

مفهوم و کاربرد توپولوژی در پایگاه اطلاعات زمین مرجع (Geodatabase)

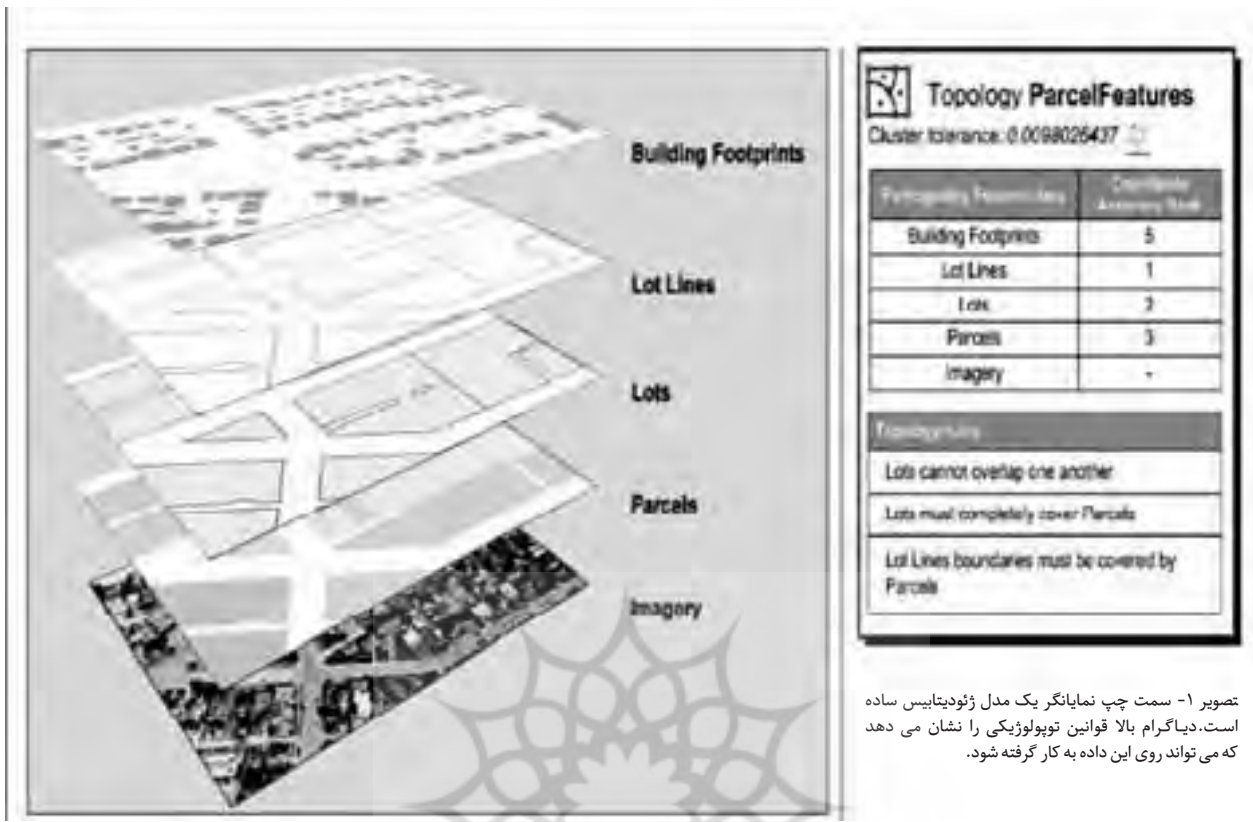
گرد آوری و ترجمه: رامنا قلمبر دزفولی / کارشناس ارشد مرکز اطلاعات جغرافیایی شهر تهران (TGIC)

چکیده: یکی از مسائل مهم در پایگاه داده GIS اطمینان از صحت هندسی اطلاعات و نحوه به روزرسانی اطلاعات است. نرم افزار Arc GIS بدین منظور ابزار مفیدی را در اختیار می‌گذارد تا با انتخاب گزینه‌های مناسب سعی در انجام این مهم داشته باشد. یکی از این ابزار توپولوژی است. توپولوژی در رفتارهای GIS داده فضایی کاربرد دارد. توپولوژی این امکان را به نرم افزار GIS می‌دهد تا به سوالاتی مانند مجاورت، اتصال، نزدیکی و انطباق پاسخ دهد. در ArcGIS، توپولوژی ژئودیتابیس یک روش انعطاف پذیر و قدرتمند برای تشخیص قوانین برای ایجاد و نگهداری کیفیت و یکپارچگی داده‌ها به همراه ابزار ویرایش (Editing) و نگهداری مناسب ارائه می‌دهد. کلیدواژه: توپولوژی، ژئودیتابیس (GDB)، دسته عارضه، بازه خوشه‌ای

مقدمه

توپولوژی روابط فضایی بین عارضه‌های جغرافیایی است و اساساً نوعی اطمینان از کیفیت داده‌ها می‌باشد. توپولوژی قابلیت تحلیل فضایی پیشرفته را داشته و نقشی اساسی را در یک پایگاه داده GIS بازی می‌کند. قبلاً در فرمت ArcINFO Coverage صدها هزار کاربر جهانی GIS فواید توپولوژی را با اجرای ابزار Clean و Build در پایگاه داده خودشان آموخته‌اند. سپس ArcGIS یک ابزار ویرایشی مناسب جدید معرفی کرد که برای ساخت و نگهداری روابط توپولوژیکی در یک پایگاه اطلاعات زمین مرجع یا Geodatabase (GDB) ضروری بود. در ArcGIS با قابلیت Validate Topology از یکپارچگی داده‌ها بوسیله اعتبار دادن به عوارض (Feature) درون یک

ژئودیتابیس (GDB) در مقابل یک گروه از قوانین توپولوژی اطمینان حاصل خواهد شد. یکی از اهداف اولیه در ArcGIS اضافه کردن توپولوژی به ژئودیتابیس (GDB) است. قبل از آمدن ArcGIS نسخه ۸/۳ توپولوژی بعنوان یک عارضه از داده مدل ArcINFO Coverage بود. هم اکنون ژئودیتابیس ArcGIS این فرصت را برای کاربران GIS مهیا می‌کند تا با مفهوم توپولوژی و کاربرد آن در مدل کردن داده فضایی بیشتر آشنا شوند. این مقاله سعی در معرفی توپولوژی ژئودیتابیس و شرح یک مدل داده قطعات ملکی ساده دارد.



تصویر ۱- سمت چپ نمایانگر یک مدل ژئودیتابیس ساده است. دیاگرام بالا قوانین توپولوژیکی را نشان می دهد که می تواند روی این داده به کار گرفته شود.

برخلاف مدل داده Coverage که مدل های یک پلی گون بعنوان مجموعه ای از آرک ها و نقاط برچسب گذاری بود. قابلیت نگهداری کامل هندسه یک عارضه ساده (مانند پلی گون یک پارسل) یکی از امتیازات مدل ژئودیتابیس است بدین ترتیب عارضه همیشه برای نمایش و تحلیل در دسترس است.

توپولوژی در ArcGIS چگونه اجرا می شود؟
توپولوژی بعنوان مجموعه ای از قواعد اجرا می شود که رفتار عوارض جغرافیایی مرتبط فضایی و دسته عارضه ها را تعریف می کند.



قواعد توپولوژی وقتی برای عوارض جغرافیایی یا دسته عارضه ها در یک ژئودیتابیس به کار می رود این امکان را به کاربران GIS می دهد تا روابط فضایی مانند اتصالات

نخیره سازی و مدل کردن داده در ژئودیتابیس (GDB)

ژئودیتابیس یک ساختار نخیره سازی باز برای نخیره و مدیریت داده های مرتبط GIS شامل هندسه فضایی، جدولی و تصویری (بردار، رستر و جداول خصوصیات) در یک سیستم مدیریت پایگاه داده است (DBMS). ژئودیتابیس از مدل داده رابطه ای تبعیت می کند که در آن هر شی و خصوصیات مربوط به آن در یک سطر از یک جدول نخیره می شود. یک شی نمایانگر یک عارضه یا یک جز از جهان واقعی است که GIS برای شبیه سازی آن طراحی شده است. (مانند پارسل یا قطعات ملکی، یک ساختمان، یک روشنایی خیابان، یک رودخانه و...) یک مجموعه ای از عوارض مشابه (اشیا) مانند پارسل ها، ساختمان ها، یا رودخانه ها در یک جدول DBMS به نام دسته عارضه (Class Feature) نخیره می شوند. مجموعه هایی از دسته عارضه هایی که دارای روابط با هم بوده و دارای مرجع مکانی یکسان هستند می توانند در یک ساختار بزرگتر به نام Feature Data Set سازمان دهی شوند.

هر عارضه در یک ژئودیتابیس (مانند یک پلی گون پارسل) شامل شکل (هندسه) خود می شود و می تواند به تنهایی وجود داشته باشد

(آیا تمام خطوط معابر به هم وصل هستند؟)

مجاورت (آیا بین پلی گون پارسل‌ها فضای خالی وجود دارد؟) را مدلسازی کنند. توپولوژی همچنین برای مدیریت تجمیع هندسی منطبق بر هم بین دسته عارضه‌های مختلف استفاده می‌شود (برای مثال آیا تمام خط کناره ساحلی برمرزهای کشور منطبق است یا نه؟)

ArcGIS همچنین شامل مجموعه‌ای از توابع عملیاتی فضایی (ابزار ویرایشی) برای اصلاح هندسه اشتراکی است که کمک زیادی به پیدا کردن خطاها در روابط فضایی که بر پایه قواعد مورد نظر کاربر است می‌کند. بعنوان یک نمونه اینکه چطور توپولوژی در مدل داده ArcGIS می‌تواند کاربرد داشته باشد. از تصویر ۱ می‌توان استفاده کرد که یک ژئودیتابیس ساده، پارسلها، بلوکها، اعیانی را نمایش می‌دهد و یک نمونه از قواعد توپولوژی را که در این داده بکار رفته نشان داده شده است.

توپولوژی چگونه در ژئودیتابیس مدلسازی می‌شود؟
در ArcGIS یک توپولوژی می‌تواند برای یک یا چند دسته عارضه (Feature Class) در یک Data Set تعریف شود. این توپولوژی برای چندین نقطه، خط و پلی گون Class Feature مختلف قابل تعریف است. یک توپولوژی مجموعه‌ای از قوانین برای روابط فضایی با چند خصوصیت انتخابی مهم شامل یک انتخاب بازه خوشه‌ای، تعیین رتبه دسته عارضه (برای دقت هماهنگی)، خطاها (ناقضان قوانین تعریف شده) و هرگونه استثنایی نسبت به قوانین مشخص شده می‌باشد. از نسخه ۸/۳ به بعد Arcinfo و Arceditor شامل یک جعبه ابزار مخصوص توپولوژی (Topology Wizard) برای انتخاب دسته عارضه هایی است که قرار است در توپولوژی شرکت کنند و همچنین شامل تعریف خصوصیات ذکر شده است.

قوانین توپولوژی

قوانین توپولوژی می‌توانند برای عوارضی که داخل یک دسته عارضه یا چند دسته عارضه هستند تعریف شود. از قواعد نمونه می‌توان به مواردی چون: پلی گونهای شرکت کننده در توپولوژی نباید همپوشانی داشته باشند، خطوط نباید دارای قسمت زائد باشند، نقاط باید با مرزهای یک پلی گون پوشیده شوند، بین یک دسته پلی گون نباید فضای خالی وجود داشته باشد، خطوط یکدیگر را نباید قطع کنند، و نقاط باید فقط در انتهای مسیرها قرارگیرند اشاره نمود. قوانین توپولوژی همچنین می‌تواند برای زیر مجموعه‌های یک Feature Class تعریف شود. برای ArcGIS بیش از ۲۵ قانون توپولوژی برنامه ریزی شده است. توپولوژی ژئودیتابیس از زمانی که شما قانونی را روی داده‌ها در یک دسته عارضه یا مجموعه دسته عارضه (Dataset Feature) اعمال می‌کنید قابل تغییر خواهد بود.

خصوصیات توپولوژی

بازه خوشه‌ای (Cluster Tolerance) مشابه بازه فازی است. و نشان دهنده بازه‌ای از فاصله‌ها برای رئوسی است که منطبق بر هم بنظر می‌رسند. رئوس و نقاط انتهایی که فاصله آنها در بازه خوشه‌ای قرار گیرند در فرایند اجرای توپولوژی یکی می‌شوند. درجه دقت هماهنگی (Coordinate Accuracy Ranks) روی سطح دقت یک دسته عارضه تعریف می‌شود و اینکه چه میزان عوارض در آن دسته می‌توانند پتانسیل جابجایی در ارتباط با عوارض سایر دسته‌ها در هنگامی که Validate Topology اجرا

چرا به توپولوژی نیاز است؟

توپولوژی در رفتارهای GIS داده فضایی کاربرد دارد. توپولوژی این امکان را به نرم افزار GIS می‌دهد تا به سئوالاتی مانند مجاورت، اتصال، نزدیکی و انطباق پاسخ دهد. در ArcGIS، توپولوژی، روشی انعطاف پذیر و قدرتمند را برای مشخص کردن قوانینی به منظور ایجاد، نگهداری کیفیت و تجمیع داده‌های فضایی به کاربران ارائه می‌دهد. بعنوان مثال شما می‌خواهید بدانید که آیا تمام پلی گونهای پارسلهای شما بصورت یک حلقه بسته هستند، آیا با یکدیگر همپوشانی دارند، و آیا هیچ فضای خالی بین پارسلها وجود دارد یا نه؟ شما همچنین می‌توانید از توپولوژی برای تایید روابط فضایی بین دسته عارضه‌ها استفاده کنید بطور نمونه خطوط دور بلوکها در مدل داده پارسلها باید هندسه مشترک با مرزبندی پارسلها را داشته باشد.

روابط توپولوژیکی می‌تواند بعنوان قیود فضایی که شما می‌خواهید آنها را برای داده فضایی اعمال کنید مورد توجه قرار گیرد. نرم افزار ArcGIS این روابط را اعمال می‌کند و به شما اجازه می‌دهد که بدانید چه زمان این قیدها شکسته شده است. برای پشتیبانی این مسئله، ابزار تعبیه شده در نرم افزار GIS باید قیود و محدودیتهای فضایی را تشخیص و ابزار مورد نیاز برای پیدا کردن و از بین این نقض کنندگان قیدها را ارائه دهد.



تصویر ۲

بسته به نوع خطا و نوع عارضه ارائه می‌دهد.

مستثنیات

در هنگام رفع خطاها کاربر می‌تواند همواره از اختیار مارک کردن یک خطای خاص یا مجموعه‌ای از خطاها بعنوان مستثنیات استفاده کند. نمونه‌های متعددی وجود دارد که در هنگام فرایند برای ما خیلی از خطاها قابل قبول است و نیاز به رفع آن نیست. در این موارد خطاها باید بعنوان مستثنیات مارک شود. برای مثال اگر ساختمان در تصویر زیر (قسمت هاشور خورده) یک فروشگاه بزرگ باشد این ساختمان چند پارسل را همپوشانی می‌کند و این یک خطا نیست بلکه می‌تواند به عنوان یک استثنا نسبت قانون معین شده در نظر گرفته شود.

زمانی که خطای بی‌عنوان استثنا مارک شود، به همان حالت باقی می‌ماند تا وقتی دوباره به حالت خطا برگردانده شود. و از حالت استثنا خارج گردد. اجرای فرایند Validate Topology در جاهایی مشابه مثال فوق خطا نمی‌گیرد زیرا بعنوان استثنا مارک شده است.

هندسه مشترک

یکی از امتیازات اجرای فرایند Validate Topology این است که هندسه بین عارضه‌ها و دسته عارضه‌ها را تعدیل می‌کند (بنابراین رئوس داخل بازه خوشه‌ای بر هم منطبق شده یا دارای مختصات یکسان می‌شوند). این هندسه مشترک مانند داده مدل Coverage بصورت فیزیکی در پایگاه داده ذخیره نمی‌شود بلکه بجای آن اجزای توپولوژیکی مانند مرزهای منطبق بر هم و سایر

می‌شود داشته باشد. اندازه درجه بالاتر دارای جابجایی کمتری در عارضه هاست.

خطاهای Validate Topology

عملیات اعتبار سنجی توپولوژی (Validate Topology) برای انطباق هندسه عوارض بکار می‌رود، جایی که فاصله رئوس داخل بازه دسته‌ای قرار می‌گیرند و برای کنترل جاهایی که قوانین وضع شده در توپولوژی برای آن نقض شده است.

Validate Topology با انطباق رئوس عوارضی که فاصله آنها در بازه خوشه‌ای قرار گرفته با توجه به درجه دقت هماهنگی آغاز می‌شود اگر رئوس عارضه در فاصله بازه‌ای مورد نظر پیدا شود، عوارض از دسته عارضه‌ای که کمترین درجه دقت هماهنگی را دارند می‌توانند به عارضه‌هایی با درجه بالاتر انتقال یابند. بعنوان یک فرایند عادی Validate Topology رئوس را در جایی که عوارض با هم تقاطع دارند اگر یک راس در محل تقاطع وجود نداشته باشد آنرا بصورت خودکار اضافه می‌کند.

همچنین اگر در حین فرایند Validate Topology جایی نقض قوانین تعریف شده مشخص شود بعنوان خطا مارک می‌گردد. فهرست کاملی از خطاهای توپولوژی در جعبه خصوصیات Arcmap و ArcCatalog در دسترس است. در Arcmap Inspector می‌توان برای لیست کردن یا نمایش خطا آنرا در Error یافت.

اصلاح خطاها در توپولوژی

زمانی که خطایی در حین فرایند Validate Topology کشف می‌شود کاربر می‌تواند یکی از سه گزینه زیر را اختیار کند.

۱- تصحیح خطا با استفاده از ابزار Fix Topology Error یا

سایر روشهای اصلاح

۲- رها کردن خطا بدون تصحیح آن

۳- مارک کردن خطا بعنوان یک استثنا

ابزار Fix Topology Error روشهای گوناگونی را برای رفع خطا



روابط توپولوژیکی در هنگام حرکت روی آنها مشخص می‌شود. برای مثال وقتی شما روی یک خط یا نقطه با ابزار Topology Edit کلیک می‌کنید این ابزار عوارضی را هم که با عوارض انتخاب



تصویر ۳

شده هندسه اشتراکی دارند معلوم می‌کند، و تغییرات ویرایش روی تمام عوارض دارای هندسه اشتراکی اعمال خواهد شد. تشخیص هندسه‌ی اشتراکی بر خلاف روابط ذخیره شده در پایگاه داده، فواید اجرایی مهمی را در حین اصلاح داده‌ها ارائه می‌کند. ابزار Editing در ArcGIS همچنین انعطاف پذیری بیشتری را در این خصوص دارد. برای مثال وقتی در محیطی کار می‌کنید که خطوط مرزی پلی گون فقط یکبار ذخیره شده است. این غیر عادی نیست که مشخص شود که مرزهای دقیق بین لایه‌ها (دسته عارضه) واقعا" بر هم منطبق نیستند، و ترسیم مجدد کامپیوتری خطوط و ساخت مجدد توپولوژی فرایند زمانبری می‌تواند باشد. با ابزار Edit در ArcGIS شما به سادگی لبه را انتخاب می‌کنید و عارضه‌های اشتراکی آن مرز را مشاهده می‌کنید. بررسی نکردن عوارض غیر مرتبط، امکان به روز رسانی یک یا چند دسته عارضه مستقل از یکدیگر را در زمان کمتر می‌دهد.

تصویر ۳، دستور نمایش عوارض (Shared Features) دارای اشتراک را نشان می‌دهد که یک لیست خلاصه از عوارض دارای هندسه مشترک با لبه انتخاب شده می‌باشد.

فواید توپولوژی ژئودیتابیس (GDB)

مدل ArcINFO Coverage بصورت کاملا" واضحی اطلاعات توپولوژیکی را در ساختار Coverage تعریف، ذخیره و نگهداری می‌کند و یک مجموعه ابزارهای ثابت را برای ساخت و نگهداری توپولوژی بکار می‌گیرد.

نتیجه این ساختار یک کنترل محیطی خشک در جریان کار را به همراه دارد که از طرف نرم افزار تحمیل می‌شود و یکپارچگی

توپولوژیکی بصورت غیرقابل انعطافی نگهداری می‌شود، و داده مدل امکان تغییرات و انعطاف پذیری را نمی‌دهد.

در ArcGIS، توپولوژی ژئودیتابیس یک روش انعطاف پذیر و قدرتمند برای تشخیص قوانین برای ایجاد و نگهداری کیفیت و یکپارچگی داده هایتان به همراه ابزار ویرایش و نگهداری مناسب ارائه می‌دهد. فواید یک توپولوژی در مدل ژئودیتابیس شامل:

■ **مدیریت بهتر داده:** شما می‌توانید انتخاب کنید که کدام دسته عارضه‌ها در یک توپولوژی شرکت کرده‌اند.

■ **انعطاف پذیری بیشتر:** شرکت عوارض مختلف بطور همزمان در یک توپولوژی اعم از پلی گون، خطوط و نقاط

■ **ارتقای کیفیت یکپارچگی داده‌ها:** شما می‌توانید قوانین توپولوژیکی مناسب را برای داده‌های خود مشخص کنید.

■ **گزینه‌های بیشتر برای مدل کردن داده‌ها:** تعداد زیادی از قیود فضایی ممکن می‌توانند روی داده شما اعمال شوند.

■ **محیط چند کاربر ArcSDE:** امکان بهره بردن از قابلیت‌های ArcSDE و محیط ادیتینگ (ویرایش و اصلاح) با چند کاربر را فراهم می‌آورد

■ **لایه‌های نقشه‌ای گسترده:** لایه‌های نقشه‌ای بهم پیوسته در یک پایگاه داده منفرد ذخیره می‌شوند.

توپولوژی در مدل ژئودیتابیس یک محیط با انعطاف بیشتر را به همراه توانایی تعریف و اعمال یک مجموعه وسیعی از قوانین یکپارچه و قیود ارائه می‌دهد. در نتیجه کاربر دیگر هیچ اجباری برای بازگشت و تکرار فرایند پاکسازی برای ساخت مجدد توپولوژی ندارد. کاربر می‌تواند از دستور Topology Validate در هر زمانی استفاده کرده، پرس و جو (Query) گرفته و داده‌های ژئو دیتابیس مورد استفاده را تحلیل کند و روند تولید نقشه‌های با کیفیت بالا را ادامه دهد. ■

منبع:

سایت ESRI/ArcNews