چهارمین کنفرانس
شبکه‌های توزیع نیرو

پردازش نقشه های جغرافیایی برای سیستم اطلاعات جغرافیایی شبکه‌های توزیع

غلامرضا صفارپور - فریدون عزیزی شالش
مهندسین مشاور قدس نیرو

چکیده

طراحی سیستم برق رسانی جدید، اصلاح سیستم موجود و به‌کارگیری اطلاعات در مدیریت، کار روزمره مهندسین و کارشناسان شرکتهای توزیع است. هر بار که این وظایف بادست و به صورت غیر خودکار انجام بگیرد احتمال زیادی دارد که کار طراحی به غیر استاندارد، پر هزینه، بیش از حد لازم یا کمتر انجام بگیرد. برای جلوگیری از این مشکلات می‌توان از پایگاه اطلاعاتی عادی و گرافیکی استفاده کرد و بعداً" محاسبات لازم را با کمک روشهای بهینه سازی مانند تحقیق در عملیات یا CAD انجام داد. متاسفانه با وارد شدن اطلاعات فضایی مانند نقشه های جغرافیایی به سیستم طراحی، که درابتدا بدون معنی صریح هستند، کار طراحی صحیح، بسیار پیچیده و مشکل می‌شود. برای کاربرد نقشه ها در پایگاه اطلاعات جغرافیایی شبکه توزیع نیاز به پردازش اطلاعات نقشه برای معنی و مفهوم دار کردن آن از یک سو و از سوی دیگر کاهش حجم اطلاعات است. مقاله حاضر دیدی اصولی را به روشی جدید، برای پردازش نقشه‌های جغرافیایی و کاربرد آنها در محاسبات، با دادن ماهیت ریاضی به اطلاعات جغرافیایی، معرفی می‌کند. چگونگی کار در یک مثال از شهر بندرعباس نشان داده شده است.

شرح مقاله :

بسته های نرم افزاری بسیاری که بتوانند کار مدیریت اطلاعات را انجام بدهند، تا کنون تولید شده اند. معمولا" طراحی آنها براساس اطلاعات "متنی" است. اطلاعات بصورت متن، دسته بسیار بزرگی از اطلاعات هستند که در هر سازمانی یافت می‌شوند. با پیچیدگی بسیاری که سیستم توزیع نیروی برق دارد اطلاعات به صورت متن و حتی به صورت گراف و نمودار نیز دید مناسب را به طراح سیستم نمی‌دهد. این موضوع که دیدطراح، دربسیاری موارد، عامل جهت دهنده به‌کار طراحی درتوزیع نیروی برق است ، اهمیت موضوع را بیشتر می کند.

به عنوان مثال ممکن است طراح در انتخاب دو روش احداث پست جدید یا خازن گذاری، درحالی که ازنظر اقتصادی نتایج شبیه‌هم باشند، نسبت به میزان و حدود تراکم بار، احداث پست جدید را ترجیح بدهد، یا بر عکس.

انجام محاسبات، در کنارداشتن دید نسبت به سیستم و پس از آن مشاهده نتایج در محل جغرافیایی به صورتی که از نظر گرافیکی خوانا باشد، روشی مناسب در بوجود آوردن امکان طراحی صحیح است. برای این کار باید به نقشه ماهیت ریاضی داد.

ورود اطلاعات نقشه

هنگام که نقشه ها بادستگاه اسکنر به‌صورت فایل به کامپیوتر وارد می شوند، کل نقشه به صورت یک مجموعه اطلاعات تلقی می شود. در این مجموعه ، هر نقطه بایک کد رنگ مشخص می شود. چنین نقشه‌ای بدون پردازش بعدی ، چه به صورت دستی و چه به‌صورت خودکار، قابلیت کاربرد در برنامه های محاسباتی را ندارد و فقط می توان از آن به عنوان زمینه ترسیمهای گرافیکی - جغرافیایی استفاده کرد. روش مناسب در سیستمهای الکتریکی برای ورود اطلاعات نقشه استفاده از دیجیتایزر است. [۱]

ماهیت سخت افزاری دستگاه دیجیتایزر، آن را به صورت دستگاهی

مناسب برای استفاده در برداشت اطلاعات نقشه در آورده است . این دستگاه همواره مختصات مطلق محل قرار گرفتن مکان نما را به صورت یک بردار دو بعدی مخابره می کند . به این ترتیب می توان تمام نقاط مهم و از پیش تعیین شده را به صورت نقاطی مجزا یا مرتبط به هم به برنامه وارد کرد .[۲]

سیستم اطلاعات جغرافیایی یا (GIS)

پردازش نقشه های جغرافیایی باید به نحوی منطبق بر سیستم اطلاعات جغرافیایی باشد . سیستم اطلاعات جغرافیایی [۲]،مدیریت پایگاه اطلاعات،گرافیک کامپیوتری و مدل سازی فضایی را دریک محیط نرم افزاری از پیش تعیین‌شده مجتمع می‌سازد ، تا قابلیت مدیریت اطلاعات جغرافیایی را عملی سازد . به جای ذخیره نقشه به‌فرم گرافیک عادی، سیستم اطلاعات جغرافیایی،اطلاعات را به‌نحوی ذخیره می‌کند که کاربربتواند هربارطبق نیاز خودش نقشه را تولید کند . بنابراین تعریف ، GIS ابزار تحلیل کننده‌ای است که به کاربر اجازه تشخیص روابط فضایی بین اجزای نقشه را می دهد .

دو نوع اطلاعات پایه‌ای نقشه‌ها که GIS با آنها سروکار دارد عبارتند از :

- اطلاعات فضایی که مکان و شکل اجزای جغرافیایی و ارتباط فضایی آنها را با هم نشان می دهد .
- اطلاعات تشریحی در باره اجزاء .

تلفیق این دونوع اطلاعات و قابلیت ربط دادن بین‌اجزای نقشه ، راههای گوناگونی را به سوی انجام محاسبات جغرافیایی‌الکتریکی متعدد باز می کند .

دادن ماهیت ریاضی به اجزای جغرافیایی

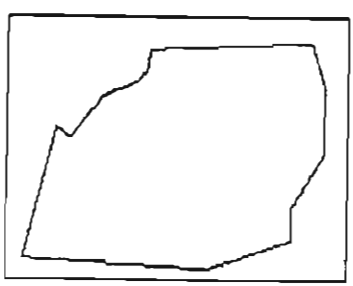
در نمایش برداری، یک شی جغرافیایی بوسیله نودها (نقاط)، خطوط و نواحی (چند ضلعی ها) نشان داده می‌شود . به‌عنوان‌مثال می‌توان به پست یک نقطه نسبت داد ، به مسیر فیدرها تعدادی خط و بالاخره به

هرنقطه تمرکز بار یک چند ضلعی (مربع درسیستم موردبحث این مقاله). یک نقطه به صورت یک مکان منفرد (x,y) دردستگاه مختصات دکارتی نشان داده می شود و خطوط مجموعه ای از این نقاط می‌شوند. چند ضلعی ها نیز به صورت خطوطی که مکانی را در بر می‌گیرند ذخیره می‌شوند. برای پردازش رایانی باید راهی برای ارتباط آنها با هم فراهم شود، حتی‌اگر از نظر جنس به هم ربطی نداشته باشند. توپولوژی، که به‌صورت فرآیند رایانی تعریف کننده ضمنی ارتباطات فضایی تعریف می‌شود ، این کار را عهده دار است.

اطلاعات تشریحی که‌برای تعریف جزییات اشیای جغرافیایی به‌کار می‌روند، در جدولی از اطلاعات ذخیره می‌شوند. این جدولها یا فایلها با یک سیستم مدیریت اطلاعات ارتباطی [۳] به هم مربوط می‌شوند.

تعیین مختصات مرجع و مقیاس برای سیستم نقشه

می توان یک نقشه بزرگ را، برای حفظ عمومیت روش، شکلی نامنظم در نظر گرفت. نمونه چنین فرضی می تواند نقشه یکی‌از نواحی برفهای منطقه ای به صورت شکل (۱) باشد.



شکل (۱)

معمولا" ابعاد چنین منطقه ای به قدری بزرگ است که‌نمی‌توان همه آن را به یکباره با دیجیتایزر وارد کرد. هر قدرمقیاس نقشه بزرگتر باشد، از نظر دید دقیقتر اجزا بهتر است، ولی ازنظر حجم کار وارد کردن نقشه، نامناسبتر. یک منطقه ۴۸ کیلومترمربعی، در ۴ برگ نقشه A3 بامقیاس ۱/۱۰۰۰۰ می‌گنجد ولی‌اگرمقیاس ۱/۲۰۰۰ باشد نیاز به ۱۰۰ برگ نقشه A3 برای همان منطقه است.

انتخاب صحیح مقیاس با توجه به بقیه عوامل موثر در محاسبات بعدی، نقش مهمی در سرعت و هزینه سیستم GIS دارد. البته باید در نظر گرفت که می توان برای کار وارد کردن شبکه الکتریکی به سیستم، تا هر اندازه که لازم باشد ، عمل بزرگنمایی یا zoom راانجام داد،

ولی دقت نقشه، همان دقت مربوط به مقیاسش است و نه بیشتر.

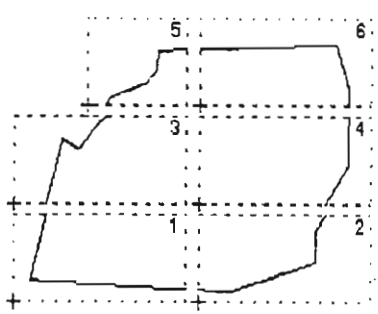
روش بکاربرده شده در این مقاله امکان آن را می‌دهد که بتوان با مقیاسهای مختلف نقشه را وارد و تلفیق کرد. برای مطالعات مربوط به ۲۰ کیلوولت نقشه ۱/۱۰۰۰۰ و ۴۰۰ ولت، نقشه ۱/۲۰۰۰ می‌تواند به اندازه کافی جزییات را در اختیار سیستم قرار دهد. در جایی که لازم است برای قسمتی از شبکه، مطالعه ۲۰ کیلوولت و برای قسمتی دیگر، مطالعه دقیقتر ۴۰۰ ولت انجام شود، می توان از نقشه‌های بادو مقیاس استفاده کرد.

برای وارد کردن نقشه باید به صورت زیر اقدام شود:

۱ - نقشه به قسمتهای کوچکتر که درصفحه دیجیتایزر جابگیرند تقسیم شود.

۲ - نقطه‌ای در سمت چپ و پایین هربرگ نقشه به عنوان مرجع انتخاب شود، به‌نحوی که هر نقطه نقشه، در همان برگ، درسمت راست یا بالای مرجع قراربگیرد. این روش انتخاب مرجع بامدنظر از اعداد منفی، کار محاسبات را آسان می‌کند.

۳ - هر برگ نقشه را به عنوان یک نقشه مستقل با مرجع خاص‌خودش به برنامه واردشود. این مرجع، نقطه سمت چپ پایین هر برگ نقشه است، که در شکل (۳) با علامت "بعلاوه" نشان داده شده است.



شکل (۳)

در ذخیره اطلاعات هربرگ استقلال اطلاعاتی آن حفظ می‌شود. به این صورت که همراه اطلاعات آن، مقیاس و ابعاد نقشه و فاصله مرجع از یک مرجع کلی نیز ذخیره می‌شود، تا بعداً در تلفیق نقشه‌ها به کار رود. همانطور که از شکل (۳) پیداست لزومی در مساوی بودن ابعاد برگهای نقشه وجود ندارد.

برنامه از پیش تعیین شده برای ورود اطلاعات جغرافیایی

برای ورود اطلاعات جغرافیایی به سیستم GIS باید ابتدا شی جغرافیایی را شناسایی کرد تا بتوان در موارد لزوم آن را بازسازی نمود. در این روش خیابان به عنوان یک شی جغرافیایی از دو "طرف" تشکیل شده است و هر "طرف" شامل تعدادی پاره‌خط می‌شود. پستهای توزیع به‌صورت نقاط، فیدرها به‌صورت مجموعه‌ای از پاره‌خطها، پستهای فوق توزیع به‌صورت نقاط، و نقاط تمرکز بار، به صورت مربع درنظر گرفته‌شده‌اند.

برنامه‌ای خاص برای ورود هریک از این اشیا لازم است. برنامه نوشته شده برای‌این کار قدرت جستجو، حذف، تغییر اطلاعات و واردکردن اطلاعات این اشیا را داراست. معلوم بودن چارچوب مشخصات این اشیا، اجازه نوشتن برنامه‌های خاص آنها را می‌دهد. به‌این ترتیب، با معلوم بودن فایلهایی که اطلاعات در آنها ذخیره شده‌اند می‌توان از آنهادر برنامه‌های محاسباتی بعدی استفاده کرد. تمام این برنامه‌ها، اطلاعات الکتریکی یا اقتصادی هر شی را نیز همزمان با اطلاعات جغرافیاییش ذخیره می‌کنند.

روش پردازش نقشه‌های جغرافیایی

پردازش نقشه‌های جغرافیایی طی دو مرحله انجام می‌شود:

- در مرحله اول برگهای نقشه با ابعاد و مقیاسهای مختلف، باهم تلفیق می‌شوند تا یک برگ نقشه واحد از جغرافیای محل به‌دست آید. پس از انجام این قسمت کار می‌توان هر مکان دلخواه نقشه را در صفحه تصویر کامپیوتر مشاهده نمود یا آن را با کمک پلاتر رسم کرد.
- درمرحله دوم کار، عملیات تنک کردن نقشه وتعیین ارتباط مسیرها انجام می‌شود. پس از انجام‌این قسمت، حجم حافظه مورد نیاز فایل نقشه برای محاسبات به حدود ۱/۸ کاهش می‌یابد.

الگوریتم تلفیق (merge) برگهای نقشه

الگوریتم عملیات تلفیق برگهای مختلف نقشه به‌صورت زیر است:

۱- با توجه به مرجع کلی نقشه‌ها، که معمولا" پایین‌ترین و سمت چپ ترین مرجع است، تمام فایلهای نقشه و مختصات آنها به این مرجع جدید منتقل می‌شوند و در یک فایل ذخیره می‌شوند. روش تغییر مرجع، روش استاندارد انتقال مرجع در دستگاه مختصات دکارتی است.

۲- تمام نقاطی که بیش از حد خاصی به هم نزدیکند، یکی می‌شوند و با نقطه وسط جایگزین می‌شوند. حد مجاورت، بنابر نیاز کار با توجه به مقیاس نقشه و دقت وارد کردن، قابل تغییر است. حدود ۲ تا ۵ متر برای اکثر موارد کفایت می‌کند.

۳- در تمام خیابانهای هم اسم، جستجوی نقاط یکسان انجام می‌شود. در صورت موجود بودن چنین نقاطی، هر بار دو خیابان، با توجه به "طرف" صحیح با هم یکی می‌شوند.

۴- در تمام خیابانهای هم اسم، جستجوی پاره‌خطهای نزدیک به هم انجام می شود. این جستجو می تواند حالتهای خاصی را که در آن، هر "طرف" خیابان در یک برگ جداگانه نقشه واقع شده و به برنامه وارد شده اند، شناسایی کند. در این خیابانها این پاره‌خطها با تشخیص "طرف" خیابان به عنوان یک خیابان واحد شناسایی وتلفیق می‌شوند.

پس از انجام این چهار مرحله نقشه کاملی به صورت خام در دستگاه ذخیره می شود. انجام محاسبات ویافتن مسیر حرکت در این مرحله هنوز مشکل است.

تنگ کردن نقشه و تعیین ارتباطات مسیرها

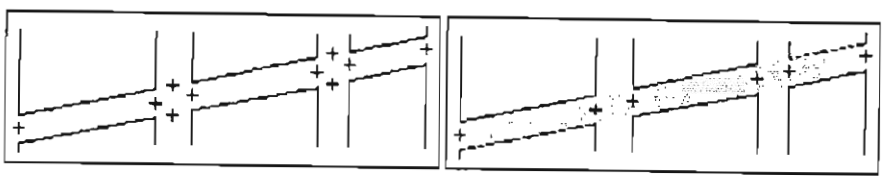
اطلاعات جغرافیایی یک منطقه شهری با حدود ۵۰۰ خیابان که هر خیابان تقریبا" ۱۰ چهارراه داشته باشد شامل حدود ۱۰۰,۰۰۰ پاره خط می شود که هر پاره‌خط دست کم به ۸ بایت اطلاعات نیاز دارد. اگر بتوان به ازای یک چهارراه که شامل ۸ نقطه اطلاعاتی است فقط یک نقطه در نظر گرفت، آن وقت حجم اطلاعات مورد نیاز به ۱/۸ کاهش می یابد. درازای این کاهش حجم اطلاعات، مقداری از دقت مسیریابی و تعیین فاصله از دست می رود. باتوجه به عدم اطمینان ودقت درمحاسبات

تخمین بار کد محاسبات بعدی بر مبنای آن خواهدبود این مقدارتقریب، مشکلی از نظر صحت کار بوجود نمی‌آورد.

روش کار تبدیل چهارراه و سدراه و ... به یک نقطه به صورت زیر است :

قدم ۱: هر "طرف" خیابان با تعدادی پاره‌خط و هر پاره‌خط نیز با دو نقطه ابتدا و انتها مشخص می‌شود. به ازای هر یک از این نقاط، یک نقطه در وسط خیابان در نظر گرفته می‌شود (شکل ۳). در این شکل مشاهده می شود که به‌ازای هر نقطه از پاره‌خطهای یک طرف خیابان نقطه‌ای در وسط خیابان در نظر گرفته شده است. این کار با متوسط گیری انجام می شود.

پس از انجام این مرحله برای تمام خیابانها، به ازای هر چهارراه ۴ نقطه، سه راه ۳ نقطه و پنج راه ۵ نقطه به دست می آید. شکل (۴)



شکل (۳)

شکل (۴)

قدم ۲: شناسایی تمام نقاط مربوط به یک چند راه. این کار با انتخاب یک نقطه واقع در وسط خیابان شروع می‌شود. این نقطه حتما" مربوط به نقطه‌دیگری می‌شود که دریک "طرف" خیابان قراردارد. این نقطه مربوط به یک "طرف" خیابان، حتما" باید منطبق بسر نقطه‌ای از یک "طرف" خیابانی دیگر باشد، که به نوبه خود، حتما" یک نقطه وسط خیابانی مربوط به خودش دارد.

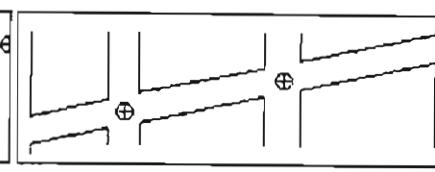
پس از شناسایی این نقطه وسط خیابانی همسایه ، کار یافتن نقطه وسط خیابانی همسایه بعدی شروع می شود.درخاتمه عملیات پیدا کردن نقاط وسط خیابانی همسایه در یک چند راه، حتما" باید به نقطه شروع بازگشت شود. پس از این بازگشت، به ازای تمام نقاط پیموده شده نقط مرکز ثقل چند ضلعی ناشی از

نقاط وسط خیابانی به عنوان نقطه گره یا node چند راه، در نظر گرفته می‌شود.

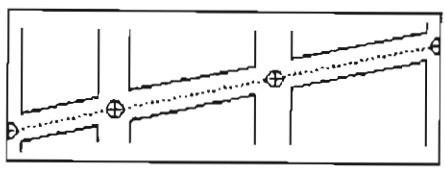
قدم ۳: تمام گره هایی را که به هم نزدیک هستند حذف و بجای آنها مرکز ثقلشان را می گذاریم. بعد از اتمام این مرحله چندراهها بصورت شکل (۵) مدل خواهند شد.

روش کار در تعیین ارتباطات گره‌ها، یا به بیان دیگر تعیین مسیرهای قابل حرکت از یک گره در یک خیابان، به صورت زیر است:

قدم ۱: در یک خیابان اولین گره را در نظر می‌گیریم. این گره، گره مربوط به اولین نقطه "طرف" ۱ خیابان است. سپس نزدیکترین گره‌ای را که مربوط به‌یکی از نقاط همین خیابان باشد، جستجو و پیدا می‌کنیم. این گره پیدا شده، گره متصل به گره قبلی خواهد بود (شکل ۶).



شکل (۵)



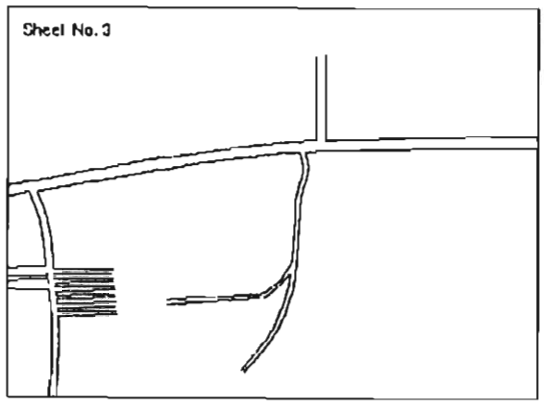
شکل (۶)

قدم ۲: تکرار قدم اول برای تمام خیابانها.

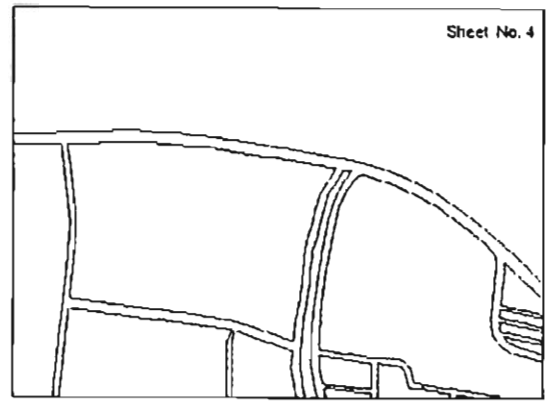
از اتصالاتی که بدین‌ترتیب پیدا می‌شوند می‌توان در برنامه‌های مسیریابی بدراحتی استفاده کرد [۱].

کاربرد روش در یک مثال واقعی

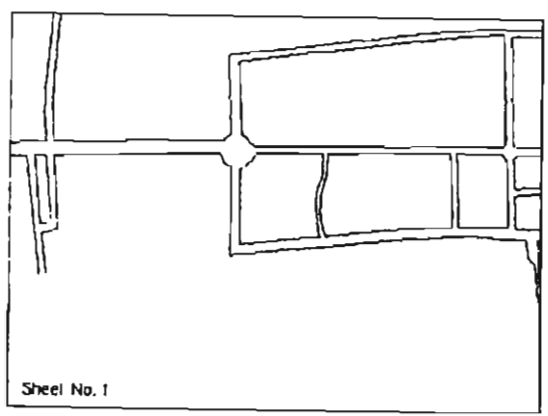
برای نشان دادن اعتبار الگوریتمهای پیشنهادی مقاله، نقشه قسمتی از شهر بندرعباس به عنوان مثال عملی، با استفاده از برنامه MAPED (ادیتور نقشه) به برنامه وارد شد. این نقشه در چهاربرگ با ابعاد متفاوت به برنامه وارد شد (شکلهای ۷ تا ۱۰). سپس این برگها با استفاده از الگوریتم تلفیق نقشه‌ها ترکیب شدند تا نقشه یکپارچه بدست آید (شکل ۱۱). بعد از این مرحله با کمک الگوریتم تنک کردن و تعیین ارتباطات مسیرها، شبکه ارتباطی مسیرها و گره‌ها بدست آمد، که در شکل (۱۲) مشهود است.



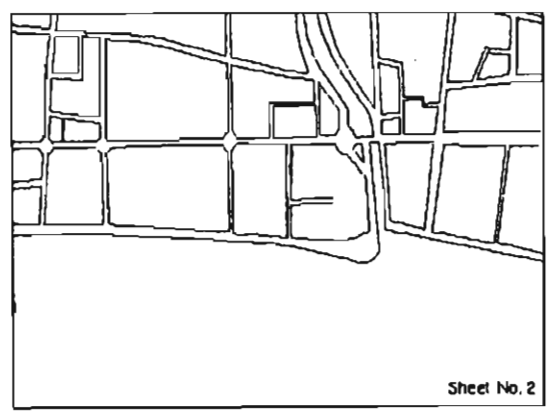
شکل (۹)



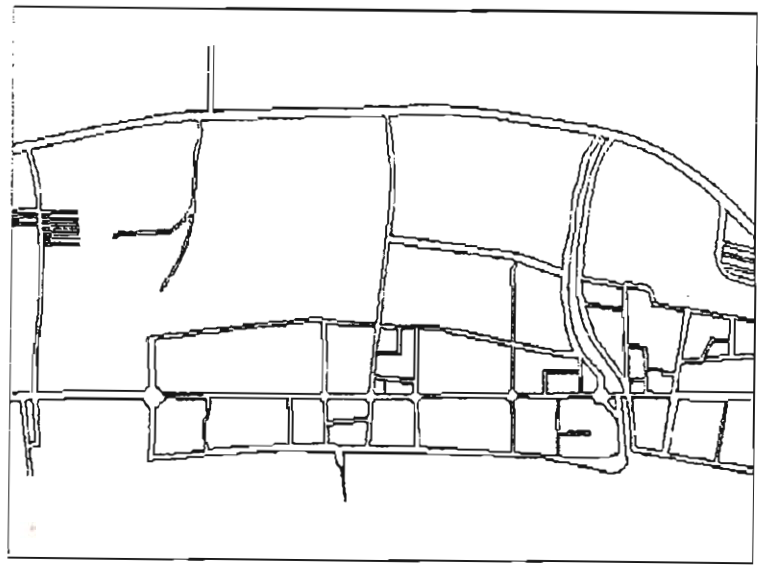
شکل (۱۰)



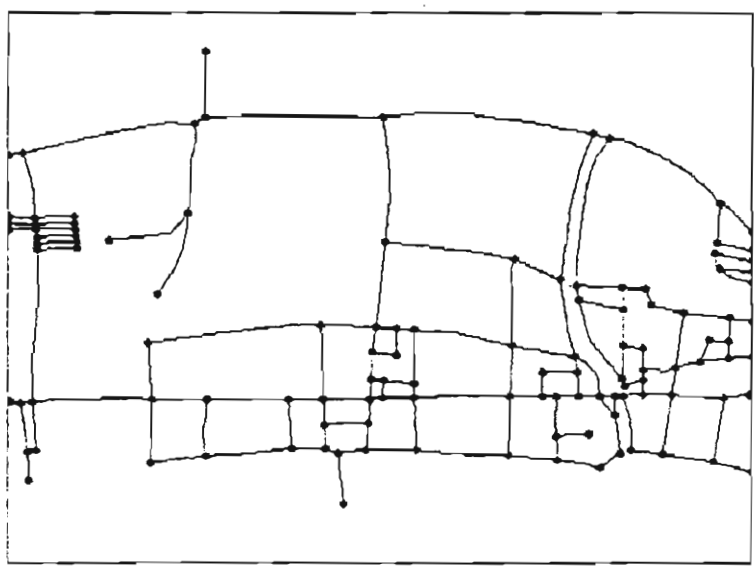
شکل (۷)



شکل (۸)



شکل (۱۱) نقشه کلی پس از تلفیق چهار برگ نقشه



شکل (۱۲) گره ها و مسیرهای ارتباط آنها پس از عملیات تنک سازی

نتیجه گیری

کارپردازش نقشه‌های جغرافیایی برای سیستم اطلاعات جغرافیایی شبکه‌های توزیع بر اساس الگوریتمای پیشنهادی مقاله با سرعت و دقت کافی عملی است. این کار با بالا بردن سرعت محاسبات بعدی و کم کردن حافظه موردنیاز، کارطراحی مکانیزه سیستمهای توزیع را تسریع می‌کند.

منابع و مراجع

۱- کاربرد هوش مصنوعی در یافتن محل عبور بهینه کابلهای توزیع، فریدون عزیزی شالش، غلامرضا صفارپور، احمد فریدون درافشان، مجموعه مقالات سومین کنفرانس سراسری شبکه‌های توزیع نیروی برق

2- R. Kasturi et al, "Map Data Proccessing in Geographic Information Systems" IEEE Computer, December 1989.

3- G.S.Martine, D.J.H.Nuttall,"Open Systems and Databases", IEEE Transactions on power systems, Vol 8, No. 2, may 1992.