The 2nd National Conference on
Geospatial Information Technology (NCGIT)

K.N.Toosi University of Technology
Faculty of Geomatics Engineering

18 January 2017

دومین کنفرانس ملی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه‌برداری
۲۹ دی ماه ۱۳۹۵

مقایسه و ارزیابی کارایی الگوریتم‌های جنرالیزاسیون عوارض خطی نقشه‌های توپوگرافی

مریم صابری نسب[1*]، محمد کریمی[2]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم های اطلاعات مکانی – دانشکده مهندسی نقشه برداری – دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۲- استادیار گروه سیستم های اطلاعات مکانی - دانشکده مهندسی نقشه برداری – دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

چکیده :

جنرالیزاسیون نقشه، نمایش منتخب و ساده سازی شده ی جزئیات، متناسب با مقیاس و/یا هدف نقشه می باشد. این فرآیند شامل به کارگیری عملگرهای مختلف است که هریک، طی یکی از انواع جنرالیزاسیون مدل و یا کارتوگرافی اجرا می شود. هدف از جنرالیزاسیون کارتوگرافی، بهبود کیفیت بصری و خوانایی نقشه است. طی فرآیند رقومی سازی نقشه ها، کارتوگراف ها همواره با دو مسئله اساسی مواجه هستند؛ کیفیت داده ارائه شده و حجم آن. علیرغم اینکه فرآیند جنرالیزاسیون عوارض خطی راه حلی مناسب برای غلبه بر این دو مشکل ارائه میکند، خود نیز عامل ایجاد خطاهای بسیاری می گردد که ساختار هندسی و موقعیت مکانی خطوط اولیه را تحت تاثیر قرار می دهد. مسئله ارزیابی الگوریتم های جنرالیزاسیون، نیازمند تعیین اختلاف های ایجاد شده بین شئ اولیه و شئ جنرالیزه شده است. هدف این پژوهش ارزیابی الگوریتم های عملگر کارتوگرافی ساده سازی عوارض خطی منفرد، از طریق مقایسه کیفیت داده مکانی قبل و بعد از اجرای این الگوریتم ها، از لحاظ میزان کاهش حجم و حفظ کیفیت هندسی(موقعیت و شکل) داده مکانی اولیه می باشد. بدین منظور، پس از مدل سازی روند انجام تحقیق و ارائه ی مبانی تئوری، در مرحله پیاده سازی، پس از پیاده سازی دو الگوریتم منتخب در تلورانس های مختلف، مقادیر شش شاخص منتخب ارزیابی کیفیت خطوط برآورد می گردد. نتایج مقادیر حاصل از دو الگوریتم ساده سازی N'th point و Length ، نشان میدهد که الگوریتم Length در مجموع از نظر میزان حفظ کیفیت هندسی(کمینه بودن جابجایی موقعیتی و شکل) خطوط نتایج بهتری را ارئه می دهد، اما در رابطه با میزان کاهش حجم داده با اختلافی اندک الگوریتم N'th point عملکرد مناسب تری دارد.

واژه‌های کلیدی : سیستم اطلاعات مکانی، کارتوگرافی، الگوریتم، جنرالیزاسیون، عوارض خطی.

نویسنده مکاتبه کننده : مریم صابری نسب
آدرس پستی : دانشکده نقشه برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
تلفن :
آدرس پست الکترونیک : ezzatabadi@ut.ac.ir

۱- مقدمه

یکی از مسائل مهمی که سازمان‌های نقشه‌برداری و کارتوگرافی با آن مواجهند، به روز رسانی سریع نقشه ها در مقیاس‌های مختلف است و یکی از روش‌های تولید و به روز رسانی نقشه، تولید پایگاه داده‌های کوچک‌مقیاس با استفاده از پایگاه داده بزرگ‌مقیاس طی فرایند جنرالیزاسیون می‌باشد[۱]. براساس تعریف ارائه شده توسط انجمن بین المللی کارتوگرافی(ICA) در سال ۱۹۷۳ جنرالیزاسیون نقشه "نمایش منتخب و ساده‌سازی شده‌ی جزئیات متناسب با مقیاس و/یا هدف نقشه" تعریف شده است[۲]. طبق دستورالعمل‌های سازمان نقشه‌برداری کشور، فرآیند جنرالیزاسیون شامل به کارگیری عملگرهای مختلف می باشد که طی چندین مرحله مدون اجرا می‌گردند. عملگرها، توصیف کننده روش‌های دستی کارتوگراف هستند که می‌بایست به شکل یک الگوریتم خاص اعمال شوند و براساس مدل‌های ریاضی مختلف، الگوریتم‌های مختلفی می‌توانند برای مدلسازی یک عملگر جنرالیزاسیون استفاده شوند[۳و۴]. هر عملگر، طی یکی از انواع جنرالیزاسیون مدل[1] و یا کارتوگرافی[2] اجرا می‌شود. جنرالیزاسیون مدل، یک مجموعه داده با مدل مفهومی با پیچیدگی کمتر تولید می‌کند در حالیکه، جنرالیزاسیون کارتوگرافی، یک مجموعه داده کارتوگرافی را از یک مجموعه داده با مدل مفهومی مشابه تولید می کند و هدف آن بهبود کیفیت بصری و خوانایی نقشه است[۲].

ارزیابی کیفیت داده مکانی یک مسئله اصلی در کارتوگرافی اخیر است. مسئله ارزیابی الگوریتم‌های جنرالیزاسیون، کاملا مشابه با مسئله شباهت اشیاء در پردازش تصویر و نیازمند تعیین اختلاف های ایجاد شده بین شئ اولیه و شئ جنرالیزه شده است[۵]. براساس Lagrange [۶] ارزیابی کیفیت جنرالیزاسیون در سه سطح اشیاء منفرد، گروه اشیاء و یا کل نقشه انجام می‌شود که این ارزیابی می‌تواند براساس هندسه، توپولوژی، معنایی و زیبایی شناسی[3] انجام گیرد[۷].

از آنجا که در هر نقشه توپوگرافی عموما بیش از هشتاد درصد اطلاعات مکانی را عوارض خطی و یا پلیگون‌هایی که مرز آنها به وسیله ی خطوط محدود شده است، تشکیل می دهند[۸ و ۹]، در این تحقیق، مطالعه بر روی عوارض خطی و در سطح اشیاء منفرد صورت می گیرد. عملگرهای بسیاری جهت جنرالیزاسیون عوارض خطی منفرد به‌کار می‌روند که به دلیل کاربرد عمده و فراوانی الگوریتم های عملگر کاهش نقاط، در اینجا به ارزیابی دو الگوریتم موجود در این عملگر پرداخته شده است. الگوریتم‌های این عملگر در طبقه‌بندی جنرالیزاسیون کارتوگرافی واقع می‌شوند.

تعداد مقالات کمی در ارتباط با ارزیابی جنرالیزاسیون کارتوگرافی وجود دارند. برخی محققین به ارائه روش‌هایی جهت ارزیابی کیفیت نقشه از لحاظ ویژگی های شکل، موقعیت و معنایی و در سطوح مختلف جزئیات [۱۰] و یا بررسی کیفیت و خوانایی عوارض کارتوگرافی جنرالیزه شده به کمک شاخص‌های کمی و کیفی پرداختند[۷ و ۱۱]. در زمینه ارزیابی الگوریتم های جنرالیزاسیون کارتوگرافی، تعدادی از محققین به ارائه روش هایی جهت ارزیابی کمی و کیفی الگوریتم های جنرالیزاسیون کارتوگرافی براساس ساختار و شکل خطوط[۱۲] و یا براساس میزان حفظ صحت موقعیتی خطوط و زمان پردازش[۱۳] پرداخته‌اند. در کلیه مقالات ارزیابی موجود تعدادی از الگوریتم‌های یک عملگر بدون توجه به طبقه‌بندی‌های آن‌ها بر اساس نحوه‌ی پیاده‌سازی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، در حالی که طبقه‌بندی بر مبنای پیاده‌سازی داخلی الگوریتم‌ها در ارزیابی کارایی آن‌ها بسیار موثر است. همچنین در اکثر روش های ارزیابی کیفیت موجود، تنها به برخی ویژگی‌های کلی نقشه پس از اجرای الگوریتم‌ها با تلورانس های مختلف پرداخته شده است و ویژگی‌های هندسی منفرد عوارض(شامل تغییرات ایجاد شده در شکل و موقعیت عوارض) کمتر

1 Model Generalization
2 Cartographic Generalization
3 aesthetics

مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در نتیجه در این پژوهش سعی در ارائه ی یک ارزیابی کیفی عوارض خطی منفرد در اثر اجرای الگوریتم‌های ساده‌سازی به شکل جزئی و سپس ارزیابی این الگوریتم‌ها دارد.

در این تحقیق، در اولین مرحله ضمن ارائه ی مبانی تئوری مربوط به ارزیابی الگوریتم‌های جنرالیزاسیون؛ اهداف و مفروضات تحقیق تشریح شده است. در بخش بعد، به مدل‌سازی روند انجام تحقیق پرداخته شده است. سپس در مرحله پیاده سازی، پس از پیاده سازی الگوریتم های منتخب در تلورانس های مختلف، مقادیر شش شاخص منتخب ارزیابی برآورد شده و در نهایت، دو الگوریتم ساده‌سازی براساس میزان حفظ کیفیت خطوط پس از اجرای الگوریتم، مقایسه و ارزیابی شده‌اند.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مبانی ارزیابی الگوریتم های جنرالیزاسیون

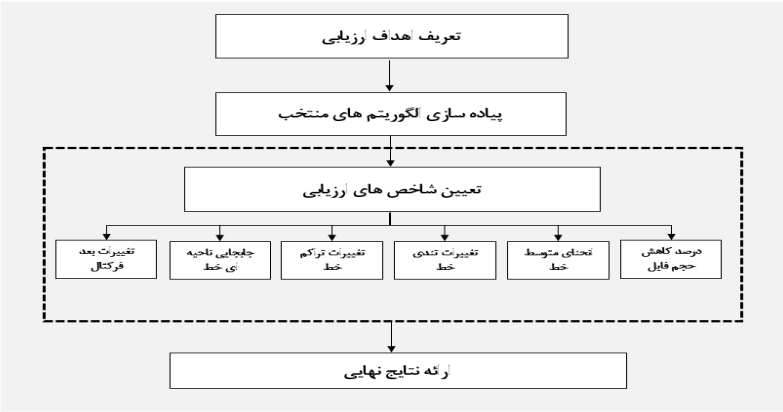
مسئله ارزیابی الگوریتم های جنرالیزاسیون ، کاملا مشابه با مسئله شباهت اشیاء در پردازش تصویر و نیازمند تعیین اختلاف های ایجاد شده بین شئ اولیه و شئ جنرالیزه شده است[۵]. معمولا نتایج عملگرهای جنرالیزاسیون به شکل بصری و بیشتر براساس معیار زیبایی شناسی و کمتر براساس کیفیت، ارزیابی می‌شوند. در حالی که، جنرالیزاسیون یک داده ی دیجیتالی، فرآیندی تحلیلی است و معیارهای مشخصی برای ارزیابی کیفیت نتایج حاصل از آن ضروری است[۱۲].

همواره در هر مسئله‌ی ارزیابی، سه گام اساسی تعیین اهداف، تعریف شاخص های اندازه‌گیری و ارزیابی وجود دارد. به‌طور کلی، دو هدف عمده در فرآیند جنرالیزاسیون دنبال می شود؛ یکی کاهش حجم داده و دیگری، شباهت نقشه‌ی خروجی حاصل به نقشه ی اولیه[۷]. به‌منظور انتخاب مناسب ترین الگوریتم، شاخص های ارزیابی ارائه شده باید متناسب با این دو هدف ارائه شوند. دو فرض اصلی در این تحقیق در رابطه با داده‌های ورودی مورد نظر هستند. مورد اول، یکنواختی[1] عوارض خطی ورودی است، به این معنا که پیچیدگی خطوط در طول یک خط به‌طور متوسط یکسان فرض می شود، بدیهی است که در غیر اینصورت لازم است قبل از اجرای فرآیند خطوط به قطعات با پیچیدگی‌های یکسان تقسیم شوند. فرض دوم، عدم وجود عدم قطعیت[2] مکانی در داده ورودی است، به‌این معنی که خطای موجود در داده اولیه در محاسبات وارد نمی‌شود. در صورت در نظر نگرفتن این فرض، لازم است پس از هر بار اجرای الگوریتم روی داده ها، همزمان تاثیرات هندسی آن روی خط و عدم قطعیت اولیه خط مدلسازی و در ارزیابی‌ها لحاظ شوند.

۲-۲- مدلسازی روند انجام تحقیق

پس از تعریف اهداف و فرضیات در مرحله قبل، لازم است تا ضمن معرفی الگوریتم‌ها و داده‌های ورودی تحقیق، به معرفی مراحل مدلسازی پرداخته شود. مطابق فلوچارت موجود در شکل (۱)، پس از پیاده‌سازی الگوریتم‌های منتخب، در مرحله ارزیابی، ابتدا شاخص های منتخب معرفی و پیاده سازی شده و سپس به‌منظور ارزیابی الگوریتم‌ها، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

1 Homogeneity
2 Uncertainty



شکل ۱: فلوچارت مراحل تحقیق

۲-۳- الگوریتم های جنرالیزاسیون خطوط

به طور کلی هدف از جنرالیزاسیون یک خط، حفظ ظاهر خط با وجود کاهش نقاط آن خط و یا بهبود ظاهر خط با داشتن دانش کافی از چگونگی ظاهر آن خط است[۱۳]. در جدیدترین طبقه‌بندی الگوریتم‌ها که توسط Li [۱۴] ارائه شده است، الگوریتم های جنرالیزاسیون عوارض خطی به الگوریتم‌های مرتبط با مقیاس و الگوریتم‌های غیر مرتبط با مقیاس و در چهار گروه تقسیم‌بندی شده‌اند. الگوریتم های غیر مرتبط با مقیاس شامل دو گروه الگوریتم‌های کاهش نقاط عوارض خطی منفرد (simplification) و الگوریتم های نرم سازی عوارض خطی منفرد(smoothing) می‌باشند. الگوریتم های کاهش نقاط عوارض خطی منفرد سعی در بهترین تقریب از خط اصلی با کمترین تعداد نقاط را دارند وخروجی جهت نمایش خط در همان مقیاس مشابه استفاده می شود، فلذا در طبقه بندی جنرالیزاسیون کارتوگرافی واقع می‌شوند.

در الگوریتم‌های حذف نقطه، نقاط می توانند بدون اینکه اعوجاج عمده‌ای در شکل خط ایجاد شود، با دو روش اصلی تشخیص گوشه‌ها[1] (شناسایی مستقیم نقاط دارای بیشترین اهمیت و انتخاب براساس یک حد آستانه ی داده شده) و تقریب انحنا[2] (به دست آوردن غیرمستقیم نقاط با تقریب انحنای خط با استفاده از تعدادی از تکه خطوط) کاهش یابند[۱۴]. روش تقریب انحنا(تقریب پلیگونی) ، دو حالت دارد: روش ترتیبی و روش تکراری. در طبقه بندی Li [۱۴]، دو پارامتر معیار استفاده شده در الگوریتم و تکرار فرآیند به‌طور همزمان لحاظ شده و سه گروه الگوریتم‌های ترتیبی با پارامترهای هندسی به‌عنوان معیار، الگوریتم های تکراری با پارامترهای هندسی به‌عنوان معیار و الگوریتم‌هایی با تابعی از پارامترهای هندسی به عنوان معیار را پیشنهاد می‌دهد.

در این قسمت، به تشریح دو الگوریتم منتخب در این تحقیق، از گروه الگوریتم های ترتیبی با پارامترهای هندسی به‌عنوان معیار، پرداخته می‌شود. این الگوریتم‌ها شامل الگوریتم براساس تعداد نقاط(N’th point) و الگوریتم براساس طول(Length) می‌باشند. در ادامه روند این دو الگوریتم، مختصرا تشریح می‌گردند:

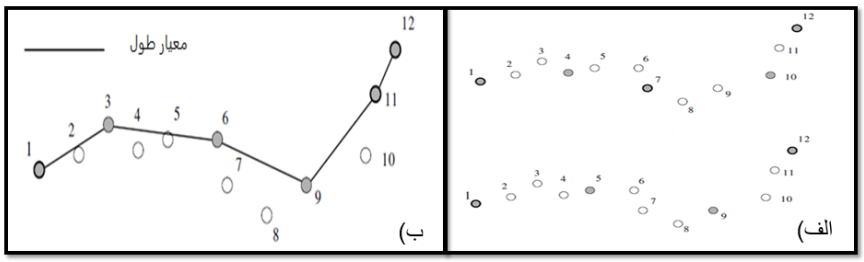
- الگوریتم براساس تعداد نقاط

ساده ترین الگوریتم حذف نقاط یک خط، براساس تعداد نقاط[۱۵]، الگوریتم Nth points نام دارد. این الگوریتم بسیار ساده، غنی‌شدگی اطلاعات نقاط را به هیچ وجه در نظر نمی گیرد. بنابراین، نقاطی که حفظ می‌شوند ممکن است اصلا جزء نقاط بحرانی خط، نباشند. با این حال، در عمل، اگر تراکم نقاط روی خط بالا باشد، این الگوریتم ساده، بسیار خوب عمل خواهد کرد. این الگوریتم نقاط را با یک بازه از N نقطه انتخاب می‌کند.

1 Corner detection
2 Curve approximation

- الگوریتم براساس طول

الگوریتم ساده ی دیگر انتخاب یک نقطه در یک فاصله ی مشخص از نقطه ی انتخاب شده ی قبلی است[۱۵] که این فاصله، معیار طول نامیده می شود. ایده‌ی اصلی الگوریتم، این است که اگر فاصله بین نقاط کمتر از معیار داده شده باشد، واریانس های بین دو نقطه می توانند در نظر گرفته نشوند. الگوریتم بدین ترتیب عمل می کند که ابتدا دو نقطه انتهایی خط انتخاب و فاصله‌ی بین این نقطه اخیر و نقطه انتخاب شده ی قبلی محاسبه میگردد. درصورتی که طول محاسبه شده، بزرگتر از معیار داده شده باشد، این نقطه انتخاب شده و در غیر این صورت نقطه بعدی در نظر گرفته می شود. این مراحل تا رسیدن به معیار مورد نظر تکرار می گردد. این الگوریتم نیز بسیار ساده بوده و اطلاعات در برگرفته شده‌ی نقاط را در نظر نمی‌گیرد. شکل (۲-الف و ب) روند کلی این دو الگوریتم را به تصویر کشیده است.



شکل ۲: اساس عملکرد الگوریتم الف) N'th point ، ب) Length

۲-۴- ارزیابی الگوریتم‌ها

هر الگوریتم جنرالیزاسیون تفسیر خود را از این فرایند و یک پیاده‌سازی درونی از یک عملگر خاص آن را ارائه می‌کند. از آن‌جا که هیچ یک از روش‌های کنونی هیچگونه اطلاعاتی در رابطه با کیفیت مدل جنرالیزاسیون خود ارائه نمی‌کنند، نمی‌توان به‌طور مشخص گفت که چه الگوریتمی به‌منظور انجام فرایند جنرالیزاسیون مناسب می‌باشد[۵]. بنابراین ارائه شاخص‌هایی برای بررسی میزان کیفیت داده‌ها و یا ارائه روش‌هایی برای ارزیابی میزان کارایی این الگوریتم‌ها یکی از مسائل بسیار مهم و ضروری است.

۲-۴-۱- شاخص‌های ارزیابی

اجرای الگوریتم های عملگر ساده سازی جنرالیزاسیون، بر روی کیفیت عوارض خطی، تاثیر می گذارد[۱۲]. در این رابطه، به دلیل نیازهای موجود، توسعه معیارها و سنجه‌هایی برای اندازه‌گیری و سنجش کیفیت داده‌ها و ارزیابی میزان کارایی الگوریتم های این عملگر امری ضروری به‌نظر می‌رسد. پس از اجرای هر الگوریتم با مقادیر تلورانس‌های مختلف، به منظور ارزیابی کیفیت داده ی حاصل از ساده سازی، ضمن معرفی پارامترهای زیر و سپس سنجه‌های منتخب شرح داده شده در جدول (۱)، در نهایت براساس درصد کاهش حجم فایل، انحنای متوسط، درصد تغییرات بعد فراکتال، میزان تراکم خط، تغییرات تندی خط و جابجایی ناحیه ای خط حاصل، ارزیابی و مقایسه کارایی الگوریتم‌ها انجام می‌گیرد. براساس اهداف مورد نظر در این تحقیق، توسط این شش سنجه، ضمن سنجش میزان کاهش حجم داده، سایر سنجه‌ها به منظور ارزیابی میزان حفظ کیفیت خطوط از نظر هندسی(تغییر شکل و یا تغییر موقعیت) استفاده می‌گردند.

- تلورانس : پارامتر تلورانس، تعیین کننده میزان ساده سازی خط است که معمولا برابر یا کمتر از حداقل خطای موقعیتی مجاز نقشه و توسط کاربر تعیین میشود و تاثیر عمده ای در نتیجه اجرای الگوریتم ها دارد.
- پلیگون‌های sliver : ناحیه ایجاد شده بین خط اصلی و خط ساده‌سازی شده، پلیگون های sliver نامیده می‌شوند. از تقسیم مساحت این پلیگون ها بر طول خط ساده شده، یک واحد جابجایی ایجاد می‌گردد.

- بعد فراکتال : بعد فراکتال شاخص معرف میزان پیچیدگی خط(میزان تغییرات جزئیات خط) است که اینجا مقادیر بین ۱ تا ۲ داشته و انتظار می رود با افزایش میزان ساده سازی خط، میزان این پارامتر کاهش یابد.
- میزان موجی بودن خط : این سنجه از تقسیم طول خط ساده سازی شده بر طول خط واصل نقطه ابتدا و انتهای خط به دست می آید و میزان موجی بودن خط را نشان می دهد.
- تغییرات زاویه ای در طول خط : مجموع زوایای تشکیل شده بین بردارهای متوالی خط در همه رئوس آن، تغییرات زاویه ای در طول خط را نشان می‌دهد.

جدول ۱: سنجه‌های ارزیابی مورد استفاده در این تحقیق

سنجه	تعاریف	روابط
درصد کاهش حجم فایل	حجم فایل قبل و بعد از ساده سازی (به کیلوبایت) توسط windows explorer محاسبه و درصد کاهش حجم فایل پس از ساده سازی تعیین می گردد.(f تعداد رئوس خط اصلی و f0 تعداد رئوس خط ساده شده را نشان می‌دهد.)	F = 100 – (f / f0)*100
انحنای متوسط(شکل)	نسبت تغییرات زاویه ای در واحد طول خط(کیلومتر) است و میزان انحنای زاویه ای خط را در واحد طول نشان می دهد.(C)	C = (angle / L)*1000
درصد تغییرات بعد فراکتال(شکل)	نسبت تغییرات بعد فراکتال خط قبل و بعد از ساده‌سازی به صورت درصد بیان می‌گردد و نشان دهنده‌ی تغییرات پیچیدگی خط پس از اعمال الگوریتم‌های ساده‌سازی است.(DIM بعد فراکتال خط ساده شده و DIM0 مربوط به خط اصلی است.)	T = DIM/DIM0
میزان تراکم خط(شکل)	نسبت تغییرات تعداد رئوس خط است که یکی از شاخص‌های تشخیص تغییرات تراکم خط است.(V تعداد رئوس خط ساده شده و V0 تعداد رئوس خط اصلی)	DENSITY = (V / V0)*100
تغییرات تندی خط(شکل)	تندی یک خط، به معنی بزرگی و اندازه ی تغییرات زوایه‌ای خط است و از تقسیم جمع زوایای خط ساده شده بر همین جمع در خط اصلی به‌دست می‌آید و سپس به صورت درصد بیان می شود.(angle جمع‌زوایای خط ساده شده و angle0 جمع زوایا خط اصلی است.)	ANGULARITY = (angle / angle0)*100
جابجایی ناحیه ای خط(موقعیت)	مساحت پلیگون sliver می تواند با تقسیم بر طول خط ساده سازی شده یک واحد جابجایی را تولید کند که بیانگر میزان جابجایی مکانی خط است.(D)	D= A / L

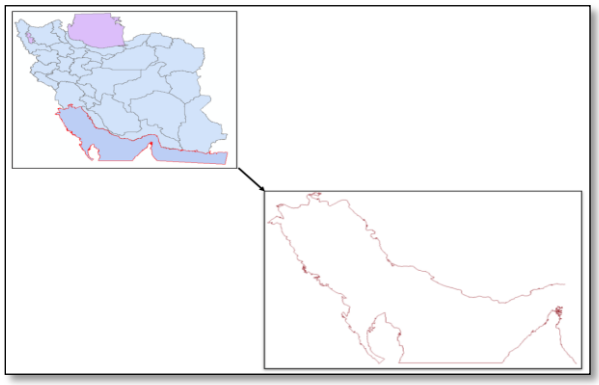
۳- پیاده‌سازی

۳-۱- داده تست ورودی

داده تست منتخب برای انجام پردازش ها در این تحقیق، قسمتی از لایه مرز(خط ساحلی) دریای جنوب ایران(خلیج فارس) می‌باشد، ویژگی‌های این لایه خطی انتخاب شده از جمله؛ تعداد نقاط تشکیل دهنده خط (تعداد رئوس)، طول خط و ویژگی‌های مربوط به میزان پیچیدگی این لایه خطی شامل بعد فرکتال و میزان موجی بودن خط، در جدول (۲) آورده شده است. همچنین عارضه خطی انتخاب شده در شکل (۳) قابل مشاهده است.

جدول ۲: ویژگی‌های مجموعه داده تست ورودی

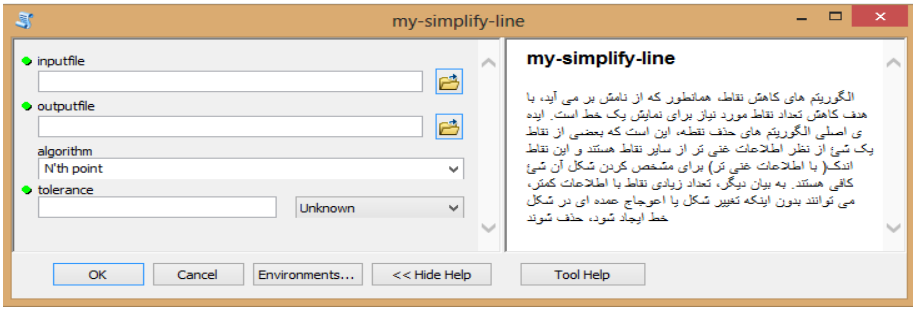
نام لایه خطی	طول خط(کیلومتر)	تعداد رئوس خط	میزان موجی بودن خط	بعد فرکتال خط
خط ساحلی خلیج فارس ایران	۴۴/۳۷۰۶	۲۸۸۲	۱۵ /۳۴۱۶۵	۱۰۰۷۱/۱



شکل ۳: داده تست ورودی جهت ارزیابی

۳-۲- پیاده‌سازی الگوریتم ها

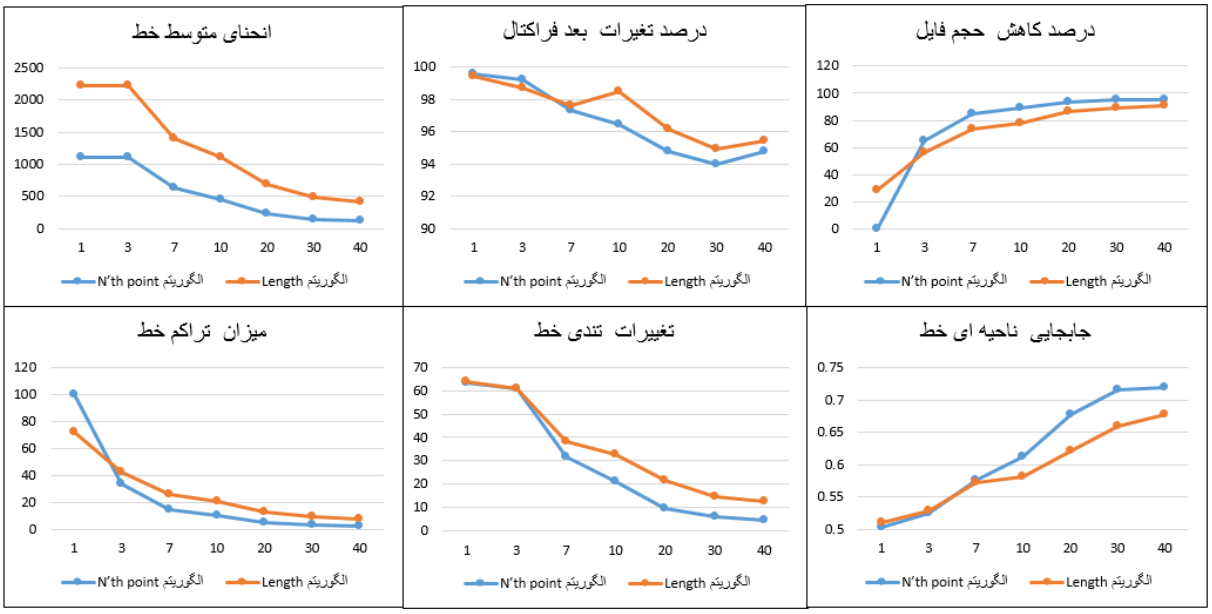
به منظور سهولت در اجرای این الگوریتم‌ها در نرم‌افزار ArcGIS 10.2، جهت پیاده سازی الگوریتم‌ها، اسکریپت نویسی در این نرم‌افزار به زبان پایتون انجام شده و همانطور که در شکل (۴) مشاهده می‌گردد، الگوریتم‌ها به‌صورت ابزار به جعبه ابزار نرم‌افزار افزوده شدند به گونه‌ای که به کاربر امکان می‌دهد که با تعیین مقدار تلورانس مورد نظر و انتخاب الگوریتم، ساده‌سازی مورد نظر خود را انجام دهد.



شکل ۴: پیاده سازی الگوریتم ها در نرم افزار ArcGIS 10.2

۳-۳- نتایج پیاده سازی شاخص‌های ارزیابی

پس از پیاده‌سازی الگوریتم ها در چندین تلورانس مختلف،که توسط کاربر تعیین می گردند، مقادیر تشابه هندسی خط اولیه و جنرالیزه شده، براساس هریک از سنجه‌های هندسی مورد اندازه گیری در این تحقیق، برای دو الگوریتم مورد مقایسه، محاسبه شدند. در نمودارهای موجود در شکل ۵ تغییرات هریک از سنجه ها با تغییر پارامتر تلورانس مربوطه، جهت بررسی و مقایسه نشان داده شده اند. لازم به ذکر است، به‌منظور پیاده‌سازی شاخص‌ها در نرم‌افزار ArcGIS 10.2، کدنویسی شاخص ها به صورت اسکریپت در این نرم‌افزار به زبان پایتون انجام شده و سپس نتایج حاصل از اجرای شاخص ها روی خطوط، به ترتیب زیر گزارش شده اند.



شکل ۵: تغییرات هریک از سنجه ها با تغییر پارامتر تلورانس

۴- بحث و نتیجه گیری

ارزیابی الگوریتم های جنرالیزاسیون، نیازمند تعیین اختلاف های ایجاد شده بین شئ اولیه و شئ جنرالیزه شده و با هدف سنجش میزان کارایی الگوریتم جنرالیزاسیون اجرا شده مورد نظر است[۵]. این ارزیابی، با توسعه شاخص‌هایی جهت سنجش میزان کاهش حجم داده و همچنین میزان حفظ کیفیت خطوط از نظر هندسی (تغییر شکل و یا تغییر موقعیت) توسط الگوریتم ها انجام می‌گیرد. در این تحقیق، پس از پیاده سازی الگوریتم ها و اجرای آنها در تلورانس های مختلف، مقادیر شش شاخص درصد کاهش حجم فایل، انحنای متوسط، درصد تغییرات بعد فراکتال، میزان تراکم خط، تغییرات تندی خط و جابجایی ناحیه ای خط، برآورد گردید. همانطور که در نتایج قابل مشاهده است، در هردو الگوریتم N'th point و Length، با افزایش مقادیر تلورانس، که در واقع بیانگر افزایش میزان ساده سازی انجام شده توسط الگوریتم هاست، حجم فایل به شدت کاهش می یابد ولی نرخ این کاهش در الگوریتم N'th point بیشتر است. در رابطه با چهار سنجه ی مرتبط با تغییرات شکل خطوط شامل تراکم، تندی، انحنای متوسط و بعد فرکتال خط، در هر دو الگوریتم با افزایش مقدار تلورانس مقادیر سنجه ها کاهش می‌یابند. بنابراین با افزایش ساده‌سازی، پیچیدگی های خط کاهش یافته است اما نرخ این کاهش در الگوریتم N'th point بیشتر است، بدین معنی که با افزایش ساده‌سازی تغییر شکل بیشتری توسط این الگوریتم رخ می دهد. در رابطه با سنجه ی تغییر موقعیت خط، یعنی جابجایی ناحیه‌ای، در هر دو الگوریتم با افزایش مقادیر تلورانس، میزان جابجایی موقعیتی افزایش یافته است اما مقدار این جابجایی در الگوریتم N'th point بیشتر است. با توجه به نتایج حاصله و از آنجا که هدف، حصول کمترین اختلاف در اثر پیاده‌سازی الگوریتم ها می‌باشد، می توان گفت الگوریتم Length در مجموع

جابجایی موقعیتی و شکل کمتری ایجاد می‌کند اما در رابطه با حجم داده با اختلافی اندک الگوریتم N'th point نتایج بهتری را ارائه می‌دهد.

مراجع

[1] H. Yan, J. Li, Spatial Similarity Relations in Multi-scale Map Spaces. Springer, Switzerland, 2015.

[2] S. Schmid, S, Automated constraint based evaluation of cartographic generalization solutions. Master Thesis. Department of Geography.University of Zurich, 2008.

[3] S. Steiniger, R. Weibel, Relations among map objects in cartographic generalization.Cartography and Geographic Information Science, 34(3): 175-197, 2007.

[4] T. Foerster, J. Morales, J.A. Stoter, classification of generalisation operators formalised in OCL. In Proceedings of GI-Days 2008: Interoperability and spatial processing in GI applications, Pebezma, E. and Bartoschek, T. (Editors), Münster, Germany, 16-17, 2008.

[5] Y. Filippovska, V. Walter, D. Fritsch, Quality evaluation of generalization algorithms. In: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Beijing, 799–804, 2008.

[6] J.P. Lagrange, Analysis of constraints and their relationship with generalization process management. In Second Workshop on Progress in Automated Map Generalization, Gavle, Sweden, 1997.

[7] K.H. Anders, J.H. Haunert, E.S. Podolskaya, M. Sester, Quality Assessment for Polygon Generalization. In A. Stein, W. Shi, & W. Bijker (Eds.), Quality Aspects in Spatial Data Mining 211-220. 2008.

[8] R. Weibel, Three essential building blocks for automated generalization in Muller, J. C., Lagrange, J. - P.,. Weibel, R. (Eds.), GIS and Generalization: Methodology and Practice, London: Taylor and Francis, 56-69, 1995.

[9] J.C. Muller, Generalization of Spatial Databases in Geographic Information Systems, Principles and Application, 1991.

[10]R. Frank, M. Ester, A Quantitative Similarity Measure for Maps, Proceedings of 12th International Symposium. Progress in Spatial Data Handling. Springer, 435-150, 2006.

[11] J. Stoter, M. Post, V. van Altena, R. Nijhuis, B. Bruns, Fully automated generalization of a 1:50k map from 1:10k data.Cartography and Geographic Information Science, 41(1): 1-13, 2014.

[12] A. Skopeliti, T. Lysandros, A methodology for the assessment of generalization quality. In: Fourth ICA workshop on progress in automated map generalization, 2–14, 2001.

[13] W. Shi, C. Cheung, Performance evaluation of line simplification algorithms for vector generalization. The Cartographic Journal, 2013.

[14] Z. Li, Algorithmic foundation of multi-scale spatial representation. CRC Press, 2006.

[15] R.B. McMaster, "Automated line generalization". Cartographica 24(2), 74-111, 1987.

Comparison and performance evaluation of generalization algorithms of linear features in topographic maps

Saberinasab,M. *[1], Karimi,M. [2]

1-Ms.c student of GIS in Department of Geomatics, K.N.Toosi University of Technology

2- Assisstant professor in Department of Geomatics, K.N.Toosi University of Technology

Abstract

Map generalization is the Selection and simplified representation of detail appropriate to the scale and/or the purpose of a map. The process involves the use of different operators which runs during one of the Cartographic or model Generalization. The purpose of Cartographic Generalization, is to improve visual quality and legibility of the map. During the process of digitizing, cartographers face two main problems which are; quality of presented data and the file size. Despite that the process of line generalization is a superior solution to overcome these two problems, it produces lots of errors which affects geometrical structure and the spatial position of the original line. Evaluating Generalization algorithms, needs to determine the differences created between the original and the generalized object. This study aims to evaluating algorithms for cartographic simplification of individual linear features by means of comparing quality aspects of spatial data, before and after performing these algorithms in case of reduction of data volume and maintaining geometrical quality (position and shape) of original data. For this reason, after modelling the process of the research and presenting the fundamentals of the theory, in the implementation stage, after the implementation of the two algorithms in different tolerance values, values of six indicators of quality assessment estimated. The results of evaluation of two algorithms, N'th point and Length, showed that in terms of maintaining geometrical quality (minimum displacement of the position and shape change) the Length algorithm provides better results though in case of reducing the data volume N'th point algorithm, with a little difference has a better performance.

Keywords: Geospatial information system(GIS), Cartography, Generalization, algorithm, linear feature.