحلیل روش‌های آشکارسازی تغییرات مبتنی بر آنالیز شیء-گرا در مدیریت و برنامه ریزی شهری، اولین کنفرانس ملی شهرسازی، مدیریت شهری و توسعه پایدار، تهران، موسسه ایرانیان، انجمن معماری ایران.
- [3] پ. حیدریان، ک. رنگزن، س. ملکی، ا. تقی زاده، ۱۳۹۲، پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره لندست (مطالعه موردی: اراضی شهر تهران)، نشریه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، دوره ۴، شماره ۴، صفحه ۱ تا ۱۰.



- [4] Huang, X., & Zhang, L. (2013). An SVM ensemble approach combining spectral, structural, and semantic features for the classification of high-resolution remotely sensed imagery. *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, 51(1), 257-272.
- [5] Celik, T., & Ma, K. K. (2011). Multitemporal image change detection using undecimated discrete wavelet transform and active contours. *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, 49(2), 706-716.
- [6] Celik, T. (2009). Multiscale change detection in multitemporal satellite images. *Geoscience and Remote Sensing Letters, IEEE*, 6(4), 820-824.
- [7] Dalla Mura, M., Benediktsson, J. A., Bovolo, F., & Bruzzone, L. (2008). An unsupervised technique based on morphological filters for change detection in very high resolution images. *Geoscience and Remote Sensing Letters, IEEE*, 5(3), 433-437.
- [8] Volpi, M., Tuia, D., Bovolo, F., Kanevski, M., & Bruzzone, L. (2013). Supervised change detection in VHR images using contextual information and support vector machines. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 20, 77-85.
- [9] Lei, Z., Fang, T., Huo, H., & Li, D. (2014). Bi-temporal texton forest for land cover transition detection on remotely sensed imagery. *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, 52(2), 1227-1237.
- [10] Huang, X., Lu, Q., & Zhang, L. (2014). A multi-index learning approach for classification of high-resolution remotely sensed images over urban areas. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 90, 36-48.
- [11] Wen, D., Huang, X., Zhang, L., & Benediktsson, J. A. (2016). A Novel Automatic Change Detection Method for Urban High-Resolution Remotely Sensed Imagery Based on Multiindex Scene Representation. *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, 54(1), 609-625.
- [12] Falco, N., Mura, M. D., Bovolo, F., Benediktsson, J. A., & Bruzzone, L. (2013). Change detection in VHR images based on morphological attribute profiles. *Geoscience and Remote Sensing Letters, IEEE*, 10(3), 636-640.
- [13] Ridd, M. K., & Liu, J. (1998). A comparison of four algorithms for change detection in an urban environment. *Remote sensing of environment*, 63(2), 95-100.
- [14] Pacifici, F., Del Frate, F., Solimini, C., & Emery, W. J. (2007). An innovative neural-net method to detect temporal changes in high-resolution optical satellite imagery. *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, 45(9), 2940-2952.
- [15] Chini, M., Pacifici, F., Emery, W. J., Pierdicca, N., & Frate, F. D. (2008). Comparing statistical and neural network methods applied to very high resolution satellite images showing changes in man-made structures at rocky flats. *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, 46(6), 1812-1821.
- [16] Bouziani, M., Goita, K., & He, D. C. (2010). Automatic change detection of buildings in urban environment from very high spatial resolution images using existing geodatabase and prior knowledge. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(1), 143-153.
- [17] Tang, Y., Huang, X., & Zhang, L. (2013). Fault-tolerant building change detection from urban high-resolution remote sensing imagery. *Geoscience and Remote Sensing Letters, IEEE*, 10(5), 1060-1064.
- [18] Zhang, P., Lv, Z., & Shi, W. (2014). Local Spectrum-Trend Similarity Approach for Detecting Land-Cover Change by Using SPOT-5 Satellite Images. *Geoscience and Remote Sensing Letters, IEEE*, 11(4), 738-742.
- [19] Wang, Q., Atkinson, P. M., & Shi, W. (2015). Fast subpixel mapping algorithms for subpixel resolution change detection. *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, 53(4), 1692-1706.
- [20] Lu, L., Li, Q., Guo, H., Pesaresi, M. and Ehrlich, D., 2012, July. Urban expansion detection with SPOT5 panchromatic images using textural features and PCA. In 2012 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (pp. 6717-6720). IEEE.
- [21] Singh, A., 1989. Review article digital change detection techniques using remotely-sensed data. *International journal of remote sensing*, 10(6), pp.989-1003.
- [22] Bruzzone, L. and Prieto, D.F., 2000. Automatic analysis of the difference image for unsupervised change detection. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote sensing*, 38(3), pp.1171-1182.



- [23] Miller, J.D. and Thode, A.E., 2007. Quantifying burn severity in a heterogeneous landscape with a relative version of the delta Normalized Burn Ratio (dNBR). *Remote Sensing of Environment*, 109(1), pp.66-80.
- [24] Ghosh, S., Bruzzone, L., Patra, S., Bovolo, F. and Ghosh, A., 2007. A context-sensitive technique for unsupervised change detection based on Hopfield-type neural networks. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 45(3), pp.778-789.
- [25] Huang, C., Song, K., Kim, S., Townshend, J.R., Davis, P., Masek, J.G. and Goward, S.N., 2008. Use of a dark object concept and support vector machines to automate forest cover change analysis. *Remote Sensing of Environment*, 112(3), pp.970-985.
- [26] Im, J., Jensen, J.R. and Tullis, J.A., 2008. Object-based change detection using correlation image analysis and image segmentation. *International Journal of Remote Sensing*, 29(2), pp.399-423.
- [27] Nielsen, A.A., 2007. The regularized iteratively reweighted MAD method for change detection in multi-and hyperspectral data. *IEEE Transactions on Image processing*, 16(2), pp.463-478.
- [28] Johnson, R.D. and Kasischke, E.S., 1998. Change vector analysis: a technique for the multispectral monitoring of land cover and condition. *International Journal of Remote Sensing*, 19(3), pp.411-426.
- [29] Du, P., Liu, S., Gamba, P., Tan, K. and Xia, J., 2012. Fusion of difference images for change detection over urban areas. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 5(4), pp.1076-1086.
- [30] Jensen, J. R. (1996). "Introductory digital image processing: a remote sensing perspective". (No. Ed.3), Prentice-Hall Inc.
- [31] Ali, Z., Tuladhar, A. and Zevenbergen, J., 2012. An integrated approach for updating cadastral maps in Pakistan using satellite remote sensing data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 18, pp.386-398.