



جنرالیزاسیون خودکار نقشه‌های ارتفاعی

سیستمی مبتنی بر اصل طبیعی جنرالیزاسیون شیئی

مترجم: خسرو خواجه

نویسندگان: Haigang Sui & Zhilini Li

دانشکده نقشه برداری و ژئوماتیک دانشگاه پلی‌تکنیک هنگ کنگ

استخراج نقشه‌های کوچک مقیاس از نقشه‌های بزرگ مقیاس نیاز به فرآیند جنرالیزاسیون دارد. مؤلفین این مقاله سیستمی را جهت استخراج خودکار خطوط تراز معرفی می‌کنند که از جنرالیزاسیون خطوط انفرادی مبتنی بر یک اصل طبیعی استفاده می‌کنند. به منظور استخراج ترازهای جدید از دو تراز همجوار اولیه از یک الگوریتم محور میانی به کار رفته است. سیستم با استفاده از داده‌های حقیقی به طور گسترده‌ای مورد آزمون قرار گرفته است. بررسیهای دیداری نشان می‌دهد که کیفیت ترازهای جنرالیزه شده بسیار مطلوب می‌باشد.

○ همواری ترازهای متتجه
○ رابطه منسجم بین خطوط تراز متتجه، با شکلی که ترازهای اولیه بزرگ مقیاس در آن به خوبی حفظ شده است.
دو رویکرد

جنرالیزاسیون خطوط تراز به معنا و مفهوم تبدیل نمایش تراز از یک مقیاس بزرگ به نمایشی مناسب و سازگار در مقیاس کوچک است، به نحوی کیفیت و یا تأثیرپذیری نمایش در آن سطح قابلیت خود را حفظ کند. در این راستا، به طور کلی دو رویکرد امکان‌پذیر است:

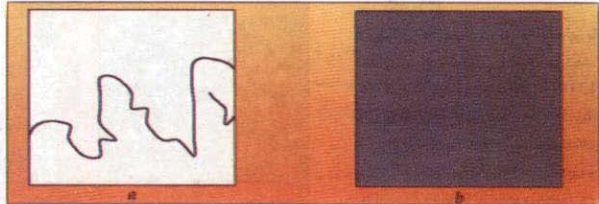
از آنجایی که نقشه‌ها وابسته به مقیاس هستند لذا هر چه مقیاس نقشه بزرگتر باشد، جزئیات بیشتری را می‌توان در روی نقشه به نمایش درآورد. وقتی بخواهیم نقشه‌ای را در مقیاس کوچک از نقشه‌ای در مقیاس بزرگ استخراج کنیم، ناچاریم که تعدادی از جزئیات را حذف، تعدادی را ساده و تعدادی را نیز باهم تلفیق و ترکیب کنیم. این فرایند جنرالیزاسیون نقشه همچنین مستلزم زم‌کردن بلادرنگ در روی صفحه نمایش است. از آنجاکه خطوط تراز اصلی‌ترین عنصر نقشه‌های

جنرالیزاسیون مستقیم و جنرالیزاسیون غیر مستقیم.
در رویکرد مستقیم، خطوط تراز انفرادی ساده شده‌اند که محور بحث

توپوگرافی هستند، مؤلفین این مقاله سیستمی را جهت جنرالیزاسیون خودکار خطوط تراز ارائه نمودند. الگوریتم‌ها به نحوی اجرا شده‌اند که ویژگیهای زیر را تضمین می‌کنند:

➤ نگاره (۱):

اصل طبیعی را که توسط (Zhilini Li) و (Open Shaw) ارائه شده است، نشان می‌دهد. یک نقطه یا یک سلول راستی را می‌توان برای نمایش تغییرات مکانی در ناحیه معین بکار برد. (a) تغییرات مکانی در یک ناحیه معینی را نشان می‌دهد. (b) تغییرات مکانی در این محدوده را می‌توان کاملاً صرفنظر کرد، این ناحیه را می‌توان آن‌گاه با نقطه‌ای در یک مقیاس کوچک به نمایش درآورد.





وی در این یافته خود فهمید که برخی نقاط در روی شینی از نظر دارابودن اطلاعات غنی تر از نقاط دیگر هستند. بنابراین، همین نقاط که دارای اطلاعات بیشتری از خود هستند، برای مشخص کردن شکل و شمای کفایت می کنند. با وجود این، بیشتر الگوریتم های ساده سازی خطی (LSAs) نتایج نامرغوبی نظیر پدید آوردن نقاط بین خطوط و یا در یک خط (نگاره (۳)) را فراهم می آورند.

اصل طبیعی

مبانی نظری رویکردها، اصل طبیعی برای جنرالیزاسیون شینی است که توسط Zhilini Li با همکاری Stan Openshaw ارائه شده است. از آنجا که نمی توان در مقیاسی تمامی جزئیات مربوط به تغییرات مکانی اشیای جغرافیایی در ورای محدوده معینی را به نمایش درآورد لذا می توان از آنها صرف نظر کرد.

از این اصل می توان به نتیجه ساده ای دست یافت:

با صرف نظر کردن تمامی تغییرات مکانی در محدوده معینی، می توان برای جنرالیزاسیون به نتایج طبیعی دست یافت.

نتیجه منطقی بالا را می توان به آسانی همانند نگاره (۱) پیاده نمود. در یک مقیاس مقصد، تمامی تغییرات در یک ناحیه معین را می توان کاملاً نادیده گرفت و با استفاده از یک نقطه می توان این محدوده (ناحیه) را به نمایش درآورد. اندازه متناسب این محدوده (ناحیه) در مقیاس تقریباً $5/7mm - 9/6mm$ است که بر آزمون تجربی استوار می باشد.

مؤلفه های حافظه ای

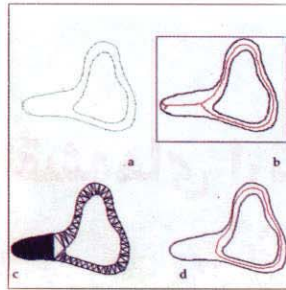
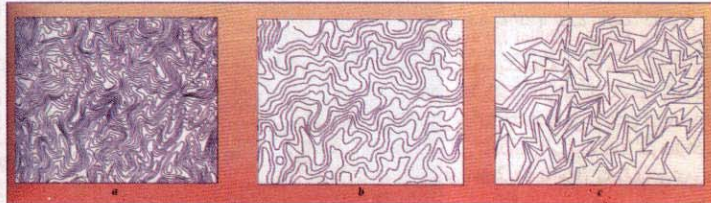
سیستم ها دارای مؤلفه های حافظه ای زیر می باشد:

- ۱- مدول پیش پردازش برای حذف خط های بزرگ و اتصال خط شاخص منقطع و نیز اتصال سایر خطوط که در عین دیجیتالی کردن به قطعات منطقی تقسیم یافته اند.
- ۲- مدول جهت دست کاری تغییر مقیاس نقشه و در نتیجه فواصل منحنی های تراز
- ۳- مدول پایه پایه برای جنرالیزه کردن خطوط تراز
- ۴- مدول پس پردازش جهت حذف خط های کوچک و انجام کارهای پیرایشی.

مدولهای پیش پردازش و پس پردازش در اینجا بیان شده است. این سیستم از نرم افزار Geo Star به عنوان یک محیط GIS استفاده می کند که مرکز GIS در دانشگاه فنی نقشه برداری

نگاره (۳):

ارزشیابی تجربی از طریق مقایسه ای با متداول ترین الگوریتم را نشان می دهد. (a) یک نقشه ارتفاعی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ برای ارزشیابی به خوبی نشان می دهد. (b) نتیجه ای را که از سیستم ها بدست آمده نشان می دهد (c) نتیجه را با استفاده از الگوریتم (Douglas-Peucker) نشان می دهد.



نگاره (۲):

دو روش، طرح (b) و محور میانی (d) را برای استخراج خط تراز جدید از دو خط اولیه را نشان می دهد. (a) خطوط اولیه را نشان می دهد که از آن باید یک تراز جدید استخراج گردد (b) طرح و اسکلت

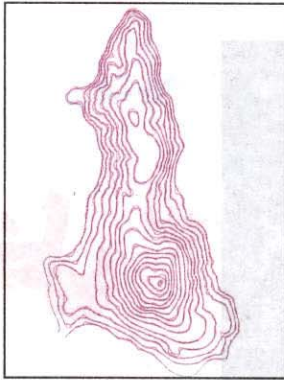
محدوده ناحیه ای را با دوخط نشان می دهد که یک کاندید احتمالی است. (c) تشکیل مثلثهای مصنوعی تخت را در فرایند مثلث بندی را نشان می دهد. (d) محور میانی از دو تراز اولیه را نشان می دهد که کاندید دیگری است.

این مقاله را تشکیل می دهد. در رویکرد غیر مستقیم، یک روش سه مرحله ای به کار رفته است:

- ۱- از داده های خطوط تراز جهت ساخت DTM استفاده شده است.
 - ۲- DTM جنرالیزه شده است.
 - ۳- خطوط تراز جدیدی از جنرالیزه DTM تولید شده است.
- ترازهای بدست آمده را باید جنرالیزه نمود. مسئله این است که چگونه باید DTM جنرالیزه شود. مزیت این رویکرد این است که در صورت بکاربردن الگوریتم درون یابی مناسب تراز بین خطوط تراز تقاطعی وجود نخواهد داشت. با وجود این، الگوریتم های موجود جهت جنرالیزاسیون سطوح DTM فاقد مبانی نظری فراگیری هستند.

کمیوها

موفقیت رویکرد جنرالیزاسیون مستقیم بستگی به عملکرد الگوریتمی دارد که برای جنرالیزاسیون خطوط تراز انفرادی به کار برده می شود. در این جنرالیزاسیون معمولاً از الگوریتم ساده سازی خط و (SLA) استفاده می گردد. بیشتر الگوریتم های ساده سازی خطی (SLAs) از یک روش حذف گزینشی نقاط در امتداد خطوط استفاده می کنند. الگوریتم Douglas-Peucker که در میان متخصصین پردازش تصویر به عنوان الگوریتم Ramer شناخته شده است، گسترده ترین کاربرد را دارد. زمینه و مبانی نظری این گونه الگوریتم کشفی بود که F. Attneave در سال ۱۹۵۴ بدان دست یافت.



➤ **نگاره (۴):**
انطباق نقشه‌های
ارتفاعی جنرالیزه
شده (مقیاس
۱:۱۰۰۰۰۰ یعنی ده
بار کوچک شده) را در
روی نقشه اولیه
(۱:۱۰۰۰۰۰) را نشان
می‌دهد.

در این اجرا از الگوریتم مثلث‌بندی (Delaunay) استفاده شده است. با وجود این، در صورت وجود خطوط منحنی شکل، نواحی تخت و هموار مصنوعی را می‌توان با مجموعه‌ای از مثلث‌های تخت تشکیل داد (نگاره (۲)). برای اجتناب از این مشکل، یک راه حل احتمالی آن است که تعدادی نقاط را در امتداد خط لبه افزوده گردد. کیفیت تراز منتهی بستگی به دقت آن نقاط عارضه‌ای دارد که افزوده شده است. از همین روش محور میانی (نگاره (۲د)) است که در سیستم ما بکار رفته است.

ارزشیابی عملکرد

برای جنرالیزاسیون خطوط تراز، مجموعه‌ای از خطوط تراز به عنوان پنج مارک استفاده شده است و لذا باید شرایط زیر برآورده گردد:

- ۱- خطوط تراز باید در ساختار ساده گردند.
 - ۲- ترازهای بدست آمده باید از نظر ظاهری به اندازه کافی هموار و صاف باشد.
 - ۳- مشخصه‌های طبیعی خطوط تراز (برای مثال، موازی باشند، ترازها خود را قطع نکنند، از نظر هندسی هم با شکل سطحی 3D تشابه داشته باشد) باید حفظ گردد.
- در طی آزمون‌های مختلف از یک نقشه ارتفاعی واقعی استفاده شد. نتایجی که با استفاده از سیستم‌ها بدست آمده و نتایجی که از الگوریتم (Douglas-Peucker) بدست آمده است، در نگاره (۳) نشان داده شده‌اند. به منظور نشان دادن بیشتر کیفیت، نقشه ارتفاعی دیگری از مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ به نقشه مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ جنرالیزه گردید. نتیجه جنرالیزاسیون که ده بار بزرگ شده و در روی نقشه ارتفاعی اولیه (نگاره (۴)) انطباق داده شده است، به وضوح عملکرد خوب رویکردها را نشان می‌دهد. جدول (۱): فواصل منحنی میزان در مقیاسهای مختلف نقشه را نشان می‌دهد.

Scale	Contour Interval
1:200,000	25 to 100 m
1:100,000	10 to 40 m
1: 50,000	10 to 20 m
1: 25,000	5 to 20 m
1: 10,000	1 to 10 m

ووهان هنگ کنگ ارائه شده است. بدین ترتیب، بسیاری از وظایف دیگر، از جمله تبدیل فرمت، ویرایش و بزرگ کردن (زم) قسمت انتخابی، همگی در این سیستم وجود دارد. در ضمن در نظر است که بزودی این سیستم در روی شبکه اینترنت قرار گیرد.

اجرا

(Zhilini Li) و (Stan Openshaw) براساس اصل طبیعی سه الگوریتم را جهت جنرالیزاسیون خطی اجرا نمودند. هر سه الگوریتم در مجله بین‌المللی سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (شماره ۱۹۹۲، ۵) چاپ شده‌اند. در این سیستم الگوریتم (vector raster) توصیه شده است. در این الگوریتم، اگر چه هر نقطه‌ای در یک سلول راستی کاندید مناسبی است ولی میانه اولین و آخرین تقاطع بین خط و سلول شبکه به عنوان موفقیت نقطه جدید برای نمایش سلول انتخاب می‌گردد. سلول‌ها را می‌توان همچنین روی هم انداخت تا اولاً نتایج واقعی تری به دست آید و ثانیاً از وابستگی به نقطه آغازین اجتناب گردد. سلولها کوچکترین اشیای مرئی (SVO) دانسته می‌شود و اندازه آنها در روی نقشه مقصد ۰/۶mm تا ۰/۷mm است. در هنگام جنرالیزاسیون مجموعه‌ای از خطوط به مراقبت بیشتری نیاز است. دشوارترین کار این است که مطمئن شویم بین خطوط تراز و در خود یک تراز تقاطعی پدید نیاید. برای این منظور، ساده‌ترین اجرای این اصل طبیعی آن است که یک شبکه راستی را با سلولی به عنوان (SVO) در زیر قرار دهیم.

تغییر فاصله منحنی میزان

چنانچه اختلاف در مقیاس بین نقشه‌های منبع و مقصد بزرگ باشد، برخی منحنی‌ها را باید حذف نمود، یعنی فاصله منحنی میزان باید بزرگ گردد. در جدول (۱) برای چنین کاری یک راهنمای تقریبی ارائه شده است. اگر فاصله منحنی میزان مضربی (برای مثال ۵ متر) از منحنی میزان اولیه (مثلاً ۱ متر) باشد، خطوط منحنی میزان انتخاب می‌گردد که مضربی از ترازهای اولیه، برای مثال ۵ متر، ۱۰ متر و ۱۵ متر می‌باشد. چنانچه فاصله منحنی‌های تراز (برای مثال ۵ متر) مضربی از فاصله منحنی‌های تراز اولیه (برای مثال ۱۳ متر) نباشد، آنگاه لازم است که خط تراز جدیدی از دو خط اولیه، یعنی یک تراز ۵ متری از ترازهای ۴ متری و ۶ متری استخراج گردد.

منحنی جدید از دو منحنی هم‌محور

یک راه برای استخراج خط تراز جدید از دو تراز این است که اسکلت نواحی را که با دو خط اولیه محدود شده است، استخراج کنیم (نگاره (۲)). آزمون‌ها نشان می‌دهد که الگوریتم‌های اسکلت، شاخه‌های ناخواسته بسیاری را ممکن است تولید کند. راه دیگر در فرایند سه مرحله‌ای زیر ارائه شده است:

- ۱- ایجاد یک شبکه مثلثاتی با استفاده از نقاطی در روی خطوط تراز
- ۲- درون‌یابی نقاط در ارتفاع تراز جدید
- ۳- اتصال این نقاط برای تشکیل خط تراز جدید