

استخراج نیمه اتوماتیک ساختمان با استفاده از مدل Snake از تصاویر هوایی با قدرت تفکیک مکانی بالا

روح الله یزدان^{۱*}، محمد جواد ولدان زوج^۲، حمید عبادی^۲، علی محمدزاده^۳

^۱ کارشناس ارشد فتوگرامتری - دانشکده مهندسی نقشه برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
ro.yazdan@gmail.com

^۲ دانشیار دانشکده مهندسی نقشه برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
{valadanzouj, ebadi}@kntu.ac.ir

^۳ استادیار دانشکده مهندسی نقشه برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
almoh2@gmail.com

(تاریخ دریافت اردیبهشت ۱۳۹۲، تاریخ تصویب مرداد ۱۳۹۳)

چکیده

وجود اطلاعات مکانی دقیق، صحیح و بهنگام از منابع کشور در یک پایگاه داده جامع مکان مرجع به همراه تجزیه و تحلیل‌های مرتبط، از مهمترین ابزارهای تصمیم‌گیری و مدیریت بهینه می‌باشد. برنامه‌ریزان شهری به منظور طراحی و پیاده‌سازی طرح‌های شهری به اطلاعات به روز شده کاربری زمین نیاز دارند، بنابراین نقشه‌ها باید به طور منظم در برابر تغییرات به‌روز شوند. به‌منظور بروز رسانی نقشه‌های موجود بکمک تصاویر ابتدا باید تغییرات شناسایی و سپس عوارض تغییر یافته بازسازی شوند. ساختمانها از مهمترین عوارض موجود در نقشه‌های بزرگ مقیاس هستند، لذا فرآیند شناسایی و استخراج این عوارض از اهمیت بالایی برخوردار است. در این تحقیق به‌منظور استخراج ساختمان، روشی بر پایه مدل مارگون^۱ ارائه شده است. بدین منظور ابتدا با بهره‌گیری از تصاویر هوایی با قدرت تفکیک مکانی بالا (تصاویر دوربین Ultra Cam D)، DSM و Ortho Image تولید و سپس با ارائه روشی جدید و بهره‌گیری از اپراتورهای مورفولوژی، منحنی‌های اولیه مدل، تولید گردیده است. همچنین در ادامه لبه‌های مهم به‌کمک اپراتور استخراج لبه Canny استخراج شده و در نهایت با بکارگیری روش پیشنهادی بر پایه مدل‌های مارگون، ساختمانها استخراج می‌شود. روش ارائه شده با روش Snake-GVF مقایسه گردید و نتایج حاکی از بهبود پارامترهای ارزیابی (مقدار Completeness این روش برابر ۸۶،۰۴۳٪ و Correctness آن نیز برابر ۹۱،۱۲۴٪) می‌باشد.

واژگان کلیدی: تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا- استخراج نیمه اتوماتیک ساختمان- مدل مارگون- مدل‌های منحنی فعال^۲

* نویسنده رابط

^۱ Snake

^۲ Active Contour Models

۱- مقدمه

استخراج عارضه به معنای تشخیص و بازسازی عارضه‌ای خاص بر روی تصاویر هوایی یا ماهواره‌ای است. تشخیص عارضه بدان معنی است که عارضه‌ای خاص بر روی تصویر بر اساس قدرت تفکیک مکانی را بتوان پیدا کرده و پس از تشخیص بتوان آنرا به ساده‌ترین شکل ممکن بازسازی نمود. افزایش سرعت، کاهش اثر اپراتور انسانی، افزایش دقت و کاهش هزینه دلایلی است که با توجه به آنها نیاز به استخراج عوارض با تکیه بر روشهای اتوماتیک و نیمه اتوماتیک از طریق پردازش و آنالیز تصاویر را افزایش می دهد که در نهایت منجر به جایگزینی با روش های دستی خواهند شد؛ از جمله عوارض بسیار مهمی که در نقشه های شهری بزرگ مقیاس مورد توجه می باشند می توان به ساختمانها اشاره کرد. استخراج عوارض سطحی نظیر ساختمان از تصاویر رقومی به دلیل اشکال مختلف ساختمانها با بامهایی از مصالح ترکیبی مختلف و خواص رادیومتریکی متفاوت، نسبتاً پیچیده است. لذا تا به امروز تحقیقات زیادی در این زمینه صورت گرفته است که از آن جمله می توان به فعالیت Dashet al. در سال ۲۰۰۴ اشاره نمود. آنها اقدام به توسعه مدلی بر پایه انحراف معیار به منظور تشخیص بین درختان و ساختمانها با استفاده از تغییرات ارتفاعی در پیرامون عوارض نمودند [۱]. همچنین در سال ۱۹۹۹ Halla و سایر همکارانش مکان ساختمانها را با کمک الگوریتم های طبقه بندی و داده های ارتفاعی بر روی تصاویر استخراج نمودند [۲]. Zimmermann et al. نیز در سال ۲۰۰۰ از تصاویر استریو مدل سه بعدی سطح زمین (DSM) را تولید نمود و سپس با بکارگیری عملگر های شیب و منظر اقدام به استفاده از مدلی جهت استخراج سقف ساختمانها نمود [۳]. صمد سازدگان و همکارانش نیز در سال ۲۰۰۵ روش جدیدی را جهت شناسایی عوارض بر پایه روشهای عصبی - فازی معرفی نمودند که از تلفیق داده های ارتفاعی و اطلاعات طیفی و تصویری بهره می برد [۴]. اما یکی از روشهای بسیار پر کاربرد در استخراج ساختمان مدل های مارگون هستند که اولین بار توسط Kass مطرح شدند [۵]. مدل های مارگون از جمله الگوریتمهای کارآمدی هستند که در یافتن محدوده عوارض موجود در تصویر مورد استفاده قرار می گیرند. با استفاده از این مدل هر دو مرحله ی قطعه بندی و طبقه بندی بصورت

همزمان انجام شده و تنها محدوده های مربوط به عوارض مورد نظر از تصویر استخراج می شوند. مدل مارگون یک الگوریتم کمینه کردن انرژی است که با استفاده از اطلاعات موجود در تصویر، منحنی اولیه تعریف شده در فضای تصویر را به سمت لبه عارضه هدایت می کند. پس از تعریف مدل اولیه مارگون توسط Kass [۵]. تلاش های بسیاری برای بهبود این مدل صورت گرفته و مدل های مختلفی تعریف شده است؛ به عنوان نمونه در سال ۲۰۰۹ Karantzas and Paragios به کمک منحنیهای فعال با استفاده از اشکال خاص در تصاویر هوایی، ساختمانها را شناسایی نمودند [۶]. همچنین احمدی و سایر همکاران در سال ۲۰۱۰ با ارائه مدلی ابتکاری بر پایه منحنیهای فعال ناحیه مینا اقدام به استخراج محدوده ساختمان ها بر روی تصاویر هوایی نمودند [۷]. کابلی زاده و سایرین نیز در سال ۲۰۱۰ با استفاده از داده های لیدار و تصاویر هوایی دقت مدل Snake-GVF را بهبود بخشیدند [۹ و ۱۰].

توسعه مدل های مختلف باعث ایجاد دسته بندی جدیدی شده و تمامی این مدل ها تحت عنوان منحنی های فعال شناخته می شوند. مدل های منحنی فعال از دیدگاه مدل سازی و پیاده سازی به دو صورت کلی تعریف می شود: مدل های غیر پارامتریک یا هندسی و پارامتریک. مدل پارامتریک یا صریح یک مدل کلاسیک بوده که نخستین بار توسط Kass مطرح شده است. در این مدل منحنی بصورت صریح با استفاده از نقاط تعریف می شود. در مدل هندسی یا ضمنی نیز که توسط Caselles [۸] مورد استفاده قرار گرفته است، منحنی بصورت ضمنی و با قرار دادن منحنی در یک تابع با بعد بالاتر و استفاده از این تابع جدید به جای منحنی اولیه تعریف می شود. از نظر تعریف تابع انرژی تصویر نیز، می توان این مدل را به دو بخش لبه مینا^۱ و ناحیه مینا^۲ تقسیم بندی کرد. در مدل های لبه مینا، هدایت منحنی بر اساس اطلاعات گرادینان تصویر صورت می گیرد. در تصاویری که دارای اطلاعات گرادینان ضعیف بوده و یا به دلایلی این اطلاعات برای هدایت صحیح منحنی کافی نباشد، از مدل های ناحیه مینا استفاده می شود [۱۰].

در این مقاله روشی جهت استخراج نیمه اتوماتیک ساختمانها از تصاویر رقومی با قدرت تفکیک مکانی بالا ارائه شده که این روش با بهره گیری از یک مدل مارگون لبه مینا همگانه که در ادامه تشریح می گردد اقدام به این عمل می نماید.

۱ Edge based

۲ Region based

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مشخصات داده‌های مورد استفاده

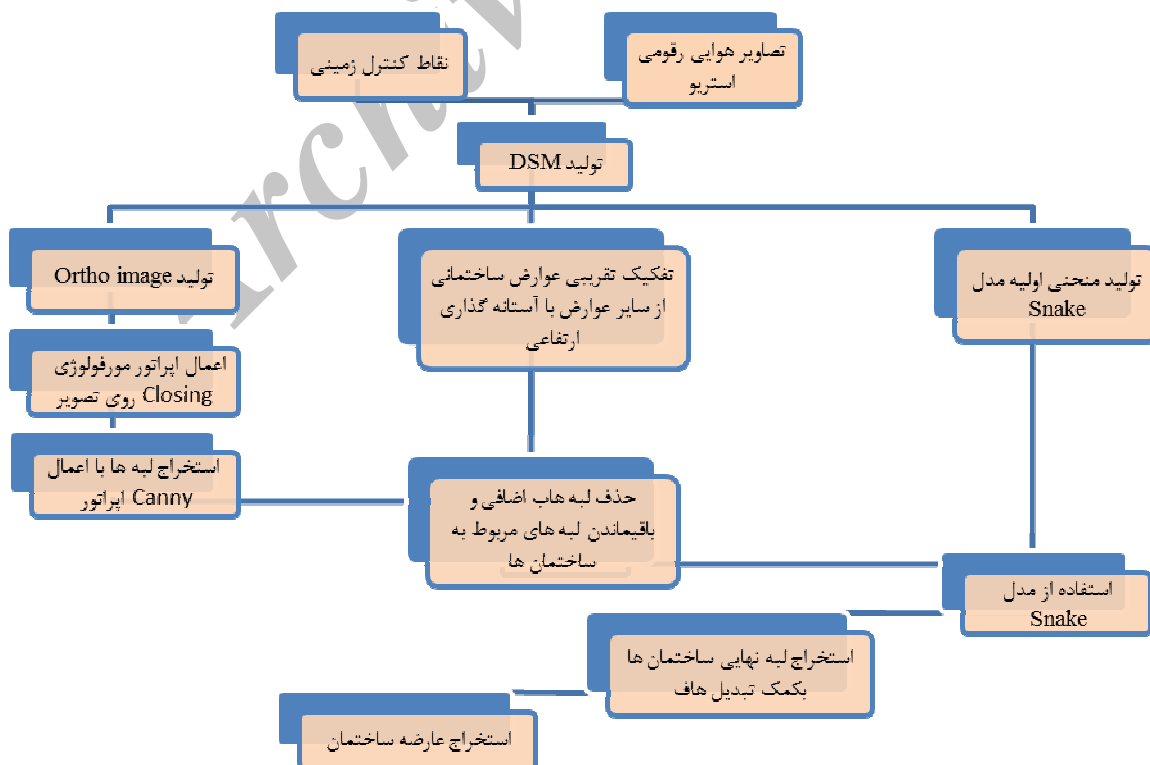
تصاویر هوایی مورد استفاده در این پژوهش مربوط به دوربین Ultra Cam D اخذ شده توسط سازمان جغرافیایی کشور بود که ابعاد آشکار سازهای آن ۹ میکرون و مقیاس تصویر برداری آن ۱:۸۰۰۰ می‌باشد. لذا استفاده از این تصاویر با توجه به قدرت تفکیک مکانی بالای آن، بسیار مناسب است. این تصاویر متعلق به منطقه شهران در شمال غرب شهر تهران می‌باشد.

در ابتدا به منظور تولید DSM منطقه و ایجاد مدل OrthoImage نهایی اقدام به جمع‌آوری و ایجاد نقاط کنترل مورد نیاز تصاویر (از یک زوج تصویر استفاده شده) گردید. لذا به کمک استقرار گیرنده‌های GPS بر روی نقاط مشخص شده در منطقه و دریافت اطلاعات مربوط به GPS مستقر در ایستگاه سازمان نقشه برداری به طور همزمان، کلیه نقاط مختصات دار گردید. سپس با بهره‌گیری از نرم افزار ERDAS، DSM (شکل ۱-الف) و OrthoImage (شکل ۱-ب) تولید شد. میزان خطای مسطحاتی بدست آمده در این فرآیند ۰,۲۲۴۴ متر بود که در جدول (۱) ارائه شده است.

۲-۲- روش تحقیق

روش پیشنهادی نوین در این تحقیق با عنوان Snake-Line یک روش مبتنی بر مدل مارگون می‌باشد. اساساً این روش هم مانند تمام روش‌های دیگر مرتبط با مدل‌های منحنی فعال، از یک منحنی بسته اولیه برای استخراج عوارض استفاده می‌نماید و بعد با fit کردن آن منحنی بر روی لبه‌های عارضه آن را استخراج می‌نماید. در این روش با در نظر گرفتن هر نقطه روی منحنی اولیه مارگون و مرکز ثقل منحنی اولیه می‌توان یک معادله خط در نظر گرفت، سپس با بررسی خط فرضی فوق‌الذکر برای هر نقطه روی منحنی می‌توان بررسی کرد که اگر این خط در مسیر خود پیکسل لبه ساختمان را قطع می‌کند، آن نقطه به محل آن پیکسل منتقل شود. نمودار (۱) مراحل اجرای الگوریتم پیاده سازی شده در این روش را نمایش می‌دهد.

به منظور پیاده‌سازی الگوریتم، نیاز به تولید منحنی اولیه مارگون می‌باشد. شایان ذکر است با توجه به شیب عمومی منطقه و تغییرات ارتفاعی زیاد می‌بایست فرایند استخراج منحنی‌های اولیه به صورت منطقه‌ای و ناحیه‌ای باشد. لذا برای این منظور از DSM منطقه استفاده کرده و همانگونه که در ادامه تشریح می‌گردد این منحنی‌های اولیه تولید شده است.



نمودار ۱- فلوجارت روش پیشنهادی

جدول ۱- میزان خطای نقاط کنترل و چک در تولید مدل

	RMSE X (m)	RMSE Y (m)	RMSE Z (m)
Control Point(6 points)	0.0934	0.1265	0.2362
Check Point(2 points)	0.0461	0.0737	0.4420



ج

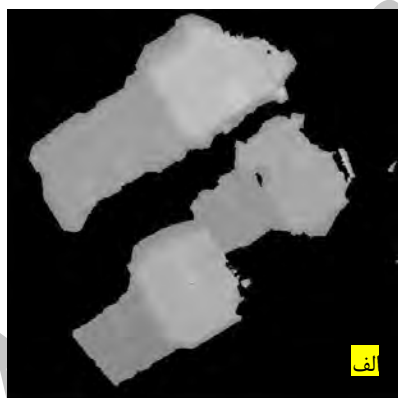


ب



الف

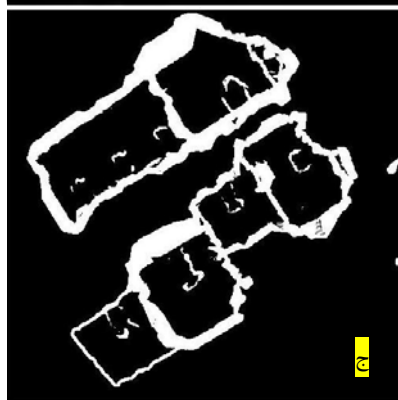
شکل (۱- الف) DSM تولید شده از تصاویر - (ب) قسمتی از Ortho Image منطقه - (ج) نمایش چینش نقاط کنترل و چک بر روی یکی از تصاویر مورد استفاده



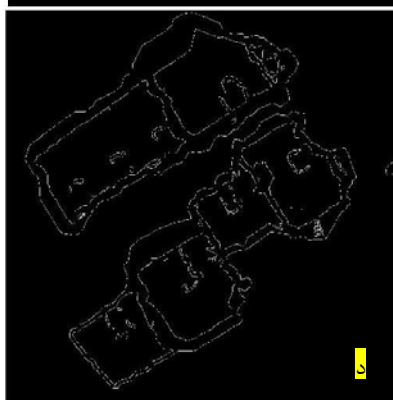
الف



ب



ج



د

شکل ۲- الف) نمونه DSM ایجاد شده - (ب) تصویر حاصل از تفریق دو تصویر ایجاد شده از اپراتورها مورفولوژی (ج) آشکار سازی خطوط باقیمانده در مرحله قبل - (د) تصویر حاصل از اعمال اپراتور استخراج لبه Canny

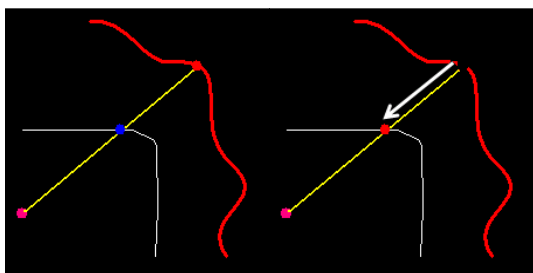
ترتیب برای هر منحنی اولیه، دو لایه لبه داریم زیرا یک لبه از بیرون و یک لبه از داخل را به دست آورده‌ای (شکل ۳-ج). در مرحله بعدی به منظور حذف یکی از اینلایه‌ها ابتدا پیکسل‌های لبه را دسته‌بندی کرده و مرکز ثقل هر منحنی محاسبه گردیده و بین هر دو منحنی که مرکز ثقل نزدیک به هم دارند، یکی که طول بیشتری دارد حذف می‌گردد و منحنی باقیمانده به عنوان منحنی اولیه انتخاب می‌گردد (شکل ۳-د). در مرحله بعد منحنی‌های اولیه به دست آمده را باید در محل اصلی لبه‌های ساختمانها قرار داد تا شکل ساختمان‌ها بدست آمده و آنها استخراج گردند. بدین منظور نیاز به اعمال اپراتور استخراج لبه بر روی تصویر اصلی جهت شناسایی محدوده ساختان‌ها می‌باشد. قبل از این عمل به بدلیل قدرت تفکیک مکانی بالای این تصویر و حضور جزئیات زیاد، به منظور کاهش عوارض اضافه و غیرضروری ابتدا اپراتور مورفولوژی Closing بر روی تصویر اعمال گردیده، سپس بر روی تصویر حاصل، اپراتور Canny را اعمال و لبه‌ها استخراج می‌شوند (شکل ۴). با این حال کماکان در میان لبه‌های استخراج شده، هنوز لبه‌های اضافی وجود دارد که با قرار دادن یک حد آستانه طولی ۸۲ پیکسلی، لبه‌های کوچک و اضافه حذف می‌گردد.

در ادامه ابتدا برای هر منحنی اولیه به کمک مرکز ثقل آن و هر پیکسل روی لبه آن منحنی، معادله خطوط مربوط به هر پیکسل تعریف شده و شیب و عرض از مبدأ آنها نیز تعریف گردید. سپس با جستجو در تصویر مربوط به لبه‌های استخراج شده، برای هر پیکسل مربوط به منحنی اولیه و با توجه به معادله خط مربوط به آن، پیکسل لبه‌ای که در معادله خط صدق می‌کند را شناسایی نموده و پیکسل مربوط به منحنی اولیه به آن نقطه لبه منتقل می‌گردد (شکل ۵).

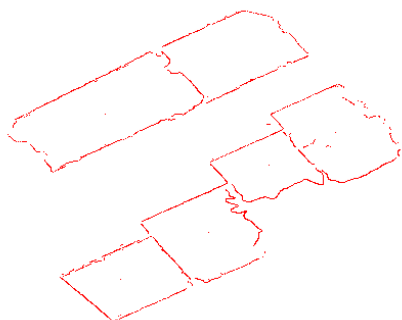
این عمل برای تمام نقاط مربوط به تمام منحنی‌ها انجام می‌شود. نکته قابل توجه این است که این روش وابستگی زیادی به لبه‌های اولیه استخراج شده از تصویر دارد، لذا در مواردی که پس از اعمال اپراتور مورفولوژی Closing برخی لبه‌ها حذف گردیده است، این روش در محل آن لبه جوابگو نبوده و منحنی اولیه تغییر نمی‌کند. تصویر لبه‌های به دست آمده تا این مرحله مناسب است ولی مقداری شکستگی و گسستگی دارد که باید به صورت یکپارچه و خطوط مستقیم در بیاید (شکل ۶).

ابتدا به کمک یک آستانه‌گذاری ارتفاعی بر روی مقادیر GV مربوط به نمایش DSM برابر با عدد ۱۳۵ که با توجه به ارتفاع ساختمان‌های منطقه محاسبه شده است، اقدام به حذف عوارض اضافه نموده و فقط DSM مربوط به عوارض ساختمان باقی می‌ماند (شکل ۲-الف). در ادامه به دلیل اینکه نیاز به داشتن یک منحنی بسته در اطراف عوارض ساختمانی وجود دارد باید روندی دنبال گردد تا از تصویر DSM برای هر ساختمان یک منحنی اولیه استخراج گردد. لذا با بهره‌گیری از دو اپراتور مورفولوژی erosion و dilation و اعمال آنها بر روی DSM باقیمانده، و سپس تفریق دو تصویر حاصل از آنها، تصویری حاصل می‌گردد که دربردارنده مرزهای بین ساختمانها می‌باشد (شکل ۲-ب). آنگاه به منظور بارز سازی کلیه خطوط منحنی‌ها حد آستانه مناسبی اعمال می‌گردد (شکل ۲-ج). پس از آن بر روی تصویر بدست آمده با اعمال اپراتور استخراج لبه Canny، لبه‌های مناسب استخراج گردیده است. همانگونه که در (شکل ۲-د) مشخص است برای هر ساختمان دو لبه مشخص گردیده که هدف این است منحنی بیرونی به منظور استخراج هر ساختمان حذف گردد و فقط یک منحنی درونی باقی بماند. لذا مجدداً بر روی تصویر به دست آمده اپراتور dilation اعمال شده، و سپس مجدداً لبه‌های بیرونی به-کمک اپراتور لبه Canny استخراج شدند (شکل ۳-الف).

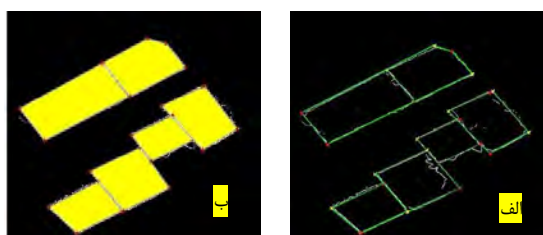
با مقایسه دو تصویر نمایش داده شده در اشکال ۲-د و ۳-الف و تفریق تصویر ۳-الف از ۲-د، منحنی بیرونی مربوط به بلوک‌های ساختمانی حذف می‌شود و فقط منحنی‌های درونی که مربوط به هر ساختمان است باقی می‌ماند البته کماکان این پیکسل‌های لبه باقیمانده، گسسته هستند و نیاز می‌باشد که پیکسل‌های مربوط به هر ساختمان به صورت پیوسته در آیند. لذا با پیوسته ساختن خطوط و اعمال حد آستانه طولی برابر ۴۰۰ پیکسل، خطوط و منحنی‌های با طول کمتر از این حد آستانه را حذف کرده و فقط منحنی‌های اصلی با طول بالاتر از ۴۰۰ پیکسل را نگه می‌داریم. با این عمل منحنی‌های با طول کوتاه و اضافه را حذف کرده و فقط منحنی‌های لازم باقی خواهند ماند (شکل ۳-ب). در ادامه بر روی تصویری که در بردارنده منحنی‌های باقیمانده است اپراتور مورفولوژی dilation را اعمال نموده و سپس بر روی این تصویر اپراتور Canny را اعمال می‌نماییم بدین



شکل ۵- شمای کلی روش بکار گرفته شده (نقطه صورتی رنگ مرکز ثقل منحنی اولیه-منحنی قرمز منحنی اولیه- منحنی سفید مربوط به لبه های استخراج شده می باشد).



شکل ۶ - محدوده تقریبی ساختمان ها با استفاده از مدل بکار رفته برآورد گردیده است.

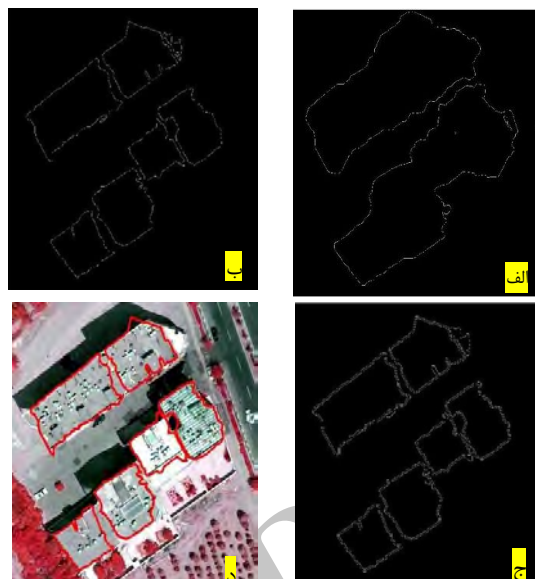


شکل ۷- الف) استخراج نهایی لبه ها بکمک تبدیل هاف و امتداد خطوط تا محل تقاطع - ب) استخراج پلی گون ساختمان ها

۳- ارزیابی نتایج

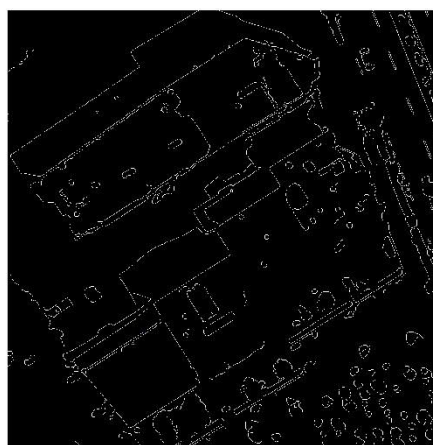
۱-۳- ارزیابی دقت

در ادامه بمنظور بررسی دقت و صحت عملیات، به مقایسه پیکسلهای علامت گذاری شده تصویر می پردازیم و ماتریس ابهام را تشکیل می دهیم. یعنی با تولید نقشه ای از ساختمانها بصورت ترسیم دستی در محیط کد و مقایسه مساحت پیکسل های نقشه ترسیمی و ساختمانهای استخراج شده از تصویر، و نمایش ماتریس ابهام به شکل : ۱- مناطقی که در نقشه ساختمان هستند و در تصویر هم ساختمان نشان داده شده اند (TP)، ۲- در نقشه ساختمان نیستند و در تصویر هم ساختمان نیستند (TN)، ۳- در نقشه ساختمان هستند و در تصویر مشخص



شکل ۳- الف) لبه های استخراج شده بر روی تصویر متاثر از اپراتور مورفولوژی- ب) تصویر حاصل از حذف منحنی های کوتاه ج) استخراج مجدد لبه ها - د) نمایش منحنی های نهایی بر روی تصویر

لذا به منظور داشتن لبه های صاف و منظم برای هر ساختمان، در این مرحله عملگر تبدیل هاف^۱ را بر روی تصویر لبه‌های بدست آمده اعمال می نماییم. نتیجه حاصل خطوط منظمی هستند که هرکدام بیانگر یکبار لبه ها می باشند. ولی این خطوط بصورت گسسته از هم هستند لذا باید بمنظور استخراج ساختمان با آنها تشکیل یک پلی گون داد. لذا با یافتن تقاطع بین خطوط ترسیمی و امتداد دادن آنها مجدداً ساختمانها تولید می گردند (شکل ۷- الف و ۷- ب). همانگونه که در (شکل ۷- ب) مشاهده می شود ساختمان های مورد نظر استخراج گردیده است و هرکدام بطور جداگانه قابل تشخیص هستند.



شکل ۴- لبه های استخراج شده از تصویر ارتو متاثر از اپراتور مورفولوژی Closing

^۱ Hough transform

$$\text{Branching Factor} = \left(\frac{FP}{TP} \right) \quad (۴)$$

$$\text{Miss Factor} = \left(\frac{FN}{TP} \right) \quad (۵)$$

$$\text{Omission} = \left(\frac{FN}{TP + FN} \right) \quad (۶)$$

$$\text{Comission} = \left(\frac{FP}{TP + FP} \right) \quad (۷)$$

نشده اند (FN)، ۴- در نقشه ساختمان نیستند و در تصویر ساختمان استخراج شده اند (FP).

جدول ۲- جدول راهنمای ماتریس ابهام

TP	FP
FN	TN

در این روش پارامترهای محاسبه شده عبارتند از:

114934.3	11194.5
18642.8	335631.8

جدول ۳- جدول پارامترهای برآورد دقت برای روش پیشنهادی

استخراج ساختمان	
Omissions	Commission
۰.۱۴	۰.۰۸۹

جدول ۴- ماتریس ابهام و جدول مقایسه محیط برای روش پیشنهادی استخراج ساختمان

شماره ساختمان	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	مجموع
محیط در تصویر	780.4	594.2	*-	532.3	608.6	449.6	589.2	3554.3
محیط در نقشه	790.7	596.3	222.3	548	595.8	452.4	575.6	3781.4
تفاضل	10.3	2.1	*-	15.7	-12.8	2.8	-13.6	4.5

* استخراج نشده است

جدول ۵- جدول پارامترهای برآورد دقت برای روش پیشنهادی استخراج ساختمان

Completeness	Correctness	Quality Percentage	Branching Factor	Miss Factor
86.043 %	91.124 %	79.39 %	0.097	0.162

آنها پدید می آید و پیکسل های منحنی اولیه را که در داخل میدان باشد به سمت خود می کشد [۹].

$$\varepsilon = \iint \mu \{ (c_x^2 + c_y^2 + d_x^2 + d_y^2) + |\nabla f|^2 |G - \nabla f|^2 \} dx dy$$

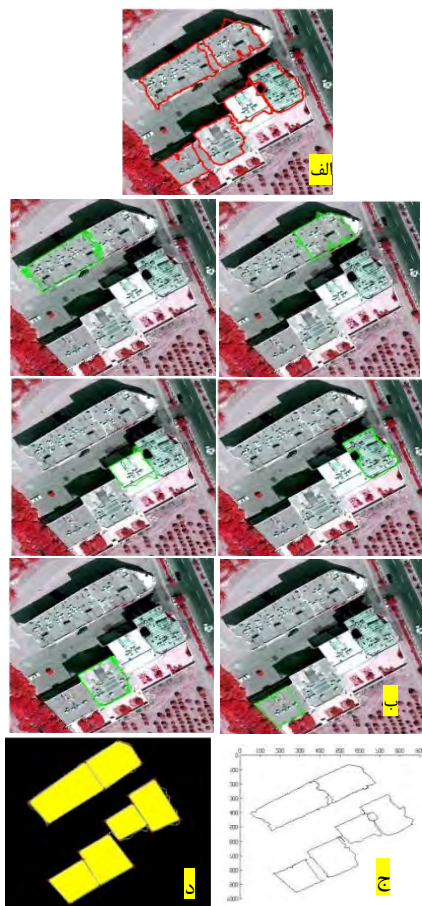
که در این معادله $f(x, y)$ نقشه لبه های تصویر است که بصورت $f(x, y) = |\nabla(G(x, y) * I(x, y))|$ یا $f(x, y) = |\nabla I(x, y)|$ در فضای تصویر درجات خاکستری تعریف می شود و c_x و c_y گرادیان تصویر و همچنین dx و dy نیز لاپلاسیان تصویر در جهت های x و y است. در شکل ۸-الف) میدان ایجاد شده توسط این تابع نمایش داده شده است.

در این روش با توجه به آستانه گذاری طولی جهت استخراج منحنی های اولیه Snake، فقط ۶ ساختمان از ۷ ساختمان موجود در تصویر استخراج گردیده است.

۳-۲- مقایسه نتایج با روش Snake — GVF

به منظور بیان کارایی روش ارائه شده، آن را با نتایج حاصل از روش دیگری مقایسه کردیم. بدین منظور از روش GVF که یک روش قدرتمند در زمینه استخراج عوارض می باشد بهره برده شد. تفاوت دو روش در شیوه فیت شدن منحنی اولیه بر لبه ساختمان ها است. در این روش، میدانی برداری از اطلاعات گرادیان لبه ها در اطراف

- ۱ Completeness
- ۲ Correctness
- ۳ Quality Percentage



شکل ۹- الف) منحنی های اولیه، ب) روند فیت شدن منحنی ها بر لبه ساختمان ها، ج) منحنی نهایی استخراج شده، د) استخراج اسکلت ساختمان ها به کمک تبدیل هاف

در نهایت برای این روش نیز پارامترها محاسبه شده و مقایسه گردیده است.

جدول ۶- ماتریس ابهام در روش GVF

۱۱۱۲۰۶,۶	۱۲۰۰۹,۱
۱۹۸۹۱	۴۱۳۸۴۱,۴

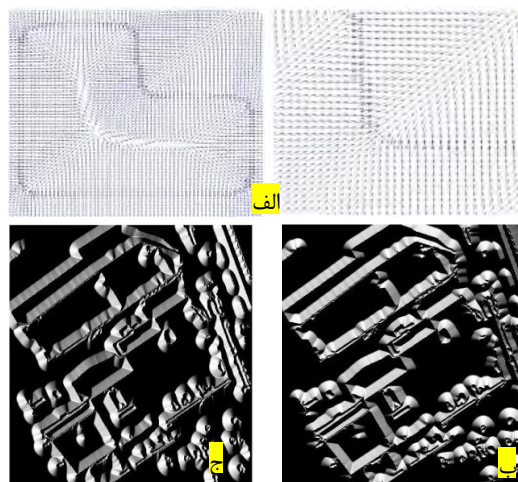
جدول ۷- جدول پارامترهای برآورد دقت در روش GVF

Completeness	Correctness	Quality Percentage
84.82 %	90.25 %	77.71 %

جدول ۸- جدول پارامترهای برآورد دقت در روش GVF

Omission	Commission
0.15	0.097

در این روش نیز با توجه به منحنی اولیه Snake فقط ۶ ساختمان از ۷ ساختمان استخراج گردیده است.



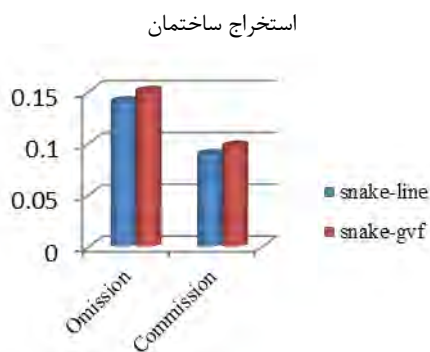
شکل ۸- الف) میدان بردار نیرو در مدل اولیه snake در مدل GVF
ب) میدان gvf در جهت x ج) میدان gvf در جهت y

بدین منظور بر روی تصویر حاصل از اعمال اپراتور استخراج لبه، بوسیله تابع گرادیانت، این میدان حول هر لبه در دو محور x و y ایجاد می شود. (شکل ۸-ب و ۸-ج). سپس با قرار دادن منحنی های اولیه در داخل این میدانها، منحنی شروع به تغییر می نماید و با انجام تکرار (در این الگوریتم ۱۰ تکرار) منحنی به سمت جایگاه اصلی خود حرکت می کند (شکل ۹-ب).

خروجی این روش نیز وابسته به لبه های اولیه استخراج شده است و در مکانهایی که لبه ها ضعیف است یا وجود ندارد منحنی در محل خود می ایستد و حرکت نمی کند. همچنین در مکانهایی که منحنی اولیه از میدان لبه فاصله زیادی دارد این میدان بر روی منحنی تأثیر نمی گذارد و بی تأثیر است. (شکل ۹-ج) در مرحله بعد خروجی بدست آمده از این روش را نیز می توان بکمک استفاده از تبدیل هاف بهبود بخشیده و خطوط مستقیم و پیوسته ای را تولید نمود. و سپس برای هر ساختمان یک چند ضلعی در نظر گرفت (شکل ۹-د).

۴- بحث و نتیجه گیری

همانگونه که مشاهده شد به منظور استخراج عوارض ساختمانی روش جدیدی مورد بررسی قرار گرفت که نتایج مربوط به آن در بالا مرور گردید. سپس به منظور مقایسه بهتر روش ارائه شده و برآورد نتایج حاصله از آن با روش GVF، از نمودارهای (۲ و ۳) کمک گرفته شده است.



نمودار ۳ - نمودار مقایسه میزان فاکتورهای Omission و Commission برای روشهای استخراج ساختمان

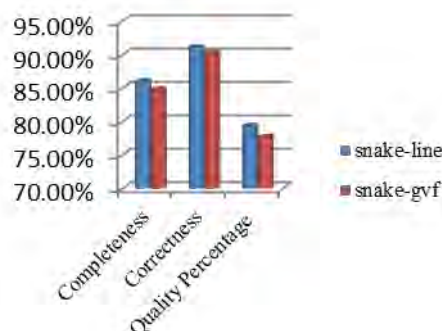
همانطور که در نمودار ۲ مشاهده می شود، روش نوین ارائه شده استخراج ساختمان نتایج بهتری را در خصوص فاکتورهای Completeness، Correctness و Quality-Percentage ارائه می نماید. همچنین با توجه به نمودار ۳ مقادیر برآورد شده برای پارامترهای Omission و Commission در خصوص روش اول از روش دوم کمتر می باشد. لذا با توجه به پارامترهای یاد شده، روش پیشنهادی نتایج بهتری در خصوص استخراج ساختمان را ارائه می نماید.

جدول ۹ - جدول مقایسه پارامترهای برآورد دقت

	snake-line	snake-gvf
Completeness	86.04%	84.82%
Correctness	91.12%	90.25%
Quality Percentage	79.39%	77.71%

جدول ۱۰ - جدول مقایسه پارامترهای برآورد دقت

	snake-line	snake-gvf
Omission	0.14	0.15
Commission	0.089	0.097



نمودار ۲ - نمودار مقایسه المانهای دقت و صحت روشهای

مراجع

- [1] Dash, J., Steinle, E., Singh, R.P., Bahr, H.P., 2004. Automatic building extraction from laser scanning data: an input tool for disaster management. *Advances in Space Research* 33, 317-322.
- [2] Halla, Brenner, N.C., 1999. Extraction of building and trees in urban environment. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing* 54, 130-137.
- [3] Zimmermann, P., 2000. A new framework for automatic building detection analyzing multiple cue data. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing XXXIII (Part B3)*.
- [4] Samadzadegan, F., Azizi, A., Hahn, M., Lucasa, T.C., 2005. Automatic 3D object recognition and reconstruction based on neuro-fuzzy modeling. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing* 59, 255-277.
- [5] Kass, M., Witkin, A., Terzopoulos, D., 1998. Snakes: active contour models, *International Journal of Computer Vision* 1, 321-331.

- [6] Karantzas, K., Paragios, N., 2009. Recognition-driven two dimensional competing priors toward automatic and accurate building detection. *IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing* 47 (1).
- [7] Ahmadi, S., Valadan Zoej, M.J., Ebadi, H., Abrishami Moghaddam, H., Mohammadzadeh, A., 2010. Automatic urban building boundary extraction from high resolution aerial images using an innovative model of active contours. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 12 (2010) 150–157.
- [8] Ceaseless, V., Kimmel, R., and Sapiro, G., 1997, Geodesic active contour, *IJCV*, vol. 22, no. 1, pp. 61–79.
- [9] Kabolizade, M., Ebadi, H., Ahmadi, S., 2010. An improved snake model for automatic extraction of buildings from urban aerial images and LiDAR data. *Computers, Environment and Urban Systems* (2010)

[۱۰] کابلی زاده، م.، ۱۳۸۷، طراحی و پیاده سازی سیستمی اتوماتیک برای استخراج عوارض ساختمانی از تصاویر با قدرت تفکیک بالا و داده های ارتفاعی مبتنی بر مدل بهبود یافته Snake، پایان نامه کارشناسی ارشد.

[۱۱] یزدان، ر.، ۱۳۸۸، بروز رسانی نیمه اتوماتیک نقشه های ۱:۲۰۰۰ بکمک تصاویر دوربین رقومی Ultra CamD، پایان نامه کارشناسی ارشد.

Archive of SID