بازنگری داده‌های جغرافیایی چارچوبی برای تولید داده‌های بهنگام جهت GIS

کاربرد تکنولوژی GIS و کیفیت نتایج آن بستگی به دسترسی داده‌های جغرافیایی دیجیتالی با کیفیت مناسب دارد. تبدیل نقشه‌های آنالوگ به نقشه‌های دیجیتالی راهی جهت تولید داده‌های جغرافیایی دیجیتالی است.

متأسفانه، نقشه‌های آنالوگ در موارد بسیاری کهنه و قدیمی هستند. برای کشورهای بزرگ و پهناور، تولید نقشه‌های جدید از مشاهدات زمینی بخاطر در برداشتن هزینه‌های بالا و نیاز به زمان بیش از حد برای تکمیل آنها بسیار مشکل می‌باشد. این مقاله چارچوبی را برای به روز درآوردن داده‌های جغرافیایی دیجیتالی موجود به عنوان آلترناتیوی جهت بازنگری نقشه‌های متعارف ارائه می‌کند.

نویسنده: دکتر J Raul Ramirez
(محقق ارشد مرکز تهیه نقشه دانشگاه ایالتی اوهایو)
ترجمه: خسرو خواجه

از آنجا که امروزه، بازنگری داده‌های جغرافیایی دیجیتالی با افزایش کاربرد GIS اهمیت بسزایی پیدا می‌کند و داده‌های ناقص، قدیمی یا باکیفیت پایین اثرات نامطلوبی را در نتایج تحلیلی GIS به بار می‌آورد لذا مرکز تهیه نقشه دانشگاه ایالتی اوهایو دست‌اندرکار مطالعه و بررسی مسئله بازنگری به عنوان بخشی از مفهوم «سیستم کلی تهیه نقشه» (Total Mapping System) است.

مفهوم سیستم کلی تهیه نقشه

هم اکنون مطالعات بسیاری در جهت تولید داده‌های جغرافیایی دیجیتالی به هنگام در جریان است و مفهوم TMS در دانشگاه ایالتی اوهایو یکی از آن پژوهش‌ها است. اهداف TMS پشتیبانی دریافت زنده، پردازش و توزیع به هنگام داده‌های جغرافیایی است.

سیستم مجتمع فضایی تهیه نقشه Airborn Integrated Mapping System (AIMS) که بوسلر در سال ۱۹۹۶ در مجله GIM مورد بحث قرار داد، یکی از مؤلفه‌های TMS است و بازنگری داده‌های جغرافیایی مؤلفه دیگر است. نگارهٔ (۱) مفهوم کنونی TMS را نشان می‌دهد.

داده‌های جغرافیایی

محور اصلی این‌مقاله تولید داده‌های جغرافیایی‌به هنگام، سازگاری با کامپیوتر و پایداری است که نوعاً در نقشه‌های توپوگرافی پیدا می‌شوند برای کاربردهای مختلف تهیه گردیده است. جدول (۱) برخی از متداول‌ترین مشخصه‌های پوششی را که در نقشه‌های توپوگرافی با اهداف کلی پیدا می‌شود، نشان می‌دهد.

مرزها
کنترل ژئودزی
هیدروگرافی
هیپسوگرافی
عارضه‌های متنوع فرهنگی
عارضه‌های غیر گیاهی
سیستم نقشه برداری زمین‌های دولتی
سیستم حمل و نقل
گیاهی

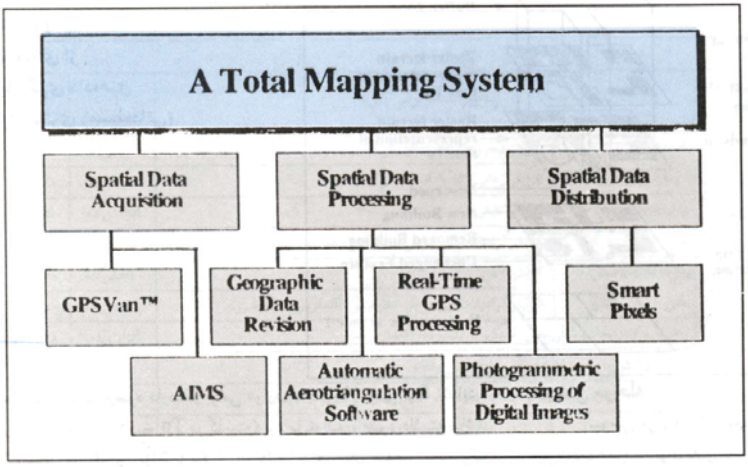
جدول (۱) نقشه‌های توپوگرافی با منظور کلی: پوشش‌های اصلی

داده‌های جغرافیایی پایدار

داده‌های جغرافیایی پایدار را می‌توان به عنوان نمایشی از عارضه‌های زمین و برجسته در مطابقت با منظور و مقیاس از پیش تعیین شده تعریف نمود. عارضه‌های زمین معادلِ عارضه‌های (پلانیمتری) تهیه نقشه‌های متعارف است.

به طور کلی، داده‌های جغرافیایی را می‌توان خواه با مجموعه‌ای از پیکسل‌ها (نمایش زمین در یک تاریخ معین با یک مقیاس خاص) و یک

نگارهٔ (۱):
مفهوم کنونی TMS



DEM (مدل دیجیتالی نقاط ارتفاعی) و یا با نمایش برداری یک زمین یا عارضهٔ برجسته در یک تاریخ با مقیاس معین بیان نمود. مثال‌هایی از این دست پیکسل، تصاویر ارتوفتوی دیجیتالی و مدل دیجیتالی زمین مطابق آن است. مثال‌های نمایش برداری، فایل‌های برداری DLG-3 نقشه‌برداری زمین‌شناسی ایالات متحده است.

چارچوب بازنگری داده‌های جغرافیایی

در GIS ما در صدد دستیابی داده‌های جغرافیایی هستیم که سطح پویا و دینامیک زمین را در یک زمان معین نشان دهد و از اینرو برای ما ایده‌آل آن است که در پی داده‌هایی باشیم که زمین را هرچه نزدیک‌تر به زمان کنونی به نمایش درآورد.

بازنگری داده‌های جغرافیایی را می‌توان به عنوان تصحیح، به روز درآوردن (به هنگام) و بهبود محتوی داده‌های موجود تعریف نمود که برای دستیابی به نمایش کنونی و زندهٔ زمین براساس هدف و منظور از پیش تعیین شده به کار برده می‌شود. باتوجه به این تعریف ما نیاز داریم که سه دوره زمانی متفاوت را مورد بررسی قرار دهیم:

زمان گذشته‌ای که در آن داده‌های جغرافیایی موجود گردآوری (Tp) شده‌اند.

زمانی در گذشتهٔ نزدیک (Tn) که براساس آن می‌خواهیم داده‌ها را بازنگری کنیم و بالاخره

زمان کنونی یا حال (Tc).

البته، هدف ما بازنگری داده‌هایی نظیر داده‌های Tc -Tn~o است. نگارهٔ (۲)، این ایده‌ها را نشان می‌دهد.

نگاره (۲): خط زمانی بازنگری داده‌های جغرافیایی

به عبارت دیگر، هدف ومنظور بازنگری داده‌های فضایی، به هنگام نمودن اطلاعات موجود از یک زمان Tp در گذشته به یک زمان Tn در گذشتهٔ نزدیک است. در این راستا، مرکز تهیه نقشهٔ دانشگاه اوهایو ایده و نظریه (بازنگری کل) براساس نظرات Thompson پذیرفته است. بازنگری کل « تصحیح کلیه معایب در پلانیمتری و عارضه‌های برجسته» است و این تنها نوع بازنگری است که نمایش پایدار و پیوسته زمین را ارائه و به نمایش در می‌آورد. برای بازنگری داده‌های جغرافیایی، مجموعه M، که زمین را برای تاریخ Tp در گذشته نشان می‌دهد، می‌تواند در تاریخ Tn در گذشته نزدیک به صورت عبارت زیر بیان گردد.

$$Mp=\{D \text{ و } C \text{ و } U\}$$

در این تساوی

D : نمایش برداری عارضه‌هایی است که دیگر وجود خارجی ندارند.

C : نمایش برداری عارضه‌های پیش از تغییر را نشان می‌دهد.

U : نمایش برداری عارضه‌های تغییر نیافته را نشان می‌دهد.

در اینجا، به دو مجموعه اضافی برای بررسی تاریخ Tn نیاز است: مجموعهٔ عارضه‌های جدید N که باید در نمایش زمین (براساس مقیاس و منظور نمایش) نشان داده شود و مجموعه نمایش جدیدعارضه‌هایی H که تغییر یافته‌اند. مجموعه‌های N و H به صورت زیر تعریف می‌گردند.

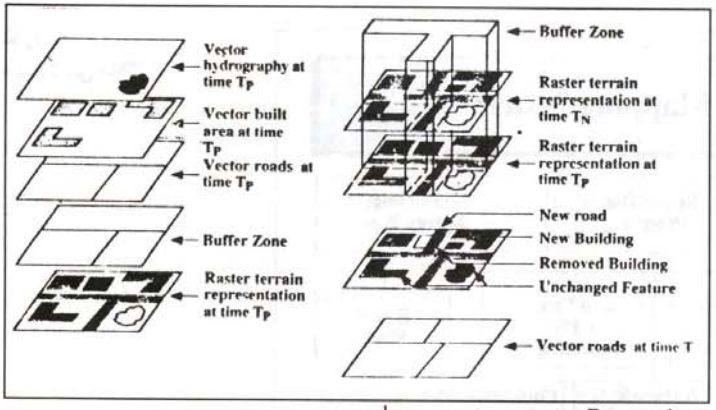
N : نمایش‌های برداری عارضه‌های جدید

H : نمایش‌های برداری عارضه‌هایی که تغییر یافته‌اند.

شناسایی‌ودست‌کاری مجموعه‌های D و U و N وتبدیل مجموعه C به مجموعه H اهداف بازنگری داده‌های جغرافیایی را تشکیل می‌دهد.

اجرای راه حلی برای عارضه‌های پلانیمتری (مسطحاتی)

برخورد روشی بابازنگری داده‌های جغرافیایی ازجایی آغاز می‌شود که می‌دانیم حداقل دو مجموعه (Mp و Rn) از یک ناحیهٔ جغرافیایی و با



نگاره (۳):
نمونه‌ای از
بازنگری داده‌های
پلانیمتری (مسطحاتی)

مقیاس مناسب وجود دارد. در برخی موارد، مجموعهٔ سومی Rp (نمایش راستری زمین در تاریخ Tp در گذشته) نیز می‌تواند وجود داشته باشد که‌امکان جایگزینی Mp یا مکمل آن باشد. به هرحال هدف تولید یک مجموعه بردار جدید است: $Mn=\{N,U,C\}$ برای داده‌های Tn است.

اولین مرحله

اولین مرحله پوشش مجموعه Mp با مجموعه‌های راستری Rn و استفاده اطلاعات Mp جهت شناسایی نواحی جستجوی راستری است. به منظور انجام چنین کاری، هردو مجموعه داده‌ها با نقاط مشترک زمین مورد مرجع‌یابی زمین (مرجع زمینی Georeference) قرار می‌گیرند. مجموعه Mp اطلاعات مورد نیاز فضایی را جهت تولید منطقه‌های جستجوی حایل در تصاویر راستری Rn فراهم‌می‌آورد. منطقه‌های جستجوی حایل اهداف زمینی را که در زمان Tp جمع‌آوری شده‌اند، پوشش می‌دهند.

دومین مرحله

با بکارگیری آشکارسازی لبهٔ دید پایین در منطقه‌های حایل مربوطه و سپس با استفاده از مقایسهٔ بوبلین یا روش‌های مشابه می‌توانیم مجموعه‌های داده‌های RN و Mp را باهم مقایسه کنیم. با مقایسه Mp با Rn سه وضعیت امکان پیدا می‌کند:

۱) برخی یا تمامی عارضه‌ها در هر دو مجموعه داده‌ها دست‌نخورده و بدون تغییر هستند (مجموعه برداری U)؛
۲) برخی عارضه‌ها دیگر در تصاویر راستری وجود ندارند (مجموعه برداری D) و
۳) برخی عارضه‌ها در هر دو تصویر هستند ولی دارای ساختار هندسی ژئومتری متفاوتی هستند (مجموعه برداری C).

در این مرحله باید به دو پرسش اساسی پاسخ داد:

۱) آیا عارضه‌ای در منطقه حایل مورد نظر است؟
۲) آیا آن عارضهٔ برابر با عارضه‌ای است که در Mp قرار دارد؟

سه زیر مجموعه به عنوان خروجی تولید خواهد شد:

زیر مجموعهٔ U برای عارضه‌های تغییر نیافته،
زیر مجموعه D برای عارضه‌هایی که دیگر وجود ندارند و
زیر مجموعه H برای عارضه‌هایی که تغییر یافته‌اند.

سومین مرحله

سومین مرحله تولید مجموعه N برای عارضه‌های جدید است. این مجموعه را می‌توان بدین صورت نشان داد: $N=(N1 \text{ و } N2 \text{ و } N3)$

زیرمجموعه N1 و N2مربوط‌به‌عارضه‌هایی هستندکه‌می‌توان آنها راکاملاً مستقل با یک برنامه رایانه‌ای جابجا نمود. زیر مجموعه N3 نیاز به دخالت انسانی دارد که بعداً در همین مقاله مورد بحث قرار خواهد گرفت.

زیرمجموعه N1 ازآن دسته‌عارضه‌های جدیدی تشکیل یافته است که می‌توان آنها را از جستجوی خودکار (اتومات) عارضه‌های تغییر نیافته، تغییریافته وعارضه‌هایی که‌دیگر وجودندارند برمبنای‌روابط‌هندسی، منطقی یا کارتوگرافی بدست آورد. برای مثال، جاده‌های جدید بخشی از شبکه جاده‌ای هستند. بنابراین می‌توان آنها را به جاده‌های موجود متصل نمود.

زیر مجموعه N2 باکمک مجموعه‌های داده‌ای اضافی، به ویژه DEM و داده‌های نقشه‌برداری سپار تولید نمود، چنانچه ارتو فتوهای دیجیتالی به عنوان مجموعه Rn به کار برده شود، پس مجموعه داده‌ای DEM برای تصحیح عکس به‌کار می‌رود. قاعدتاً نیاز داریم که دو مجموعه متفاوت DEM را از یکدیگر تشخیص دهیم: DEMp، مجموعهٔ نقاط ارتفاعی دیجیتالی که از منحنی میزان‌های موجود تولید می‌گردد یا برای نشان دادن برجستگی زمین در گذشته در زمان Tp جمع‌آوری گردیده است و DEMn، مجموعه نقاط ارتفاعی دیجیتالی که برای تصحیح تصاویر دیجیتالی برای گذشتهٔ نزدیک (زمان Tn) به کار رفته است.

به طور کلی، مجموعه DEMp را نباید برای تولید مجموعه Rn به کار برد. زیرا اگر تغییرات عمده‌ای در سطح زمین باشد، کاربرد داده‌های ارتفاعی قدیمی برای تصحیح تصاویر خطاهایی را در فرآیند بروز خواهد داد. چنانچه هیچگونه تغییرات عمده‌ای وجود نداشته باشد، دیگر دلیلی برای بازنگری داده‌های جغرافیایی منطقه معینی وجود نخواهد داشت.

در این مقاله، فرض می‌کنیم که فقط مجموعه داده‌های DEM برای تولید Rn به کار رفته است. اگر مجموعه داده‌های DEMp وجود نداشته باشد، بایداین‌مجموعه داده‌ها رابانمایش هیپسوگرافی‌اززمان Tp تولیدنمود.

دو مجموعه داده‌های DEMn و DEMp به طریقه اتوماسیون (خودکار) باهم می‌شوند تا بتوان تغییرات عمده در روی برجستگی‌ها را

آشکار نمود. سپس، نواحی حایل در اطراف تغییرات آشکار شده تولید می‌گردد. عارضه‌های پلانیمتری مورد نظر در آن نواحی را با استفاده از قواعد هندسی، منطقی یا کارتوگرافی جستجو می‌کنیم. تکنیک‌های آشکارسازی لبه برای تولید نمایش این عارضه‌ها به کار برده می‌شوند.

داده‌های نقشه‌برداری سیار ممکن است متشکل از مقادیر مختصات در امتداد عارضه‌های خاص (نظیر خطوط مرکزی جاده)، تصاویر دیجیتالی با توجیه گوناگون (برای نمونه، تصاویر نزدیک به عمود در امتداد جاده‌ها)، مشخصه‌ها (برای نمونه، اسامی جاده‌ها) و غیره است. این اطلاعات به عنوان تعریف عارضه یا تعیین نواحی حایل جهت جستجوی برای عارضه‌های اضافی به کار برده می‌شوند. عارضه‌های برداری تولیدی از این مرحله به اضافه عارضه‌های برداری تولیدی از اطلاعات DEM اساس زیرمجموعه N2 را تشکیل می‌دهد.

هدف ما ارائه راه حل اتوماسیون در سطح بالا (ولی نه کاملاً اتوماسیون) برای بازنگری داده‌های جغرافیایی است. N3 زیر مجموعه آن دسته عارضه‌هایی است که توسط خود عامل از تصاویر Rn یا از تصاویر تهیه نقشه سیار جمع‌آوری خواهد نمود. این‌ها عارضه‌هایی هستند که نمی‌توان آنها را به طور اتوماسیون با استفاده از روابط ژئومتری، منطقی یا کارتوگرافی پیدا نمود. چنانچه فرض‌هایی را که در بالا برای N2 زده‌ایم، کامل نشده باشد، پس $N2=\phi$ است و شاید بیشتر عارضه‌های جدید توسط خود عامل به عنوان بخشی از زیر مجموعه N3 جمع‌آوری گردد.

اجرای راه حلی برای داده‌های برجسته

به عنوان بخشی از راه حل، مجموعه‌های داده‌ای زیر به ورودی (input) می‌دهیم: هیپسوگرافی در زمان Tp، DEMs در زمان Tp و Tn، داده‌های نقشه‌برداری سیار در زمان Tn و تغییرات پلانیمتری (مسطحاتی) دیجیتالی.

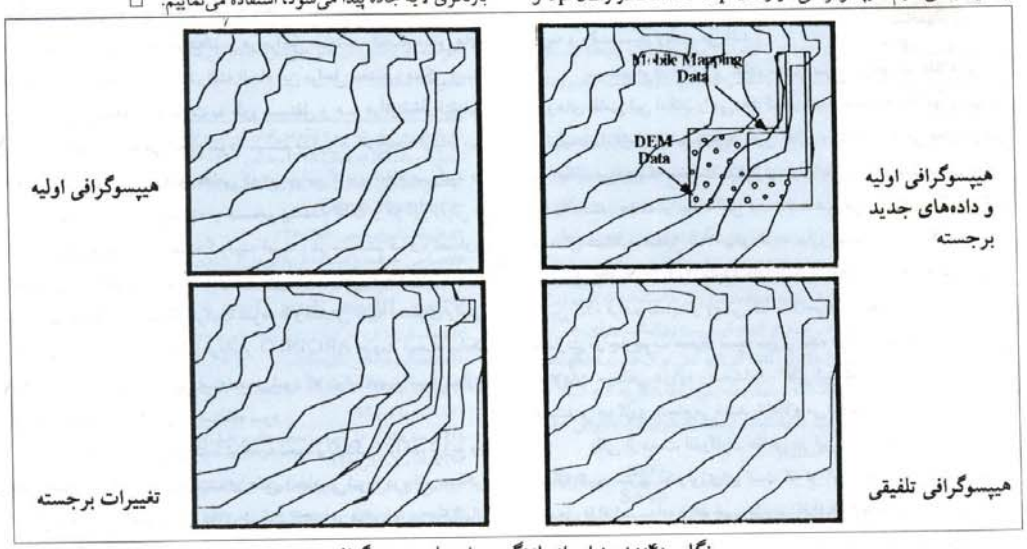
با مقایسهٔ DEMp با DEMn و با اطلاعات ارتفاعی از داده‌های نقشه‌برداری سیار و با مطالعه نواحی با تغییرات پلانیمتری، نواحی حائل مورد نظر شناسایی می‌گردند. اطلاعات موجود برجسته جهت زمان Tn برای آن نواحی از نظر وضوح و مقدار مورد ارزیابی قرار خواهند گرفت. چنانچه اطلاعات کافی نباشد، داده‌های افزون در شکل DEMs و یا داده‌های نقشه‌برداری سیار جمع‌آوری می‌گردد.

داده‌های جمع‌آوری به منزله خطوط اتصال یا نقاط اتصال، همراه با داده‌های پلانیمتری برای بازداری از یک راه حل تلفیقی که در آن داده‌های هیپسوگرافی تغییر نیافته از زمان Tp با داده‌های جدید برای زمان Tn ادغام می‌گردند، به کار برده می‌شود. نتیجهٔ کار یک لایه هیپسوگرافی بهنگام و پیوسته است. نگاره (۴) بازنگری داده‌های برجسته را نشان می‌دهد.

موقعیت این پژوهش

در دانشگاه اوهایو توانستیم که ایجاد مدل نظری را به اتمام برسانیم و در این راستا، هم اکنون در حال اجرای دو راه حل نمونه اولیه، یکی برای لایه جاده و دیگری برای لایه هیپسوگرافی هستیم. هر دو راه حل برای بازنگری داده‌های DLG-3 نقشه‌های زمین‌شناسی ایالات متحده در مقیاس ۱:۲۴۰۰۰ اجرا گردیده است.

برای هر دو راه حل، ما از داده‌های DLG-3 برای زمان Tp و ارتوفتوی دیجیتالی، DEM و داده‌های GPSV an TM برای زمان T_n استفاده می‌کنیم. برای بازنگری هیپسوگرافی، ما همچنین از تغییراتی که در بازنگری لایه جاده پیدا می‌شود، استفاده می‌نماییم. □



نگاره (۴): نمونه‌ای از بازنگری داده‌های هیپسوگرافی