

بکارگیری عامل‌های خودکار مبتنی بر الگوریتم کولونی مورچگان جهت به‌روزرسانی نقشه راه‌های شهری از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا

نیما زرین پنجه^{۱*}، فرهاد صمدزادگان^۲

^۱ دانشجوی دکتری فتوگرامتری - گروه مهندسی نقشه‌برداری - پردیس دانشکده‌های فنی - دانشگاه تهران
nzarrin@ut.ac.ir

^۲ استاد گروه مهندسی نقشه‌برداری - پردیس دانشکده‌های فنی - دانشگاه تهران
samadz@ut.ac.ir

(تاریخ دریافت فروردین ۱۳۹۲، تاریخ تصویب اردیبهشت ۱۳۹۲)

چکیده

راه یکی از مهمترین اجزای شریان‌های حیاتی ترابری است که نقش مهمی در زندگی ساکنان مناطق شهری ایفا می‌کند. با توسعه شهرها و گسترش شهرنشینی راه‌های شهری نیز به طور مداوم در حال گسترش و تغییر هستند. لذا در اختیار داشتن اطلاعات مکانی دقیق و به‌روز از راه‌های شهری در کلیه زمینه‌ها مرتبط با امور شهری لازم به نظر می‌رسد. در این تحقیق، با در نظر گرفتن قابلیت‌های عامل‌های خودکار و الگوریتم‌های بهینه‌سازی کولونی مورچگان روشی نوین در به‌روز رسانی نقشه‌های ۱:۲۰۰۰ راه‌های شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا ارائه شده است. در روش پیشنهادی پس از پیش پردازش اولیه، راه‌های موجود در نقشه قدیمی بررسی شده و سپس راه‌های جدید از تصاویر استخراج شده‌اند. در آخرین مرحله نتایج بدست آمده از دو مرحله قبل ادغام شده و نقشه به روز تهیه شده است. برای این منظور از مورعامل‌هایی که در نتیجه ادغام خصوصیات عامل‌های خودکار و الگوریتم‌های کولونی مورچگان ایجاد شده‌اند استفاده شده است. روش پیشنهادی در این تحقیق با استفاده از نقشه اولیه و تصاویر ماهواره‌ای پین‌شارپن از سنجنده GeoEye-1 از شهر تهران پیاده سازی شده و مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج مطابق طراحی استخراج شده‌اند. با مقایسه نقشه اولیه و به‌روز شده با نقشه مرجع و محاسبه متریک‌های ارزیابی راه نظیر صحت، تمامیت و کیفیت قابلیت این روش در به‌روز رسانی نقشه راه‌ها قابل تایید است.

واژگان کلیدی: به‌روز رسانی نقشه راه‌ها، تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا، عامل‌های خودکار، الگوریتم کولونی مورچگان.

* نویسنده رابط

۱- مقدمه

بر طبق ساده‌ترین تعاریف راه مسیری قابل تشخیص است که دو یا چند موقعیت مکانی را به یکدیگر متصل می‌کند. راه‌ها در مناطق شهری علاوه بر ابزار ارتباط موقعیت‌های مکانی جزئی از محیط زندگی افراد را تشکیل داده و به بزرگراه‌ها خیابان‌ها، کوچه‌ها دسته‌بندی می‌شود. به عبارت جامع‌تر راه‌ها جزئی از شریان‌های حیاتی ترابری بوده و به طور مستقیم بر زندگی مردم در مناطق شهری تاثیر گذار هستند. راه‌ها در مناطق شهری خصوصا در مناطق در حال توسعه و گسترش به طور مداوم در حال تغییر هستند. در این شرایط دسترسی به اطلاعات دقیق مکانی مرتبط با شبکه راه‌های شهری نیازمند به روز رسانی مداوم آنها به دلیل تغییر مداوم راه‌هاست. تهیه اطلاعات کامل، جامع و به‌روز از راه‌های شهری با استفاده از روش‌های مستقیم نظیر نقشه‌برداری زمینی بسیار زمان‌بر و پرهزینه و نیازمند صرف نیروی انسانی قابل توجهی خواهد بود. لذا داده‌های مکانی نظیر تصاویر هوایی و تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا به عنوان منابع مناسبی جهت تهیه اطلاعات به روز از راه‌ها و سایر عوارض شهری شناخته شده‌اند. از بدو ظهور تصاویر ماهواره‌ای و همچنین سایر سنجنده‌های سنجش از دوری، استخراج و شناسایی راه از این داده‌ها به یکی از مسائل داغ تحقیقاتی و علمی تبدیل شده است [۱، ۲]. با وجود ابداع و معرفی روش‌های متعدد در زمینه استخراج راه از داده‌های مکانی متنوع حل مساله استخراج راه با مشکلاتی متعددی روبه‌رو است. تا جایی که مساله استخراج راه در برخی شرایط هنوز به عنوان مساله‌ای حل نشده شناخته می‌شود.

یکی از راهکارهایی که در چند سال اخیر در زمینه استخراج راه مورد توجه قرار گرفته است استفاده از روش‌های محاسبات هوشمند و نوین است. روش‌های مطرح و شناخته شده در هوش مصنوعی و الگوریتم‌های تکاملی نظیر سیستم‌های استنتاج فازی^۱، الگوریتم‌های^۲ ژنتیک، شبکه‌های عصبی مصنوعی^۳ و الگوریتم‌های

خردجمعی^۴ نظیر الگوریتم‌های کولونی مورچگان^۵ برای ارائه راهکارهایی نوین و بهبود و بهینه‌سازی روش‌های قدیمی در شناسایی و استخراج راه از داده‌های مکانی در چند سال اخیر مورد توجه قرار گرفته‌اند.

در این تحقیق قابلیت‌ها الگوریتم‌های کولونی مورچگان و عامل‌های خودکار مبتنی بر خردجمعی جهت طراحی روشی نوین در به‌روز رسانی نقشه راه‌های شهری مورد استفاده قرار گرفته است.

۲- مروری بر الگوریتم‌های استخراج راه و به‌روز رسانی نقشه راه‌ها

استخراج راه فرایندی است که هدف از آن تعیین موقعیت راه‌ها به همراه سایر خصوصیات هندسی (طول، عرض و جهت) و توپولوژیک آنها با استفاده از سنجنده‌های هوابرد و ماهواره‌ای است. روش‌های متعدد و مختلفی جهت نیل به این هدف با استفاده از داده‌های بدست آمده از سنجنده‌های مختلف ارائه گردیده است با وجود تنوع و پراکندگی روش‌های ارائه شده در زمینه استخراج راه، این روش‌ها بر اساس داده‌های مکانی مورد استفاده و الگوریتم‌های بکار رفته جهت پردازش داده‌ها و دستیابی به اهداف مورد نظر قابل تقسیم‌بندی هستند.

داده‌های مکانی مورد استفاده برای استخراج راه به طور کلی به دو دسته داده‌های تصویری و داده‌های شیئی قابل تقسیم‌بندی است. داده‌های تصویری شامل تصاویر بصری ماهواره‌ای و هوایی با قدرت تفکیک‌های مکانی و طیفی مختلف می‌باشد. برای مثال در روش (Bacher et al., 2005) شناسایی راه با استفاده از تصاویر چندطیفی ماهواره آیکونوس^۶ انجام شده است [۳]. در این روش از توصیفگرهای طیفی برای انجام طبقه‌بندی نظارت‌شده استفاده شده و با بکارگیری اپراتورهای استخراج لبه‌ها در تصاویر، مکان‌های متعلق به گروه راه‌ها مورد شناسایی قرار گرفته‌اند. در تحقیقی دیگر، با بکارگیری تصاویر سیاه‌وسفید هوایی با قدرت تفکیک مکانی بسیار بالا، جهت استخراج راه اقدام شده است [۴]. در این روش با بهره‌گیری از اطلاعات بافتی

^۴ Swarm Intelligence

^۵ Ant Colony Optimization

^۶ Ikonos

^۱ Fuzzy Inference Systems

^۲ Genetic Algorithms

^۳ Artificial Neural Networks

روش‌ها در استخراج راه‌ها بوده است و در مقالات بسیاری از این روش در استخراج شبکه راه‌ها استفاده شده است [۱۰]. از طرف دیگر نظر به ماهیت خطی راه‌ها در تصاویر ماهواره‌ای، بکاربردن الگوریتم‌هایی جهت شناسایی خطوط نیز مورد بررسی قرار گرفته است. از تبدیل هاف برای تعیین خطوط و راه‌ها در تصویر ماهواره‌ای استفاده شده است [۵]. شبکه‌های عصبی مصنوعی نیز به عنوان یکی از قدرتمندترین ابزارها برای استخراج راه‌ها مطرح شده‌اند [۱۱]. همچنین روش‌های ارائه شده برای استخراج راه نیازمند طراحی فرایندی جهت ارزیابی نتایج بدست آمده در مقایسه با داده‌های مرجع است [۱۲].

مساله استخراج راه همواره با چالش‌هایی همراه بوده است. به عبارت دیگر بروز برخی موارد و مشکلات باعث گردیده که فرایند استخراج راه از داده‌های مکانی همواره با مشکلاتی روبه‌رو بوده و به صورت صددرصد کامل انجام نپذیرد. خصوصیات راه‌ها، خصوصیات سنجنده‌ها، کانتکست^۶ قرارگیری راه از جمله عوامل تاثیرگذار در نتایج بدست آمده از استخراج راه است. از سوی دیگر خصوصیات یک روش کامل کارآمد و بهینه را می‌توان در مواردی همچون کیفیت نتایج، استحکام قابلیت پیاده‌سازی و اعمال بر مسائل دنیای واقعی، بهینگی خودسامان بودن و عدم تمرکز نام برد. با در نظر گرفتن این چالش‌ها بکارگیری و خصوصیات الگوریتم‌های هوشمند روشی نوین جهت بهبود حل مساله پیشنهاد ارائه شده است.

۳- عامل‌های خودکار و الگوریتم‌های بهینه-

سازی کولونی مورچگان

۳-۱- عامل‌های خودکار

عامل‌های خودکار سیستم‌هایی محاسباتی هستند که در محیطی دینامیک و پیچیده قرار گرفته و دو فرایند حس کردن و عمل کردن را در محیط اجرا می‌نمایند تا به این وسیله، به هدفی که برای آن طراحی شده‌اند دست یابند [۱۳]. به عبارت دیگر عامل‌ها، واحدهای محاسباتی کوچکی هستند که امکان انجام فعالیت‌های خودکار

استخراج شده، تصویر به روش نظارت‌نشده، طبقه‌بندی شده است. سپس با در نظر گرفتن خصوصیات رادیومتریک و هندسی در قالب روش اسنیکز ریبون^۱ راه‌های موجود در تصویر استخراج شده است.

داده‌های شیئی، داده‌های تصویربرداری مستقیم مانند سار^۲ و لایدار^۳ و یا استفاده از نقشه‌ها، کروکی‌ها و سیستم‌های اطلاعات مکانی را شامل می‌شود. در تحقیقات بسیاری داده‌های شیئی جهت استخراج راه مورد بررسی قرار گرفته است. از ترکیب تصاویر ماهواره-ای و لایدار جهت استخراج راه‌ها در مناطق شهری با تراکم بالا استفاده شده است [۵]. اطلاعات ساختاری لایدار، در کنار منابع اطلاعاتی بافتی و طیفی تصاویر بصری در دستیابی به نتایج قابل قبول‌تر دارای اهمیت است. در تحقیق دیگر بکارگیری داده‌های شدت^۴ بدست آمده از سنجنده لایدار، جهت بهبود نتایج مورد توجه قرار گرفته است [۶]. با در نظر گرفتن روش طبقه‌بندی سلسله مراتبی و با بکارگیری مدل رقومی زمین تهیه شده از سطح منطقه، شبکه راه‌ها در مناطق خارج شهری استخراج شده است. همچنین، داده‌های سار نیز در برخی از تحقیقات برای استخراج راه‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است [۷]. از طرف دیگر در برخی از تحقیقات سیستم اطلاعات مکانی از شبکه راه‌های شهری، جهت تعیین میزان تغییرات ایجاد شده در شبکه راه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است [۸]. با بررسی موقعیت راه‌های موجود در سیستم اطلاعات مکانی، میزان تغییرات ایجاد شده با استفاده از روش اسنیکز انجام شده است.

تنوع در الگوریتم‌های ارائه شده برای استخراج راه از مهمترین خصوصیات تحقیقات انجام شده در این مبحث است. در این راستا روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده یکی از روش‌های پایه در استخراج راه‌ها به‌شمار می‌رود. برای مثال در تحقیقی برای استخراج راه پس از اعمال روش آنالیز اجزا محدود، با استفاده از روش بیشترین شباهت اقدام به انجام طبقه‌بندی در تصویر فرط‌طیفی^۵ شده است [۹]. مدل‌های اسنیکز نیز یکی از متداول‌ترین

^۱ Ribbon Snakes

^۲ SAR

^۳ LiDAR

^۴ Intensity

^۵ Hyper-spectral

^۶ Context

هدفمند را فراهم می‌آورند. عوامل در محیط خاصی تعریف می‌شوند. از آنجا که عواملی دیگر با خصوصیات مشابه یا متفاوت با یکدیگر در محیط قرار دارند، عوامل باید قابلیت ارتباط با یکدیگر را دارا باشند. هر عامل تأثیر خاصی بر محیط قرار گرفته در آن گذاشته و باعث ایجاد تغییرات در محیط می‌شود. از سوی دیگر هدف مهمترین نکته در نحوه فعالیت عوامل است. یک عامل برای انجام یک فعالیت خاص و برای رسیدن به نتایجی مشخص برای مدتی معین در محیط قرار گرفته و پس از دستیابی به هدف مورد نظر از بین رفته یا برای انجام هدفی دیگر گمارده می‌شود. عوامل کاملاً خودکار بوده و در ارتباط با محیط و دیگر عوامل کاملاً مستقل عمل می‌نمایند. تکامل تولید مثل انعطاف پذیری از دیگر خصوصیات عامل‌های خودکار است. با در نظر گرفتن کلیه خصوصیات عامل‌ها موارد ذیل به عنوان نکات کلیدی در بکارگیری عامل‌های جهت استخراج راه قابل بیان است.

i. عوامل همواره جزئی به عنوان موقعیت مکانی دارند. به دلیلی آنکه عوامل در محیط تعریف می‌شوند، موقعیت مکانی آنها در سیستم مختصاتی که در محیط تعریف می‌شود دارای اهمیت است. همچنین یکی از خصوصیات اصلی عامل‌ها حرکت در محیط است که لازمه آن تعریف موقعیت مکانی فعلی و اعمال بردار جابجایی برای رسیدن به موقعیت جدید است.

ii. عامل‌ها امکان درک کانتکست را دارا می‌باشند. از آنجا که عامل قابلیت درک موقعیت مکانی خود را دارد قابلیت درک کانتکست را نیز خواهد داشت. در حقیقت عامل می‌تواند با درک کانتکست پیرامون خود نسبت به فعالیت‌های خود تصمیم‌گیری نماید.

iii. به دلیل قابلیت حل تجمیعی مساله و امکان اعمال هسته‌های محاسباتی کوچکتر در قالب عامل‌های خودکار بر داده‌های حجیم قابل بررسی است.

۲-۳- خردجمعی و الگوریتم‌های کولونی مورچگان

یکی از انواع عامل‌های تعریف شده برای انجام محاسبات به صورت غیرمتمرکز عامل‌های خردجمعی است. مطابق تعریف عامل‌های خردجمعی یا هوش خردجمعی انجام

محاسبات پیچیده بر مبنای رفتار تجمیعی سیستم‌ها یا عامل‌های خودسامان و غیرمتمرکز است. این ایده از رفتار موجودات اجتماعی همچون مورچه‌ها و پرندگان اقتباس گردیده است، بطوریکه در نتیجه فعالیت جمعی مجموعه‌ای از موجودات با درصد هوشمندی بسیار پایین و بدون نظارت مرکزی فعالیت‌های بزرگ انجام می‌پذیرد. تعیین نزدیکترین مسیر بین منبع غذا و لانه در مورچه‌ها و همچنین حرکت پرندگان در دسته‌های بزرگ به صورت جمعی از مثال‌های قابل ذکر در این راستا می‌باشد [۱۴].

در این بین الگوریتم‌های بهینه‌سازی کولونی مورچگان از در کاربردهای متعدد مورد توجه محققان قرار داشته است [۱۵]. در این روش با در نظر گرفتن عامل‌هایی که رفتار مورچه‌ها را شبیه‌سازی می‌کنند امکان ارائه روش‌هایی محاسباتی جهت حل مسائل بهینه‌سازی فراهم آمده است.

تعیین کوتاهترین مسیر بین دو نقطه بر روی یک شبکه قابل مدل‌سازی برپایه تئوری گراف‌ها یکی از کاربردهای مهم الگوریتم‌های کولونی مورچگان است. برای حل این مساله ابتدا تعداد k مورچه بر روی نقطه مبدا قرار گرفته و به سمت گره مقصد حرکت می‌کنند. در اینجا حرکت به معنی انتقال مورچه از گرهی به گره دیگر است. انتقال مورچه‌ها به صورت تصادفی و با در نظر گرفتن تابع احتمال انتقال مطابق با رابطه ۱ انجام می‌شود.

$$P_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{\tau_{ij}^\alpha(t)}{\sum_{j \in N_i^k} \tau_{ij}^\alpha(t)} & \text{if } j \in N_i^k \\ 0 & \text{if } j \notin N_i^k \end{cases} \quad (1)$$

که در آن P_{ij}^k احتمال انتخاب اتصال ij است و N_i^k مجموعه اتصالات متصل به گره i می‌باشد. τ_{ij} مقدار فرومون موجود بر روی اتصال ij است.

پس از آنکه هر k مورچه به نقطه مقصد رسیدند فرایند به‌روز رسانی و تبخیر فرومون بر روی اتصالات اعمال می‌گردد.

فرایند به‌روز رسانی فرومون‌ها در الگوریتم بهینه‌سازی کولونی مورچگان برای تقویت مقدار فرومون و افزایش احتمال انتخاب مسیرهایی است که نسبت به سایر

این بین مساله TSP^1 و به صورت پیچیده تر آن مساله VRP^2 از مهمترین کاربردهای ACO بوده است. اولین راه حل های مساله TSP مطرح گردید [۱۶]. در همین راستا روشی به نام ACO موازی برای حل مساله TSP نیز معرفی شده است [۱۶]. از سایر کاربردهای ACO می توان به زمان بندی [۱۷] مساله ترتیب متوالی [۱۸]، مساله پوشش مجموعه ها [۱۹]، کوتاهترین فوق دنباله مشترک [۲۰] و کاوش متون [۲۱] اشاره نمود.

روش ACO مدلی برای حل غیر متمرکز مسائل ارائه می دهد. با توجه به آنکه ارائه روش هایی کامل و جامع برای استخراج راه ها همواره نیازمند طراحی هسته های محاسباتی بزرگ بوده است، استفاده از روش ACO به عنوان یک روش کاملاً غیرمتمرکز و بدون نیاز به نظارت سلسله مراتبی قابل طرح است. همچنین قابلیت مدل سازی شبکه راه ها در قالب گراف ها این امکان را فراهم آورده است که مدل سازی مسائل مرتبط با راه ها از طریق ACO با تطبیق بهتری انجام گیرد. به عبارت دیگر مدل سازی فرایندهایی که به صورت ذاتی امکان تعریف مساله به صورت گراف را با سادگی بیشتر فراهم می آوردند در قالب ACO قابل طرح است. از آنجا که Ant همچون عامل ها در محل گره ها و لبه ها قرار می گیرد ارائه مفاهیم کانتکست برای بهبود فرایند استخراج عامل ها به سهولت بیشتر قابل انجام است.

۴- روش پیشنهادی برای به روز رسانی نقشه راه ها

چارچوب کلی روش پیشنهادی همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، با فرایند پیش پردازش داده ها آغاز می شود. سپس فرایند به روز رسانی در دو مرحله بررسی راه های موجود در نقشه قدیمی و همچنین استخراج راه های جدید ادامه پیدا می کند. سپس نتایج حاصل از این دو مرحله در قالب مرحله گروه بندی به یکدیگر متصل شده و نقشه به روز شده نهایی تشکیل می شود. قابلیت های عامل های خودکار و الگوریتم های بهینه سازی کلونی مورچگان در مراحل مختلف مورد استفاده قرار گرفته است.

مسیرها کوتاه تر و یا به عبارت صحیح تر بهینه تر هستند اعمال می گردد. با توجه به طول هر مسیر مقدار فرومون اضافه شونده برای اتصالات موجود در آن اتصال محاسبه می گردد که متناسب با معکوس مقدار طول هر مسیر است. مقدار نهایی اضافه شدن فرومون با محاسبه مجموع مقدار به روز رسانی برای تمامی k مسیر با در نظر گرفتن رابطه ذیل محاسبه می گردد.

$$\tau_{ij}(t+1) = \tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}(t) \quad (2)$$

$$\Delta\tau_{ij}(t) = \sum_{k=1}^{n_k} \Delta\tau_{ij}^k(t) \quad (3)$$

برای جلوگیری از اشباع زودهنگام اتصالات از فرومون ها و همچنین برای جلوگیری از قرارگیری الگوریتم در لوپ های بسته، پیش از اعمال به روز رسانی، درصدی از فرومون موجود در هر اتصال کاهش می باشد. به این فرایند اصطلاحاً فرایند تبخیر فرومون اطلاق می شود. تبخیر فرومون اتصالات برای تمامی اتصالات انجام شده و فقط مختص اتصالات قرار گرفته در مسیرهای مورچه ها نمی شود. رابطه ذیل فرایند تبخیر فرومون را بیان می کند که در آن ρ بیان کننده درصد تبخیر فرومون است.

$$\tau_{ij}(t+1) \leftarrow (1-\rho)\tau_{ij}(t) \quad (4)$$

در تکرار بعد مشابه تکرار اول تعداد k مورچه بر روی نقطه مبدا قرار گرفته و به صورت تصادفی و با در نظر گرفتن قوانین انتقال بر روی اتصالات حرکت کرده تا به نقطه مقصد برسند. با این تفاوت که بدلیل تغییرات ایجاد شده در مقدار فرومون ها ناشی از تبخیر و به روز رسانی حرکت آنها کاملاً تصادفی نبوده و به سمت کوتاه ترین مسیر متمایل است.

معیارهای مختلفی برای پایان فرایند تکرار اعزام مورچه ها و تبخیر و به روز رسانی مطرح شده است. ساده ترین آنها انجام تکرار به تعداد مشخص است. معیار دیگر همگرایی تمامی یا درصدی از مورچه ها به مسیری مشخص است. با در نظر گرفتن هر یک از این معیارها الگوریتم به پایان رسیده و بهترین مسیر تعیین می گردد. استفاده از ACO در بسیاری از کاربردهایی که با مباحث بهینه سازی مرتبط است، بررسی شده است. در

¹ Traveling Salesman Problem

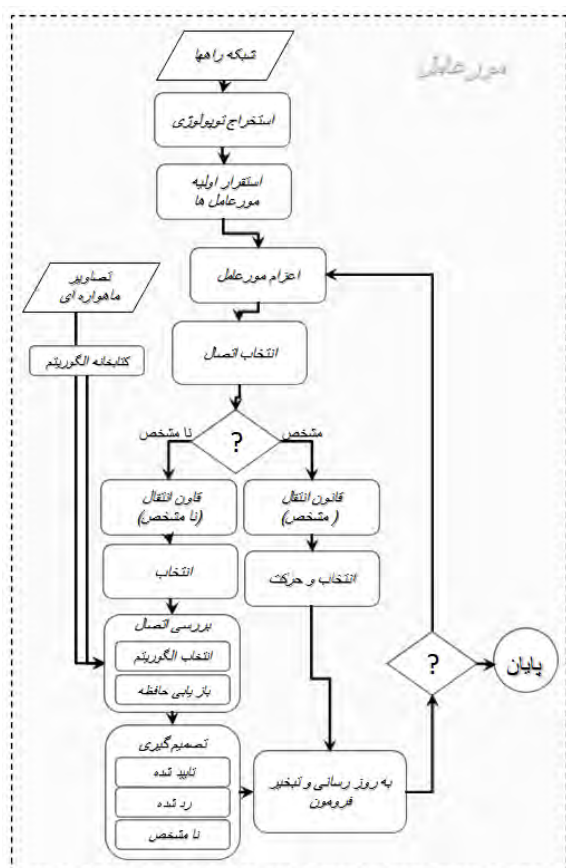
² Vehicle Routing Problem

۴-۱- عناصر محاسباتی

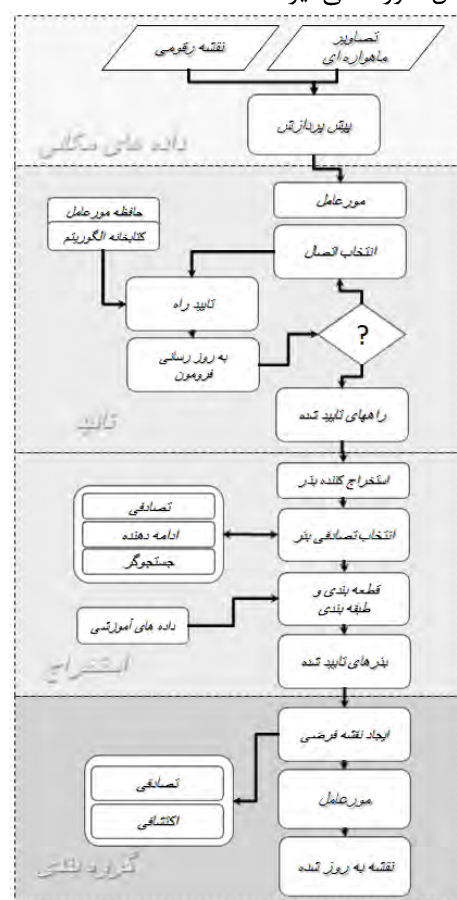
سه عنصر محاسباتی اصلی جهت اجرای پردازش‌ها و دستیابی به اهداف نهایی این تحقیق طراحی شده است. این سه عنصر عبارتند از ۱- مورعامل، ۲- استخراج‌کننده بذر و ۳- کتابخانه الگوریتم.

٤-١-١- مور عامل

مورعامل‌ها با ترکیب خصوصیات عامل‌های خودکار و تقلید از حرکت مورچه‌ها برای جستجوی غذا ابداع شده‌اند. مورعامل‌ها اصالتاً از جنس عامل‌های خودکار بوده و اکثر خصوصیات آنها را به ارث برده‌اند. اما قسمتی از خصوصیات فرایندهای بهینه سازی با استفاده از کلونی مورچگان به آنها اضافه شده است. در حقیقت آن دسته از پردازش‌ها که مرتبط با حرکت مورعامل‌ها بر روی شبکه راه‌های شهری و انتخاب قطعات راه برای بررسی است توسط بخش مورچه‌ای مورعامل انجام می‌گیرد. پردازش‌های مربوط به بررسی و تایید یا رد قطعات راه با استفاده از اطلاعات مکانی نیز توسط قسمت عامل یک مورعامل صورت می‌گیرد.



شکل ۲- فلوجارت فرایند پیشنهادی مورعاملها



شکل ۱- فلوجارت کلی، الگوریتم پیشنهادی

۴-۱-۲- کتابخانه الگوریتم

کتابخانه الگوریتم مجموعه کلیه الگوریتم‌هایی است که برای شناسایی قطعات راه قابل بکارگیری است. هر الگوریتمی که بتواند برای یک قطعه راه استخراج شده از داده‌های مکانی مقدار شباهت به راه محاسبه نماید در کتابخانه الگوریتم قابل در نظر گرفتن است. روش‌های طبقه بندی نظارت شده و نظارت نشده یکی از مهمترین انواع این الگوریتم‌ها است. با در نظر گرفتن روش‌های مختلف طبقه‌بندی، تعداد کلاس‌های متعدد و توصیفگرهای متنوع امکان ایجاد الگوریتم‌های متعدد و متفاوتی در قالب روش‌های طبقه‌بندی فراهم می‌آید. با بکارگیری هر یک از این الگوریتم‌ها امکان محاسبه میزان شباهت هر قطعه به راه قابل محاسبه است. همچنین الگوریتم‌های موجود با در نظر گرفتن هر یک از حالات بالا دارای قابلیت تشخیص متفاوت و همچنین هزینه محاسباتی مربوط به خود خواهند بود. در جدول ۱ تعدادی از توصیفگرها ارائه شده است.

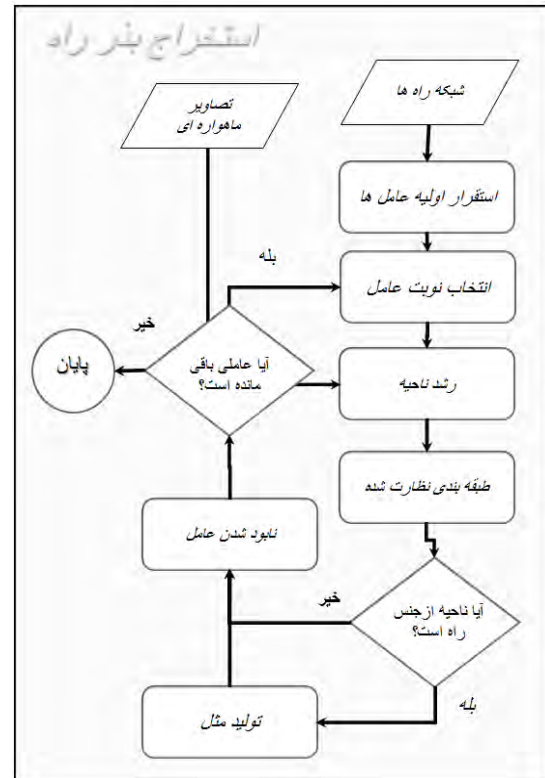
جدول ۱- توصیفگرهای مورد استفاده در کتابخانه الگوریتم.

توصیفگر	رابطه ریاضی
هوموژنیته	$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} / 1 + (i-j)^2$
کنتراست	$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} (i-j)^2$
عدم شباهت	$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} i-j $
انترپی	$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} (-\ln P_{i,j})$
ممان دوم زاویه ای	$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j}^2$
میانگین	$\mu = \sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} / N$
انحراف معیار	$\sigma = \sqrt{\sum_{i,j=0}^{N-1} (P_{i,j} - \mu_{i,j})^2 / N - 1}$
NSVDI	$\frac{\text{saturation} - \text{value}}{\text{saturation} + \text{value}}, V = \max(R, G, B)$
روشنایی	$ill = \sqrt{R^2 + G^2 + B^2}$
نسبت سبز بودن	$Gre = G - R / G + R$

۴-۱-۳- استخراج کننده بذر

تصور کنید کلیه راه‌های قابل بررسی در یک منطقه با استفاده از داده‌های مکانی موجود در دسترس باشد. در این صورت مساله استخراج راه‌های به مساله بررسی راه-های موجود در شبکه فرضی تراکم و با افزونگی بسیار بالا تبدیل می‌شود. برای ایجاد این شبکه فرضی عنصر استخراج کننده بذر برای تعیین نقاطی که ممکن قسمتی از یک قطعه راه باشد طراحی شده است. استخراج کننده بذر همانند روش‌های قطعه بندی تصویر به روش رشد دادن ناحیه عمل می‌کند. در حقیقت استخراج کننده‌های بذر عامل‌های خودکاری هستند که با در نظر گرفتن نقشه موجود و اطلاعات مکانی بدست آمده از تصاویر ماهواره‌ای در منطقه مورد نظر حرکت کرده و با شناسایی مناطقی که احتمال وجود راه در آن بیشتر است اقدام به طبقه‌بندی به روش رشد ناحیه کرده و سپس با استفاده از داده‌های یادگیری و با استفاده از روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده جهت تعیین راه یا غیر راه بودن ناحیه مورد نظر عمل می‌نماید. جهت ایجاد ارتباط متقابل بین عامل‌ها از روش‌های ارتباط غیر مستقیم استیگرمرجیک استفاده شده است.

مطابق با شکل ۳ ابتدا تعدادی عامل با در نظر گرفتن مناطقی که امکان حضور بذر راه در آنها وجود دارد قرار می‌گیرند. سپس به صورت تصادفی عامل‌ها فعال شده و در ناحیه مورد نظر اقدام به اعمال پردازش-های رشد ناحیه و طبقه‌بندی نظارت شده می‌نمایند. در این حالت تعلق ناحیه رشد داده شده به کلاس راه‌ها تعیین می‌گردد. در صورتیکه بذر مورد بررسی از جنس راه باشد مرکز ثقل ناحیه به عنوان نقطه بذر تایید شده و در اطراف موقعیت بذر اولیه عامل‌های جدید تولید می‌شود و عامل قرار گرفته در ناحیه از بین می‌رود. همچنین منطقه مورد نظر با در نظر گرفتن مقادیری که مشابه فرومون عمل می‌کنند از بررسی مجدد منطقه و تحمیل هزینه محاسباتی بیشتر جلوگیری می‌کنند. از طرف دیگر در صورتیکه ناحیه رشد داده شده به عنوان راه تایید نشود عامل نظیر از بین رفته و الگوریتم با فعال‌سازی عامل دیگری ادامه پیدا می‌کند. این فرایند آنقدر ادامه می‌یابد که در نهایت هیچ عاملی باقی نماند.



شکل ۳- فلوچارت فرایند استخراج بذر راه در تصویر ماهواره‌ای

۲-۴- پیش پردازش

هدف از پیش پردازش آماده‌سازی داده‌های مکانی برای استفاده در مراحل بعدی طراحی شده است. داده‌های مکانی مورد استفاده شامل تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا و همچنین نقشه راه‌های شهری در مقیاس ۱:۲۰۰۰ است. تصحیح خطای هندسی و هم‌مرجع‌سازی تصاویر با داده‌های برداری از مهمترین پردازش‌ها در این مرحله است. همچنین باید نقشه موجود با در نظر گرفتن قدرت تفکیک تصاویر موجود ساده‌سازی شده و گره‌ها و اتصالات اضافی که ممکن است باعث پیچیده شدن فرایند بررسی و تایید راه‌ها گردند حذف شوند.

۳-۴- تایید راه‌ها

فرایند تایید راه‌ها جهت بررسی وضعیت فعلی شبکه راه-های شهری با استفاده از داده‌های مکانی به روز طراحی شده است. در این فرایند با در نظر گرفتن خصوصیات مورعامل‌ها و همچنین الگوریتم‌های ارائه شده در کتابخانه الگوریتم نسبت به بررسی، تایید یا رد قطعات

راه موجود در نقشه اقدام می‌شود. فرایند کلی تایید راه‌ها با استفاده از مورعامل‌های به شرح ذیل است.

ابتدا مورعامل‌ها بر روی برخی از گره‌های انتخاب شده از شبکه راه‌های موجود قرار می‌گیرند و سپس با در نظر گرفتن اتصالات متصل به آن بر روی شبکه راه‌ها حرکت می‌کنند. با حرکت مورعامل و انتخاب اتصالاتی که نماینده یک قطعه راه هستند، قطعه مورد نظر از تصاویر ماهواره‌ای استخراج شده و با استفاده از ساده-ترین الگوریتم‌های موجود در کتابخانه مورد بررسی قرار می‌گیرند. مورعامل با فرایند ارتباط غیرمستقیم یا استیگمرجی با یکدیگر در ارتباط بوده و به گونه‌ای تنظیم شده اند تا در صورتیکه یک قطعه راه با استفاده از الگوریتم‌های ساده قابل تایید یا رد نبود در تکرارهای بعد در صورت عبور مورعامل از آن مسیر الگوریتم پیچیده-تری با قابلیت تایید یا رد بیشتر مورد استفاده قرار گیرد. به طور کلی فرایند حرکت مورعامل‌ها بر روی شبکه راه‌های شهری در دو فاز جداگانه صورت می‌گیرد. این دو فاز اصطلاحاً فاز اکتشاف و فاز ارزیابی نامیده می‌شوند. در فاز اکتشاف حرکت مورعامل‌ها تنها بر روی اتصال-هایی انجام می‌شود که در مراحل قبل با استفاده از مورعامل‌های تایید شده‌اند. در این فاز پس از انتخاب اتصال، عامل مورد نظر به گره مقصد منتقل شده و تنها مقدار فرومون بر روی اتصال به‌روز می‌شود. در فاز ارزیابی مورعامل‌ها مسیر حرکت را از بین اتصال‌هایی که هنوز تایید نشده اند انتخاب می‌کنند. پس از انتخاب یک اتصال در این فاز قطعه راه مورد نظر در تصویر ماهواره‌ای استخراج شده و سپس با در نظر گرفتن اطلاعاتی که مورعامل‌ها در تکرارهای قبل از وضعیت منطقه ارائه کرده‌اند مورد بررسی قرار داده و الگوریتم پیچیده‌تری نسبت به الگوریتم ماقبل در آخرین عبور یک مورعامل از آن اتصال اعمال می‌شود.

فرایند به‌روز رسانی فرومون‌ها نیز در این دو فاز کاملاً در دو فرایند مجزا و متفاوت اعمال می‌شود. در حقیقت در فاز اکتشاف هدف از به‌روز رسانی فرومون تقویت احتمال انتخاب راه‌های است که در تکرارهای گذشته بیشتر انتخاب شده‌اند به این دلیل که این قطعات به احتمال زیاد مکان‌های عبور و مرور اصلی بوده و به احتمال زیاد به قطعات راه بیشتری جهت بررسی متصل هستند. به این ترتیب مورعامل‌ها به صورت خود سامان

طراحی و بکار رفته است. فرایند تبخیر انتخابی در حالتیکه مورعامل برای دفعات متوالی تنها اتصال‌های تایید شده را انتخاب نماید به میزان مشخصی از مقدار فرومون آن اتصال‌ها می‌کاهد. به این ترتیب مورعامل‌ها به سایر مناطق بررسی نشده منتقل شده و از قرارگیری آنها در لوپ‌های بسته جلوگیری می‌شود. رابطه (۸) بیانگر نحوه اعمال تبخیر انتخابی به اتصال‌ها می‌باشد

$$\forall i, j \in x(t) \rightarrow \tau_{ij}(t+1) = (1-\rho) \tau_{ij}(t) \quad (8)$$

۴-۴- استخراج راه‌ها

فرایند استخراج راه‌ها با در نظر گرفتن نتایج بدست آمده از مرحله تایید راه‌ها و همچنین با در نظر گرفتن تصاویر ماهواره‌ای از منطقه مورد نظر نسبت به شناسایی مناطقی که به احتمال زیاد راه هستند اقدام می‌نماید. به عبارت دیگر با در اختیار داشتن نقشه تایید شده و تصاویر ماهواره‌ای به دنبال مناطقی که راه هستند جستجو می‌شود در حالیکه از استخراج مجدد راه‌های تایید شده اجتناب شده است. فرایند استخراج بذر راه‌ها در تصاویر ماهواره‌ای در قالب دو استراتژی تصادفی و اکتشافی انجام می‌گیرد. در حقیقت در حالت دوم به جای آنکه کل تصویر از نقطه نظر امکان وجود راه‌های جدید مورد بررسی قرار گیرد ابتدا در مناطقی که احتمال وجود قطعات جدید راه بیشتر است مورد بررسی قرار گرفته و سپس فرایند جستجو در صورت نیاز به سایر مناطق تسری داده شود.

فرایند طراحی شده ابتدا تعداد معینی از نقاط تصادفی در کل منطقه مورد بررسی را انتخاب نموده و برای بررسی آماده می‌نماید. همانطور که پیشتر نیز بدان اشاره شده فرایند بررسی شامل انجام قطعه‌بندی آن ناحیه با استفاده از روش قطعه بندی رشد بذر و انجام طبقه بندی با استفاده از داده‌های یادگیری تهیه شده از تصویر است. به این ترتیب کلیه نقاط تصادفی بررسی شده و آن دسته از بذرها که در کلاس راه طبقه‌بندی شده‌اند به مرحله بعد که انتخاب بذرهای اکتشافی است منتقل می‌شوند. به عبارت دیگر بذرهای تصادفی تایید شده و بذرهای اکتشافی به عنوان مکان‌های اولیه جستجو برای راه‌های جدید به استخراج کننده بذر معرفی می‌شوند. مکان‌هایی که احتمال وجود راه‌های

به سمت انتخاب قطعاتی از شبکه متمایل می‌شوند که احتمال راه بودن آن به دلیل اتصال به قطعات راه تایید شده و اصلی زیاد است. فرایند به‌روز رسانی در این حالت با استفاده از رابطه ذیل انجام می‌شود.

$$\tau_{ij}(t+1) = \tau_{ij}(t) + \frac{c}{t} \quad (5)$$

در این رابطه τ_{ij} مقدار فرومون بر روی اتصال ij بوده و t تعداد دفعاتی است که مورعامل از اتصال مورد نظر عبور کرده است. c یک مقدار ثابت است. این رابطه به گونه‌ای طراحی شده که با افزایش دفعات تکرارهایی که یک اتصال انتخاب می‌شود نرخ افزایش فرومون کاهش می‌یابد. مقدار اولیه فرومون نیز از رابطه ذیل بدست می‌آید.

$$\tau_{ij}(t) = c.Q \quad (6)$$

که در آن Q مقداری شباهت راه بودن بدست آمده در تکراری است که راه بودن اتصال تایید شده است. و c یک ضریب ثابت است. به روز رسانی فرومون در فاز ارزیابی با هدف متفاوتی نسبت به فاز اکتشاف انجام می‌گیرد. در این حالت سعی بر آن است که مورعامل قطعه راهی را که به احتمال بسیار زیاد مورد تایید قرار می‌گیرد انتخاب نمایند. هر قدر تایید یک قطعه را در تکرارهای کمتر و زودتر از سایر اتصال‌ها انجام شود، به دلیل قرار گرفتن در مجموعه اتصال‌های فاز اکتشاف باعث انتقال سریع‌تر مورعامل در کل شبکه می‌شوند. لذا در این مرحله به‌روز رسانی فرومون‌ها با در نظر گرفتن مقدار بدست آمده از الگوریتم‌ها در تکرارهای مختلف انجام می‌شود. رابطه (۷) جهت به‌روز رسانی فرومون‌ها در این فاز طراحی شده است.

$$\tau_{ij}(t+1) = \frac{(t.\tau_{ij}(t) + V)}{t+1} \quad (7)$$

در این رابطه τ_{ij} مقدار فرومون بر روی اتصال ij بوده و t تعداد دفعاتی است که مورعامل از اتصال مورد نظر عبور کرده است. V مقدار بدست آمده از آخرین بررسی انجام شده با استفاده از الگوریتم انتخاب شده است. برای جلوگیری از گیر افتادن مورعامل‌ها در لوپ‌های بسته از اتصال‌های تایید شده، فرایند تبخیر انتخابی

جدید در آن زیاد است شامل امتداد راهها اطراف گره- های دارای ۳ اتصال (سه راهی) و در مناطق با تراکم کم قطعات تایید شده راه (در مناطق شهری) است.

پس از آنکه کلیه بذرهای راه در تصویر با استفاده از استخراج کننده های بذر فراهم آمد، اتصالات بین مراکز این نقاط و شبکه راه های تایید شده از مرحله قبل ایجاد می شود. از آنجا که قطعات راه موجود در مناطق شهری به یکدیگر متصل بوده و یک شبکه از راهها را ایجاد می نمایند، لذا ایجاد اتصال بین بذرهای راه و شبکه موجود به ایجاد اتصالاتی که می توانند یک قطعه راه در شبکه راه های جدید باشند خواهد انجامید. برای ایجاد ارتباط شبکه راه های موجود به قطعات کوچکتر با ابعاد ۱۰ تا ۱۵ متر تقسیم شده تا اتصالات بین این دو سر قطعات و شبکه بذر قابل ایجاد باشد. فاصله بین نقاط و همچنین هم جهت بودن قطعات فرضی بدست آمده با اکثر قطعات راه های شهری در ایجاد این اتصالات تاثیرگذار است. باید در نظر داشت که شبکه فرضی بدست آمده به دلیل تعدد قطعات غیر واقعی و تعداد زیاد بذرها از تراکم بالایی برخوردار بوده و لذا بکارگیری از مورعامل ها جهت بررسی این شبکه قابل توجیه است.

موارد اشتباه فراهم می آید. در نتیجه اعمال این فیلتر کیفیت نتایج به روز رسانی ارتقا می یابد.

۴-۶- بررسی نتایج

پس از استخراج نتایج در مرحله گروه بندی و تهیه نقشه به روز شده با استفاده از داده های مکانی موجود بررسی کیفیت و میزان موفقیت روش پیشنهادی در دستیابی به اهداف طرح شده مورد بررسی قرار می گیرد. کیفیت شبکه راه های استخراج شده با در نظر گرفتن متریک های بررسی راهها مورد ارزیابی قرار گرفته است. استفاده از متریک ها تمامیت، صحت و کیفیت مورد بررسی قرار می گیرد. معیار صحت بیان کننده درصد راه هایی است که به درستی استخراج شده اند. معیار تمامیت درصدی از نقشه مرجع است که با نقشه بدست آمده از روش جدید مطابقت دارد. معیار کیفیت نیز بیان کننده میزان خوب بودن نتایج بدست آمده است که معیار های صحت و تمامیت را در بر می گیرد.

۵- پیاده سازی و نتایج

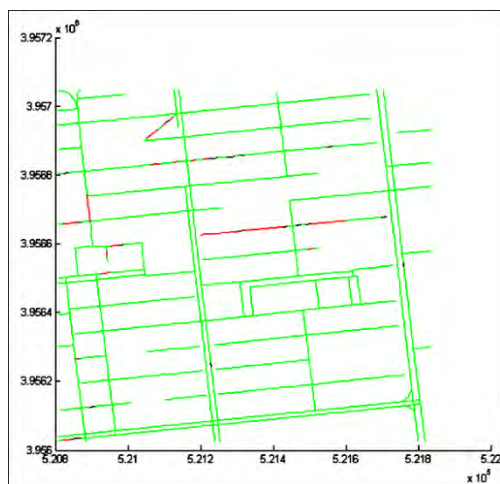
۵-۱- داده های مکانی آزمایشی

جهت پیاده سازی روش پیشنهادی در به روز رسانی نقشه راه های شهری با استفاده از داده های مکانی و همچنین جهت ارزیابی نتایج از مجموعه ای از داده های آزمایشی استفاده شده است. داده های آزمایشی مورد استفاده شامل تصویر ماهواره ای با قدرت تفکیک بالای منطقه ای در حاشیه شهر تهران که امکان ایجاد تغییرات در شبکه راه های شهری به دلیل ساخت و ساز گسترده وجود دارد به همراه نقشه راه های شهری در مقیاس ۱:۲۰۰۰ است. تصویر ماهواره ای مورد استفاده متعلق به سنجنده GeoEye-1 و از نوع پن شارپن که از ادغام تصاویر تک رنگی و چند طیفی بدست آمده است. این تصاویر دارای سه باند قرمز، سبز و آبی بوده و قدرت تفکیک زمینی هر پیکسل بر روی زمین تقریباً ۵۰ سانتیمتر است. شکل ۴ تصویر ماهواره ای و نقشه قدیمی هم پوشان شده را نمایش می دهد.

۴-۵- گروه بندی

در این مرحله طی فرایندی مشابه آنچه در مرحله تائید راهها انجام شد با استفاده از مورعامل ها نسبت به تایید شبکه فرضی بدست آمده از مرحله استخراج اقدام می شود. همانطور که پیشتر بدان اشاره شد مهمترین تفاوت بکارگیری مورعامل ها در این مرحله نسبت به مرحله تایید شبکه راهها تراکم بالای نقشه مورد بررسی و تعداد زیاد موارد رد قطعات راه است. لذا با وجود شباهت ساختاری اعمال مورعامل ها تفاوت هایی در نحوه اعزام مورعامل ها و پارامترهای تنظیمی وجود خواهد داشت.

پس از اعمال مورعامل ها در مرحله گروه بندی و بدست آمدن نقشه به روز شده بایستی طی مرحله فیلتر کردن قطعاتی که به دلیل وجود عوارض گمراه کننده نظیر محل پارک خودروها و فضاهای باز با پوشش آسفالت به اشتباه به عنوان راه به شبکه به روز شده اضافه شده اند حذف کردند. در این مرحله با در نظر گرفتن تعداد اتصال های تایید شده به یک گره و همچنین آزمون امتداد راه در شبکه راه های شهری امکان حذف

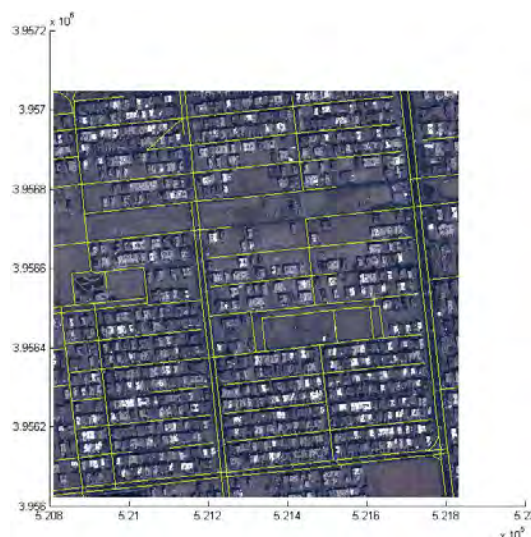


شکل ۵- نتایج تایید راه‌ها بر روی شبکه. خطوط سبز قطعات تایید شده و خطوط قرمز قطعات تایید نشده را نشان می‌دهد.

۵-۴- استخراج راه‌ها

مطابق طراحی لیست بذره‌های کاندید با بررسی نقشه به روز شده تهیه شده و با استفاده از قابلیت‌های عامل‌های خودکار برای بررسی کل تصویر بکار می‌روند. از بین ۴۸۹۳ بذر بررسی شده ۶۵۵ مورد به عنوان راه شناسایی شده‌اند. باید در نظر داشت در این مرحله به علت جلوگیری از حذف شدن برخی از قطعات راه سخت‌گیری کمتری در تعیین مرز بین راه و غیر راه در شناسایی الگوها انجام شده و آن دسته از عوارضی که ممکن است شباهتی با راه داشته باشند (نظیر پشت بام‌هایی که با پوشش آسفالت پوشیده شده‌اند) نیز به عنوان راه در نظر گرفته شده‌اند.

پس از تهیه بذره‌های راه، شبکه راه‌های فرضی با در نظر گرفتن بذره‌های تایید شده و شبکه تایید شده ایجاد می‌شود. در این مرحله اتصالات در محدوده گره‌هایی که بین ۳۰ تا ۷۰ متر با یکدیگر فاصله دارند انجام شده است. شکل ۶ نتیجه ایجاد اتصالات در شبکه را نمایش می‌دهد. شبکه فرضی ایجاد شده در این مرحله شامل ۲۱۶۸ گره و ۱۹۲۱۹ اتصال خواهد بود.



شکل ۴- تصویر ماهواره‌ای و نقشه همپوشان شده قدیمی

۵-۲- پیش پردازش

پس از استخراج توپولوژی ۲۵۹ گره و ۲۹۰ اتصال در نقشه موجود تشخیص داده شد. با در نظر گرفتن قدرت تفکیک ۵۰ سانتیمتری تصویر ماهواره‌ای مقدار انحراف گره از خط مستقیم در صورتیکه کمتر از ۲۵ سانتیمتر باشد گره مورد بررسی حذف شده و جدول توپولوژی در ادامه اصلاح می‌شود. در نتیجه این پردازش تعداد گره‌ها و اتصالات به ترتیب به ۱۵۸ و ۱۸۹ کاهش یافت.

۵-۳- تایید راه‌ها

مطابق با طراحی انجام شده و با در نظر گرفتن کتابخانه الگوریتم و نتایج اعمال آنها بر روی قطعات راه، مورعامل‌ها بر روی شبکه راه‌ها حرکت کرده و نسبت به تایید یا رد راه‌ها اقدام می‌نمایند. شکل ۵ نتایج حرکت مورعامل‌ها و نتایج بررسی انجام شده بر روی قطعات راه موجود را نشان می‌دهد. قطعاتی که به رنگ سبز نمایش داده شده‌اند قطعاتی هستند که با در نظر گرفتن تصاویر ماهواره‌ای مورد تایید قرار گرفته‌اند. از طرف دیگر قطعاتی که به رنگ قرمز نمایش داده شده‌اند قطعاتی هستند که توسط مورعامل‌ها پس از تکرارهای مختلف رد شده‌اند. خطوطی که به رنگ سیاه نمایش داده شده‌اند آن دسته از راه‌هایی را نشان می‌دهند که پس از ۱۰ تکرار هنوز مورد تایید یا رد قرار نگرفته‌اند.

روی گره‌هایی که به آنها اتصالات تایید شده و همچنین تایید نشده بیشتری متصل است قرار می‌گیرند.

۵-۶- ارزیابی نتایج

پس از استخراج نقشه به‌روز شده، نتایج بدست آمده مطابق با نقشه مرجع موجود از منطقه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. برای این هدف معیارهای معرفی شده در بخش چهارم بکار رفته است. این معیارها هم برای نقشه اولیه و هم برای نقشه به روز شده اندازه گیری شده و در جدول ارائه شده است.

جدول ۲- نتایج بررسی نقشه قبل و بعد از به روز رسانی

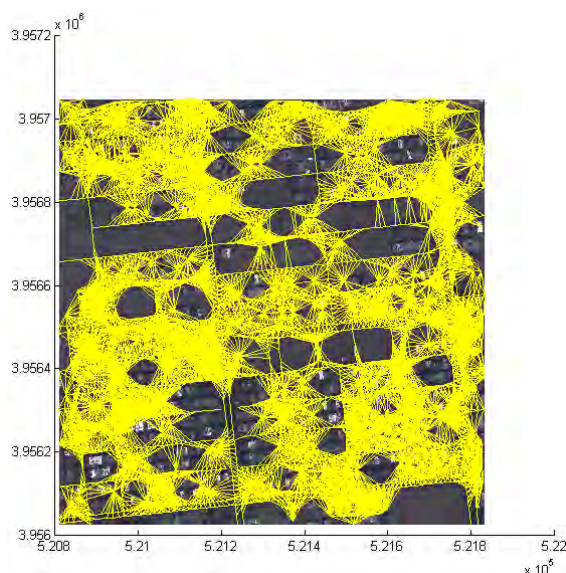
کیفیت	تمامیت	صحت	
75.65	92.87	81.24	نقشه اولیه
88.53	99.35	89.04	نقشه به‌روز شده

نتایج بدست آمده به مقدار زیادی به نقشه فرضی تهیه شده در مرحله استخراج بذر وابسته است. در صورتیکه نقشه فرضی با کیفیت و قابلیت بیشتری تهیه شود نتایج قابل قبول‌تری انتظار می‌رود.

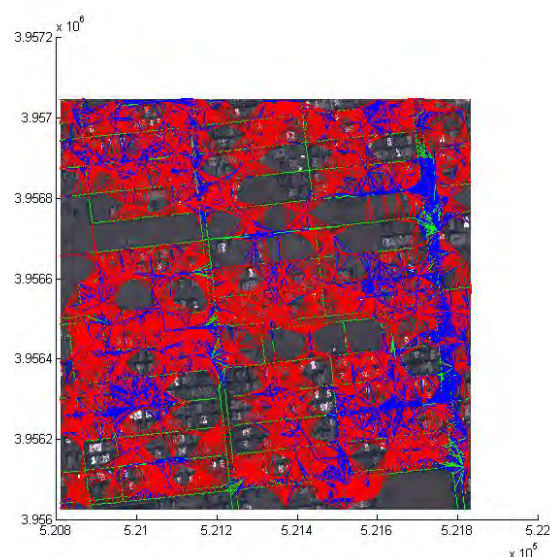
در فرایند استخراج راه‌های فرضی ممکن است برخی از قسمت‌ها نظیر جایگاه پارک خودروها با سقف خانه ها به اشتباه اضافه شوند. لذا در صورتیکه این مکان‌ها از قبل فیلتر شده و در فرایند تشکیل نقشه فرضی وارد نشود نتایج بهتری انتظار می‌رود.

همچنین مشکلاتی بدلیل وجود راه‌های موازی خصوصا در بلوارها ایجاد شده است. با در نظر گرفتن اطلاعات اکتشافی و عدم ایجاد اتصالات در این حالات امکان استخراج نتایج بهتر انتظار می‌رود. نتایج بدست آمده از الگوریتم در حاشیه تصویر در مقایسه با نتایج بدست آمده در مرکز تصویر از کیفیت کمتری برخوردار است به عبارت دیگر تعداد راه‌های از دست رفته در مرکز تصویر بسیار کمتر از حاشیه تصویر است برای حل این مشکل پیشنهاد می‌شود که بار بررسی هر منطقه محدوده بیشتری در تصویر جهت پردازش‌های ببان شده تخصیص داده شود.

هیچ نوع پردازش دستی غیر از تهیه داده‌های یادگیری در این تحقیق بکار نرفته است و لذا از نقطه



شکل ۶- شبکه فرضی راه‌ها پس از مرحله استخراج بذر و ایجاد اتصالات.



شکل ۷- اعمال مورعامل‌ها به شبکه فرضی اتصالات سبز اتصالات تایید شده را نمایش می‌دهد. اتصالات قرمز اتصالات رد شده را نشان داده و اتصالات آبی رنگ بدون تصمیم باقی مانده است.

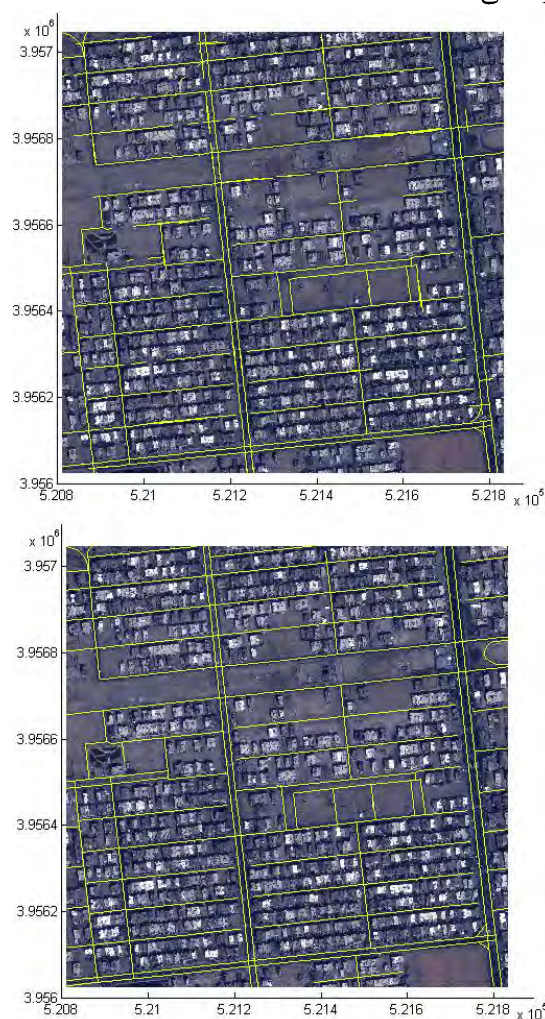
۵-۵- گروه بندی

مشابه حالت تایید راه‌ها، مورعامل‌ها بر روی تعدادی از گره‌ها قرار می‌گیرند. در این مرحله به دلیل تعدد گره‌ها قرارگیری مورعامل‌ها تنها بر روی درصدی از گره‌ها انجام می‌شود. از آنجا که در این حالت برخی از اتصالات از قبل تایید شده و برخی دیگر هنوز مورد بررسی قرار نگرفته‌اند برای دسترسی بیشتر مورعامل‌ها به انجام عملیات‌های مربوط به ارزیابی و اکتشاف مورعامل‌ها بر

۶- جمع بندی

در این تحقیق روشی نوین در به روز رسانی نقشه راههای شهری معرفی طراحی پیاده سازی و ارزیابی شده است. با بررسی دیداری نتایج بدست آمده از هر دو منطقه و با در نظر گرفتن معیار های محاسبه شده برای نقشه اولیه و نقشه به روز شده کارایی این روش در دستیابی به اهداف تعیین شده قابل تایید است. اعمال فرایند های بررسی و تایید قطعات راه موجود در نقشه اولیه و همچنین استخراج قطعات جدید با موفقیت نسبی در این روش قابل اجراست.

نظر سطح اتوماسیون روش پیشنهادی فرایند قابل قبولی ارائه می دهد.



شکل ۸- تصویر بالا نتایج نهایی بدست آمده را نمایش داده و تصویر پایین نقشه دستی تهیه شده از منطقه است.

مراجع

- [1] Das, S., Mirmaline, T.T., (2011). Use of salient features for the design of a multistage framework to extract roads from high-resolution multispectral satellite images. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 49(10), 3906–3931.
- [2] Bajcsy, R., Tavakkoli, M., (1976). Computer Recognition of Roads from Satellite Pictures. IEEE Transaction Systems, Man and Cybernetics 1976 6(9) 623-637.
- [3] Bacher, U., Mayer. H., (2005). Automatic road extraction from multispectral high resolution satellite images. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. 36, 3/W24, pp. 29–34.
- [4] Baumgartner, A., Eckstein, W., Mayer, H., Heipke, C. and H. Ebner. Context-Supported Road Extraction. In Automatic Extraction of Man-Made Objects from Aerial and Space Images (II), pages 299–308, Basel, Switzerland, 1997. Birkhäuser Verlag.
- [5] Hu, X., Tao, C.V., Hu, Y., (2004). Automatic road extraction from dense urban area by integrated processing of high resolution Imagery and Lidar Data. In: Proceedings of ISPRS XXth Congress, Istanbul,

- Turkey, 35(B3), pp 288-292.
- [6] Clode, S., Kootsookos, P. Rottensteiner, F., (2004). The Automatic extraction of roads from Lidar data. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences 35(B3), pp. 231-236.
 - [7] Wessel, B., (2004). Road network extraction from SAR imagery supported by context information. In: Proceedings of ISPRS XXth Congress, Istanbul, Turkey. Vol. 35(B3), pp. 360-365.
 - [8] Klang, D., (1998). Automatic detection of changes in road databases using satellite imagery. In: International Archive of Photogrammetry and Remote Sensing, 32(4), pp.293-298.
 - [9] Doucette, P., Agouris, P., Stefanidis, A., (2004). Automated road extraction from high resolution multispectral imagery. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 70(12), 1405– 1416.
 - [10] Baumgartner, A., Steger, C., Mayer, H., Eckstein, W., Heinrich, E., (1999). Automatic road extraction based on multi-scale, grouping, and context. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 65(7), 777–785.
 - [11] Valadanzoej, M.J., Mokhtarzadeh, M., (2004). Road detection from high resolution satellite images using artificial neural networks. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 35, pp. 387–392..
 - [12] Heipke C., Mayer H., Wiedemann C., Jamet O., (1997). Evaluation of Automatic Road Extraction. In: International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, 32 (3-2W3), pp.151-160.
 - [13] Maes, P., (1995). Modeling adaptive autonomous agents. Artificial Life Journal, 1(1-2), pp. 1-37.
 - [14] Engelbrecht, A. P., (2007). Computational Intelligence, An introduction, 2nd ed. John Wiley & Sons, New York, 597pp.
 - [15] Dorigo, M., Stutzle, T., (2004). Ant Colony Optimization. MIT press, 305pp.
 - [16] Manfrin, M., Birattari, M. , Stützle, T., Dorigo, M., (2006). Parallel ant colony optimization for the traveling salesman problem. Ant Colony Optimization and Swarm Intelligence, Springer Berlin/Heidelberg, pp. 224-234.
 - [17] Blum, C., (2004). Beam-ACO – hybridizing ant colony optimization with beam search: An application to open shop scheduling. Computers and Operations Research, 32(6), 1565–1591.
 - [18] Gambardella, L.M. , Dorigo, M., (2000). An ant colony system hybridized with a new local search for the sequential ordering problem. Informs Journal of Computing, 12(3), 237–255.
 - [19] De A Silva, R.M., Ramalho, G.L.,(2001). Ant system for the set covering problem. In: Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, pp. 3129–3133.
 - [20] Michel, R. , Middendorf M., (1999). An ACO Algorithm for the Shortest Common Super sequence Problem. In: M. Dorigo D. Corne and F. Glover, (Eds.). New Ideas in Optimization. McGraw-Hill, pp 51–61.
 - [21] Handl, J., Meyer, B., (2002). Improved ant-based clustering and sorting in a document retrieval interface. In: Proceedings of the Seventh International Conference on Parallel Problem Solving from Nature, Lecture Notes in Computer Science, volume 2439, pp. 913–923.