بسمه تعالی

نقشه سازی رقومی

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی

عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

آموزشکده نقشه برداری

بهمن ماه ۱۳۹۲

فهرست مطالب

عنوان **شماره‌صفحه**

فصل اول: نقشه سازی رقومی و ضرورت آن
مقدمه
ضرورت استفاده از اطلاعات مکانی رقومی
پدیده های دنیای واقعی
مدلسازی دنیای واقعی در کامپیوتر
روش کلی کار برای نقشه سازی رقومی
فصل دوم: منابع مختلف داده های مکانی
مقدمه
روشهای جمع آوری اطلاعات مکانی
سنجش از دور
فتوگرامتری (عکسبرداری هوایی)
نقشه‌برداری زمینی
فصل سوم: رقومی سازی اسناد و مدارک گرافیکی
مقدمه
دستگاههای مختلف جمع آوری اطلاعات رقومی
روشهای رقومی سازی
رقومی سازی برداری
رقومی سازی رستری
استفاده از نقشه‌های رقومی موجود
فصل چهارم: مکان مرجع نمودن نقشه ها و مدارک گرافیکی
مقدمه
شکل تئوری و فیزیکی زمین
سیستم مختصات و سیستم تصویر
سیستم های مختصات دوبعدی در کارتوگرافی
سیستم های مختصات مرجع رستری وبرداری
زمین مرجع نمودن نقشه ها
انواع تبدیل مختصات
فصل پنجم : پردازش اطلاعات مکانی

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

مقدمه .....
ویرایش داده های مکانی.....
ساختار اطلاعات رقومی .....
ذخیره و ارائه اطلاعات مکانی.....
طبقه بندی اطلاعات مکانی .....
فصل ششم : خروجی و نمایش اطلاعات رقومی .....
مقدمه .....
تکنیک های خروجی و انتشار اطلاعات رقومی.....
شیوه های مختلف نمایش اطلاعات مکانی.....
دستگاههای خروجی و نمایش اطلاعات رقومی.....
فصل هفتم : نمایش رنگها برروی نقشه .....
مقدمه .....
انواع سیستم های رنگی.....
کدهای رنگی.....
فصل هشتم : جنرالیزاسیون .....
مقدمه .....
تعریف جنرالیزاسیون.....
پردازشهای جنرالیزاسیون.....
الگوریتم ها برای جنرالیزاسیون نقشه های رقومی.....
فصل نهم : استفاده از نرم افزار برای رقومی سازی .....
مقدمه .....
قابلیتهای نرم افزار برای تهیه نقشه های رقومی .....
معرفی نرم افزار ArcGIS .....
مکان مرجع نمودن نقشه های رقومی در ArcGIS .....
رقومی سازی در ArcGIS .....
ویرایش اطلاعات مکانی در ArcGIS .....
ساختاردهی داده های مکانی رقومی در ArcGIS .....
استفاده از سیستم های رنگی مختلف در ArcGIS.....
نمایش بعد سوم برروی نقشه های رقومی در ArcGIS.....
جنرالیزاسیون نقشه های رقومی در ArcGIS .....

مراجع.....

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

فصل اول

نقشه سازی رقومی و ضرورت آن

۲ – ۱ – مقدمه

رمز گذاری (encoding) فرآیند ارائه اطلاعات به صورت رشته ای از بیت ها می باشد. تکنیک تبدیل داده های ثبت شده در کاغذ یا سایر مدارک گرافیکی کاغذی به فرم داده های رقومی قابل استفاده در کامپیوتر رقومی‌سازی[1] نامیده می شود. در این فصل در مورد ضرورت استفاده از اطلاعات مکانی رقومی و روش کلی کار توضیح داده می شود.

۲ – ۲ – ضرورت استفاده از اطلاعات مکانی رقومی

داده های مکانی همیشه با تکنیک های رقومی جمع آوری داده های مکانی مثل ایستگاههای جامع و یا سنجش از دور وارد کامپیوتر نمی شوند. حجم بسیار زیادی از اطلاعات مکانی بصورت نقشه ها و مدارک مرتبط درگذشته تهیه شده اند که لازم است به فرم رقومی تبدیل شوند و به عنوان یک منبع اطلاعات مکانی از آنها استفاده کرد. این کار هزینه کمتری نسبت به روش های فتوگرامتری و نقشه برداری زمینی دارد.

[1] digitizing

رمز گذاری اطلاعات مکانی به شکل رقومی که قابل خواندن به وسیله کامپیوتر باشد را نقشه سازی رقومی گویند. بعبارت دیگر فرآیند رقومی نمودن نقشه ها تبدیل اطلاعات از آنالوگ به رقومی است که گلوگاهی در تولید اطلاعات مکانی می باشد.

از اطلاعات مکانی رقومی برای تلفیق با سایر اطلاعات مثلا اطلاعات آماری استفاده میگردد. با استفاده از کامپیوتر می توان اطلاعات رقومی را با سرعت بیشتر و آسانتر ویرایش نمود. از اطلاعات رقومی در سیستم های مختلف نرم افزاری استفاده می گردد و ارسال اطلاعات از طریق شبکه های داخلی و اینترنت و ذخیره آن بر روی وسایل ذخیره ثانویه مثل CD ، Tape ، DVD و غیره امکان پذیر می گردد. همچنین تهیه نقشه های مختلف از اطلاعات مکانی رقومی به شکل ساده تر و با سرعت بیشتر انجام می شود و نقشه های رقومی تهیه شده مستقل از مقیاس هستند. با استفاده از اطلاعات رقومی می توان پایگاههای داده مکانی برای کاربرد های مختلف تهیه نمود که یکی از اجزای اصلی سیستم های اطلاعات جغرافیایی[۲] می باشد.

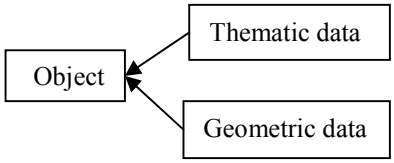
۲ – ۳ – پدیده های دنیای واقعی

پدیده های جغرافیایی در جهان واقعی وجود دارند : برای مثال واقعی می توان نگاهی به خارج از پنجره انداخت. دنیای واقعی حوزه ای کاملا متفاوت از دنیای کامپیوتراست، که در آن جهان واقعی شبیه سازی می شود. برخی از پدیده های جغرافیایی مورد نظر می توانند نامیده یا توصیف شده و به مکان آن اشاره گردد مثل آرایه ای از بویه ها که نام و مکان هر کدام دقیقا مشخص است. برخی دیگر از پدیده های جغرافیایی اساسا در همه جای منطقه مورد مطالعه وجود دارند. برای مثال اگر منطقه مورد مطالعه را اقیانوس آرام درنظر بگیریم، می توان گفت که هر کجا در سطح دریا در منطقه مورد مطالعه دارای دمایی می باشد که قابل اندازه گیری است.

بنابراین پدیده های جغرافیایی جهان واقعی می توانند به دو روش متمایز از یکدیگر درک گردند. مردم عادی از زمان کودکی از طریق اشیای موجود در جهان واقعی که با آنها سر و کار داشته‌اند آن را درک می‌کنند. اما دانشمندان و محققین جهان واقعی را به صورت فیلد درک می‌کنند تا بتوانند پدیده‌ها و فرآیندهای موجود در آن را

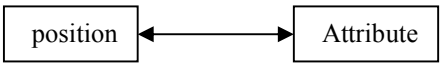
[2] Geographic Information System (GIS)

مشاهده و اندازه‌گیری کنند. در واقع فیلد[3] و شئ [4] دو دسته گسترده و مقابل هم برای درک پدیده های جغرافیایی هستند. فیلد پدیده ای جغرافیایی می باشد که برای آن در هر مکان از منطقه مورد مطالعه یک مقدار می تواند تعیین شود در حالیکه اشیای جغرافیایی منطقه مورد مطالعه معمولا موجوداتی بسیار قابل تشخیص، گسسته و دارای حد و مرزهستند. فضای بین اشیاء نیز بالقوه خالی است.



داده های موضوعی و هندسی به شناسه شئ متصل می شوند

شکل: درک شئ



مقدار توصیف مستقیما به مکان متصل می شود

شکل: درک فیلدی

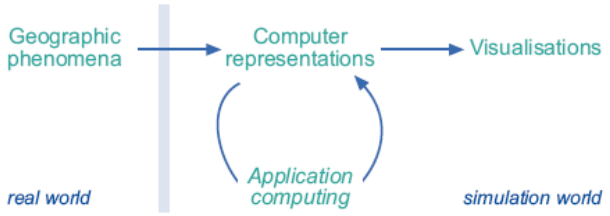
هر شئ ممکن است دارای مشخصه ها و ویژگی هایی باشد که این مشخصه ها و ویژگی ها توسط اطلاعات توصیفی ارائه می شود. بنابراین هر شئ دارای دو نوع اطلاعات شامل اطلاعات مکانی و غیرمکانی (توصیفی) می باشد که اطلاعات مکانی مشخص کننده موقعیت و هندسه عوارض می‌باشند و اطلاعات توصیفی بیانگر ویژگیهای غیر مکانی عارضه است. اطلاعات توصیفی می تواند از نوع نسبی یا مطلق مثل تراکم ، درجه حرارت ، تعداد سکنه و... نسبی یا مرتبه ای مثل نام ، نوع، کلاس و غیره باشد. همانطوریکه شکل بالا نشان داده مکان اشیاء از طریق شناسه به داده های موضوعی شان متصل می گردد.

ارتفاعات توپوگرافی، میزان بارندگی و فشار هوا حرارت مثالهایی از فیلد های جغرافیایی هستند که در آن هر مکان با یک مقدار مثل میزان بارندگی، دما یا ارتفاع توصیف[5] می گردد.

[3] field
[4] object
[5] attribute

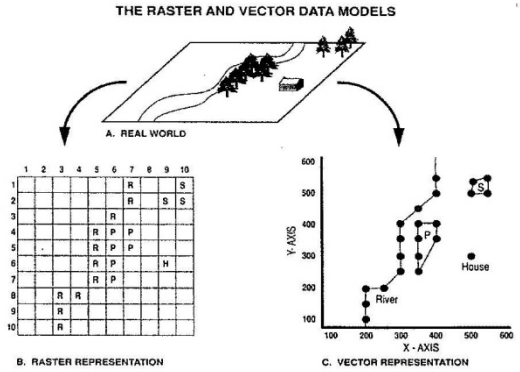
۲ – ۴ – مدلسازی دنیای واقعی در کامپیوتر

مدل سازی داده ها فرآیند تعریف و سازماندهی داده های رقومی مربوط به پدیده های جهان واقعی در یک پایگاه داده های رقومی می باشد. مدلسازی داده های مکانی شیوه ای است که بواسطه آن موجودات جغرافیایی در کامپیوتر ارائه می شوند. با استفاده از داده های رقومی ابتدا ارائه های کامپیوتری تا حد امکان کاملی از پدیده ها در منطقه مورد مطالعه را بدست می آوردیم که بصورت بیت و بایتها در کامپیوتر ذخیره می گردند. این ارائه های کامپیوتری مدلهایی از منطقه مورد مطالعه در دنیای واقعی هستند که می توانند به صورتهای مختلفی شامل نمایش بر روی صفحه مونیتور، چاپ بر روی کاغذ و غیره بصری سازی شوند.



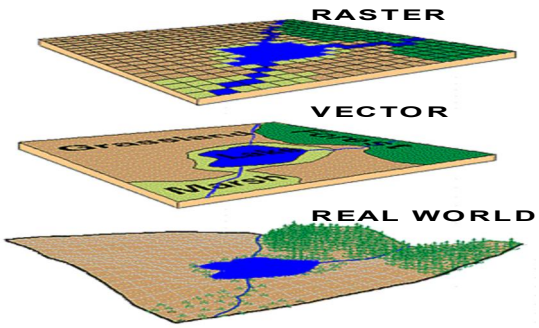
سه شیوه نگاه به اشیای مورد مطالعه

فیلدها و اشیای جغرافیایی معمولا به دو روش برداری (نقطه ای) و رستری (پیکسلی یا سلولی) درکامپیوتر ذخیره می شوند. بنابراین اطلاعات مکانی موجود در نقشه‌های کاغذی را می توان به دو روش رستری و برداری رقومی و نگهداری کرد.

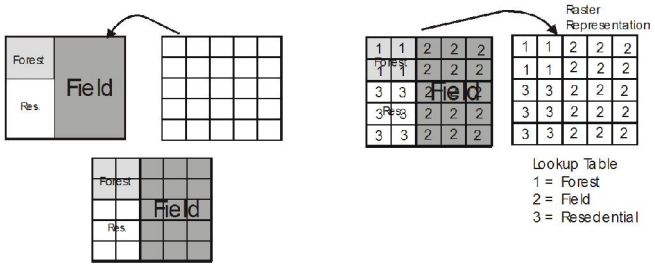


مقایسه مدلهای رستری و برداری. دورنمای (A) به شکل رستری(B) و به شکل برداری (C) نمایش داده شده است. منطقه جنگل کاج (P)و منطقه جنگل صنوبر (S) عوارض سطحی هستند. رودخانه (R) عارضه خطی و خانه (H) یک عارضه نقطه‌ای می باشد.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری



مدل رستری منطقه مورد مطالعه را به شبکه های منظمی از سلول ها باتوالی مشخص (اشیاء مکانی تحت مطالعه) تقسیم می نماید. در این مدل یک توری مشبک فرضی بر روی منطقه مورد مطالعه پهن می شود و به هر سلول شبکه مقداری که نشان دهنده خصوصیت یا توصیف منطقه در مکانی که سلول بر روی آن واقع شده می باشد. مثلا در شکل زیر منطقه مورد مطالعه فرضی از کاربریهای جنگل، مزرعه و سکونتگاه تشکیل شده است که با قرار گرفتن یک توری شبکه ای بر روی آن به هر سلول مقداری که نشاندهنده نوع کاربری در مکانی که سلول مورد نظر منطقه را پوشش داده می باشد که بر طبق جدول lookup یا راهنما هر مقدار پیکسل مفهوم فیزیکی پیدا خواهد نمود.



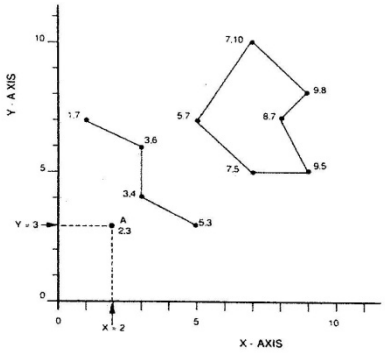
مدل رستری

بنابراین در مدل رستری المان پایه یک سلول یا پیکسل می باشد که یک المان سطحی است و معمولا به شکل مربع می باشد و به هر سلول ~~حاوی~~ فقط یک مقدار اختصاص می یابد. مدل رستری پرکننده یا فرش کننده[6] منطقه مورد مطالعه می باشد و هر مکان در منطقه مورد مطالعه فقط در داخل یک سلول قرار می گیرد و مکانی در

[6] tessellation

منطقه مورد مطالعه نمی باشد که در داخل پیکسلی قرار نگرفته باشد. هر مدل رستری مطابق با یک ماتریس n x m می باشد که m و n تعداد سطر و ستونهای مدل رستری است. یک رستر به همراه مقادیر اختصاص داده شده به پیکسلهای آن یک لایه[۷] یا پوشش[۸] نامیده می شود.

در مدل برداری المان های پایه عبارتند از نقطه که موقعیت آن با یک زوج مختصه (x،y) یا مختصات سه گانه (x،y،z) ارائه می گردد. یک خط به وسیله رشته ای از نقاط دارای مختصات (x1, y1 ; x2 , y2 ; … ; xn , yn) و یک سطح به وسیله خط محدوده آن (x1, y1 ; x2 , y2 ; … ; x1 , y1) ارائه می شود. المانهای مدل برداری ضرورتا تمامی فضای مورد مطالعه را پر نمی کنند. مدل برداری دارای ساختارهای اسپاگتی و توپولوژی می باشد که در بخشهای بعدی در مورد آنها توضیح داده خواهد شد.



نمایش نقاط - خطوط و پلیگونها توسط رشته مختصات xy

۲ – ۵ – مزایا و معایب مدلهای برداری و رستری

مدل برداری	مدل رستری
مزایا: ۱- ساختار داده آن از مدل رستری جمع و چورتر است. ۲- توپولـوژی را بـصورت کدگـذاری درخـود دارد و درنتیجه عملیاتی را که نیاز به اطلاعات توپولوژی دارند مانند آنالیز شبکه موثرتر اجرا می کند. ۳- مدل‌برداری برای پشتیبانی گرافیـک‌هـایی کـه بـه نقشه‌های دستی نزدیک هستند مناسبتر می‌باشد.	**مزایا:** ۱- ساختار داده ساده ای دارد ۲- عملیات همپوشی (overlay) به آسانی و موثر اجـرا می شوند. ۳- تغییرپذیری (variability) مکانی بطور موثری در فرمت رستری نشان داده می‌شود. ۴- فرمت رستری کمابیش برای کار با تصاویر رقـومی و بهبودآنها مورد نیاز می‌باشد.

[7] layer
[8] cover

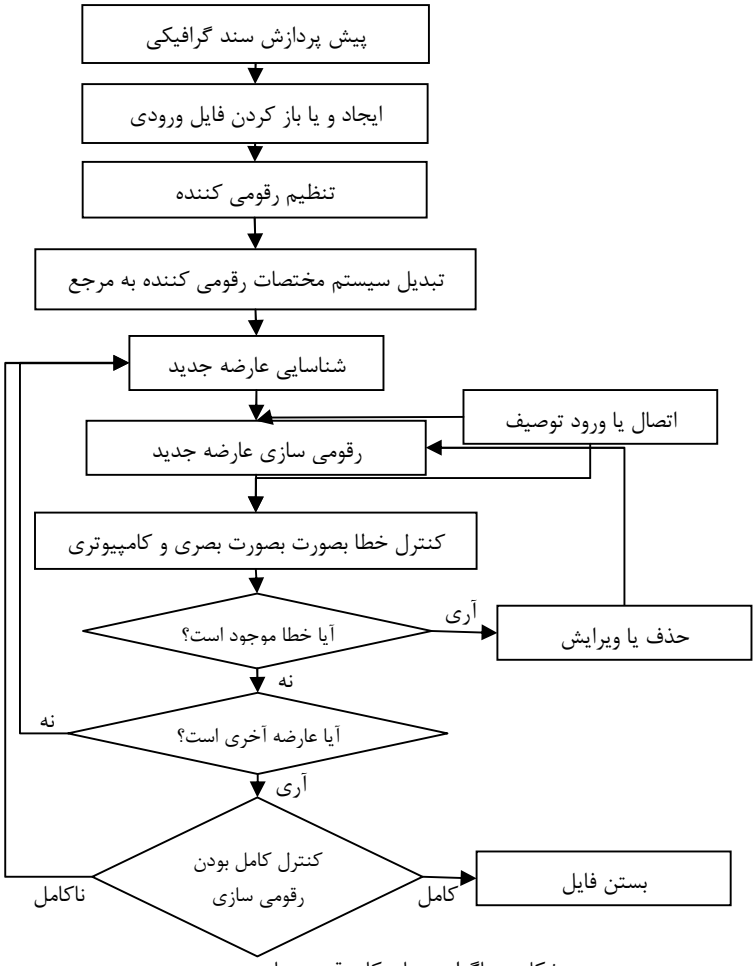
مدل برداری	مدل رستری
معایب: ۱-ساختار داده مدل برداری از مدل رستری بـه مراتـب پیچیده تراست. ۲- اجرای عملیات همپوشـی (overlay) مـشکل می‌باشد. ۳- نمـایش و ارائـه تغییرپـذیری (variability) مکانی بطور موثری صورت نمی‌گیرد ۴- کار با تصاویر رقومی و بهبـود آنهـا در حـوزه برداری نمی‌تواند بنحو کارا انجام شود	**معایب:** ۱-ساختار داده رستری دارای فشردگی کمتری است. اغلب تکنیکهای فشرده سازی داده بـرای غلبـه بـراین مسئله به کار گرفته می شوند. ۲- نمـایش ارتباطهـای توپولـوژی در ایـن مـدل مشکل است. ۳- گرافیکهای خروجی از لحـاظ شـکل ظـاهری زیبایی مدل برداری را ندارند. زیرا در مرزها شکل بلوکی (یـا پلـه‌ای) بجـای خطـوط صـاف کـه در نقشه‌های دستـی دیده می‌شود وجود دارد. ایـن مسئله را می‌توان با کمک گرفتن ازتعـداد بـسیار زیادی از سلولها حل نمود ولی در عوض حجم فایل ممکن است بسیار گردد

۲ – ۶ – روش کلی کار برای نقشه سازی رقومی

مدارک گرافیکی از قبیل نقشه های چاپ شده، نقشه هایی که بصورت دستی ترسیم گردیده، ارتوفتوها، عکسهای هوایی یا تصاویر دیگر می توانند برای رقومی سازی مورد استفاده قرار گیرند. همانطوریکه دیاگرام جریان کار نقشه سازی رقومی در شکل زیر نشان می دهد، در ابتدا یک فایل موجود باز شده یا یک فایل جدید ایجاد و سپس باز می گردد.

در مرحله بعد دیجیتایزر تنظیم می گردد. که نحوه تنظیم آن به نوع وسیله دیجیتایز کننده و روش دیجیتایز کردن دارد. قبل از شروع عملیات رقومی سازی برای بالا بردن سرعت و دقت رقومی سازی اسناد و مدارک مورد استفاده برای رقومی سازی را می توان پردازش نمود و موارد عدم اطمینان و عدم قطعیت را در سند گرافیکی حل نمود. در شروع عملیات رقومی سازی می توان سیستم مختصات دیجیتایزر را به سیستم مختصات مرجع تبدیل نموده و یا اینکار را پس از عملیات رقومی سازی انجام داد. اگر در حین رقومی سازی خطاهایی بوجود آمد عامل رقومی ساز می تواند آنرا بصورت بصری کنترل نموده و در صورت وجود خطا آنرا یا حذف و یا ویرایش نماید. مرحله ویرایش خطا ها می تواند همزمان با رقومی سازی یا پس از آن انجام شود ~~که گردش کار آن در شکل زیر نشان داده شده است~~.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری



شکل : دیاگرام جریان کار رقومی سازی

در مرحله ویرایش فایل حاصل از رقومی سازی ویرایش با استفاده از برنامه های کامپیوتری و بصری انجام می شود. اگر در این مرحله خطای غیر قابل تصحیح شناسایی شد دوباره باید به مرحله رقومی سازی برگشته و خطای غیر قابل تصحیح دوباره رقومی شود. در نهایت فایل بدون خطا در پایگاه داده می تواند ادغام شود و یا پردازشهای بعدی تهیه نقشه رقومی بر روی آن انجام گردد.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

فصل دوم

منابع مختلف داده های مکانی

۲ – ۱ – مقدمه

جمع آوری داده های مکانی برای تولید نقشه های رقومی معمولا فعالیتی تخصصی است و از تکنیک های مختلفی برای انجام آن استفاده می شود. برخی از داده ها بوسیله نقشه برداری زمینی یا هوایی تولید می شوند یا بر اثر فعالیتهای هیدروگرافی جمع آوری شده که بطور اختصاصی برای تهیه نقشه انجام می شود. برخی از داده ها نتیجه بدست آمده از داده هایی می باشند که برای اهداف دیگر تهیه شده اند. در این فصل تکنیکهای جمع آوری اطلاعات مکانی بصورت مختصر توضیح داده شده و روشهای رقومی سازی اسناد و مدارک گرافیکی با جزئیات بیشتری توضیح داده می شود.

۲ – ۷ – جمع آوری اطلاعات مکانی

جمع‌آوری اطلاعات مکانی یکی از مهمترین مراحل ایجاد نقشه می باشد. برای جمع‌آوری اطلاعات مکانی مورد نیاز منابع مختلفی وجود دارد که از آن جمله می توان به موارد‌زیر اشاره نمود :

- سنجش از دور
- فتوگرامتری

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

- اسناد و مدارک موجود

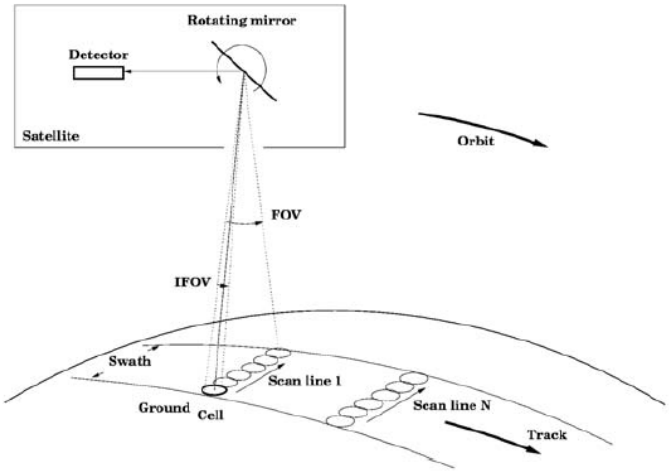
در ادامه به بررسی هریک از منابع اطلاعاتی فوق می پردازیم.

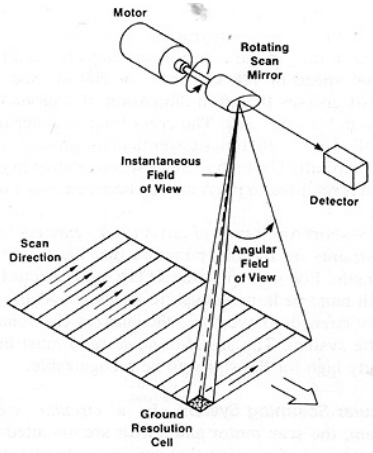
۲ – ۷ – ۱ – سنجش از دور

سنجش از دور یکی از جدید ترین علوم و تکنولوژیهای جمع‌آوری اطلاعات می باشد و وجود ماهواره‌های مختلف؛ با قدرت تفکیک های مکانی، طیفی، رادیومتریکی و زمانی متنوع، امکان تهیه تصاویر مناسب از هر نقطه از سطح زمین را فراهم نموده است. از این رو در عصر حاضر سنجش‌از دور به عنوان یک منبع مهم جمع‌آوری اطلاعات برای تهیه نقشه‌های مختلف مطرح می باشد.

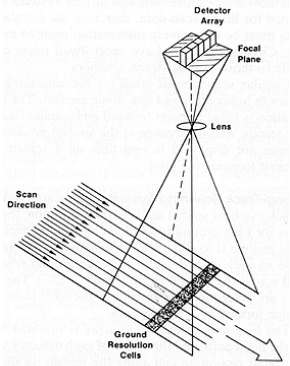
انرژی الکترومغناطیس بوسیله سنجنده هایی اندازه گیری می شوند که بروی یک سکوی ثابت و متحرک قرار گرفته اند. انواع مختلف سنجنده ها برای کاربردهای مختلف توسعه داده شده اند. عموما هواپیما و ماهواره برای حمل یک یا چند سنجنده استفاده می شوند. ترکیب سکو-سنجنده ویژگی های یک داده تصویری منتجه را مشخص می کند. مثلا هنگامیکه یک سنجنده خاص از یک ارتفاع بالاتر عمل می کند سطحی کلی تصویر شده افزایش می یابد درحالیکه سطح جزئیات قابل مشاهده کاهش می یابد.

از طریق اسکن کردن زمین انرژی الکترومغناطیسی را اندازه می گیرد. نتیجه اسکن داده رقومی تصویری است که واحد اصلی آن المان تصویری یا پیکسل است. همانطوریکه نام چند طیفی پیشنهاد می کند، اندازه گیریها برای گستره های مختلفی از طیف EM انجام می شود. سنجش از دور از سال ۱۹۷۲ وقتیکه اولین ماهواره پرتاب شد، استفاده شده است. بعد از دوربین هوایی رایج ترین سنجنده مورد استفاده است. دو نوع اسکنر چند طیفی اسکنرهای whiskbroom و اسکنرهای Pushbroom هستند که بر روی سکوهای هوابرد و فضابرد نصب می شوند.





A. CROSS–TRACK SCANNER.



C. ALONG–TRACK SCANNER.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

انواع مختلف تصاویر ماهواره ای عبارتند از:

- تصاویر ماهواره ای IKONOS

از نقطه نظر هندسی این نوع تصاویر جهت تولید نقشه‌های خطی با مقیاس ۱: ۵،۰۰۰ مناسب می‌باشند.

- تصاویر ماهواره ای QuickBird

از نقطه نظر هندسی، این نوع تصاویر جهت تولید نقشه‌های خطی با مقیاس ۱:۲.۵۰۰ مناسب می باشند.

- تصاویر ماهواره ای IRS – 1C/1D

با توجه به دارا بودن قابلیت تصویر برداری استریو، امکان استخراج اطلاعات سه‌بعدی با استفاده از تصاویر این ماهواره وجود دارد و از نقطه نظر هندسی جهت تولید نقشه‌های خطی با مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰ مناسب می باشند.

- تصاویر ماهواره ای SPOT

امکان استخراج اطلاعات سه‌بعدی با استفاده از تصاویر این ماهواره وجود دارد و می توان از آن برای تهیه نقشه‌های خطی با مقیاس ۱:۵۰،۰۰۰ استفاده کرد.

- تصاویر ماهواره ای SPIN – 2

جهت تولید نقشه‌های مسطحاتی با مقیاس ۱:۱۰.۰۰۰ مناسب می‌باشند و علاوه بر قابلیت استخراج اطلاعات سه بعدی، جهت تولید نقشه‌های خطی با مقیاس ۱:۵۰.۰۰۰ مناسب می باشند.

- تصاویر ماهواره ای Landsat

این ماهواره از مهمترین ماهواره های منابع زمینی به شمار می‌رود

- تصاویر ماهواره ای RADARSAT

این ماهواره قابلیت تصویر برداری رادار را در هر شرایط آب و هوایی و در شب و روز فراهم‌می‌کنند.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

به منظور استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، می‌بایست در ابتدا، یکسری عملیات بازسازی تصویر، انجام شود. به طورکلی مجموعه عملیاتی که به منظور بازسازی تصویر انجام می‌شود، به صورت زیر می‌باشند:

- حذف برفک
- تصحیح تابش‌سنجی
- تعیین مختصات نقاط کنترل
- تصحیح هندسی
- ترکیب تصاویر[9] مختلف
- کلاسه‌بندی[10] تصاویر (Classification)
- استخراج عوارض

۲ – ۷ – ۲ – فتوگرامتری (عکسبرداری هوایی)

استفاده از عکسهای هوایی و تکنیکهای فتوگرامتری یکی دیگر از راه‌های جمع‌آوری و تولید اطلاعات مکانی مورد نیاز می‌باشد.

در این روش، با توجه به بررسی های به عمل آمده از ارتفاع متوسط منطقه و نیز مقیاس مورد نیاز برای تهیه نقشه، ارتفاع پرواز و نوع دوربین تعیین می‌گردد. سپس با توجه به پوشش عرضی و طولی مورد نیاز برای تشکیل مدلهای مورد نیاز در پردازشهای فتوگرامتری، طرح پرواز مشخص می گردد. با ارائه طرح پرواز، هواپیمای عکسبرداری بر فراز منطقه به پرواز در می‌آید و مطابق دستورالعمل طرح پرواز شروع به عکسبرداری از منطقه مورد نظر می کند.

سیستم دوربین شامل لنزها و فیلم اغلب بر روی هواپیما برای عکسبرداری هوایی یافت می شود. ماهواره های در حال گردش در ارتفاع پایین و ماموریت های شاتل فضایی ناسا تکنیک های معمولی دوربین را بکار می برند. انواع فیلمهای قابل کاربرد در دوربین توان ثبت انرژی الکترو مغناطیس در گستره ۴۰۰ تا ۹۰۰ نانومتر را دارد.

عکس های هوایی برای گستره وسیعی از کاربردها استفاده می گردد. هندسه صلب و منظم عکس های هوایی در ترکیب با امکان به دست آوردن عکاسی استریو توسعه

[9] Data Fusion
[10] Classification

روشهای فتوگرامتری برای به دست آوردن مختصات دقیق سه بعدی را توانمند ساخته است.

تکنیک های کلاسیک فتوگرامتری و همچنین تفسیر عکس بصری به طور کلی از تصاویر عکسی ثبت شده هارد کپی استفاده می کنند که می تواند شامل نگاتیو های اصلی ، چاپ های مثبت یا دیاپوزیتوها باشند. سیستم های فتوگرامتری رقومی، و همچنین سیستم های اطلاعات جغرافیایی، نیاز به تصاویر عکسی رقومی دارند. امروزه عکسهای آنالوگ برای ذخیره و پردازش در سیستم های رقومی اسکن می شوند. اینکار می تواند توسط یک دستگاه اسکنر انجام شود که در بخش بعدی در مورد آن توضیح داده شده است.

۲ – ۷ – ۳ – سیستم تعیین موقعیت جهانی(GPS)

تکنیک سیستم تعیین موقعیت ماهواره‌ای جهانی (Global positioning System) برای جمع‌آوری اطلاعات مورد استفاده قرار می گیرند. GPS یک سیستم ماهواره‌ای است که توسط وزارت دفاع آمریکا طراحی و راه اندازی گردیده است. ماهواره های GPS به طور مستقیم سیگنالهایی را ارسال می کنند و گیرنده GPS با دریافت این سیگنالها و انجام یکسری پردازشها برروی آنها، قادر به محاسبه موقعیت، سرعت و زمان هر شئ متحرک، در هر نقطه از جهان خواهد بود. برای این منظور، حداقل سیگنالهای چهار ماهواره در هر زمان باید توسط گیرنده GPS، دریافت گردد.

ماهواره های GPS دو سیگنال شامل موج حامل L1 و L2 را ارسال می کنند و اطلاعات مربوط به موقعیت ماهواره ای GPS (پیغام ناوبری) و اطلاعات مربوط به کدهای C/A و P بر روی امواج فوق مدوله‌شده و ارسال می‌گردند. تعیین موقعیت با استفاده از GPS بر حسب نوع کاربرد، دقت موردنظر و تجهیزات در دسترس، به روشهای مختلفی صورت می‌گیرد. روشهای موجود اندازه گیری با GPS، به دو دسته کاربردی اصلی نقشه‌برداری و ناوبری تقسیم می‌شوند.

فصل سوم

رقومی سازی اسناد و مدارک گرافیکی

۲ – ۱ – مقدمه

به رمز نوشتن اطلاعات هندسی آنالوگ به شکل ارائه رقومی برداری از طریق روند رقومی سازی می تواند بسیار کمک شود. رقومی نمودن می تواند به شیوه دستی نقطه به نقطه و خط به خط برروی یک میز دیجیتایزر، بر روی یک وسیله فتوگرامتری، یا بر روی یک صفحه نمایش کامپیوتر انجام شود. رقومی سازی دستی معمولا یک گلوگاه در محیط های تولید اطلاعات بشمار می آیند. راه های کارآمد افزایش سرعت جمع آوری داده همیشه تحت توسعه بوده اند. دو فن آوری زیرکانه سخت افزاری مکان نماهای کمک شده بوسیله کامپیوتر و دنبال کننده اتوماتیک خط توسعه های مهم در گذشته بوده اند. در سیستم های کنونی اسکن کردن رستری و برداری نمودن محاوره ای یا دسته ای خیلی متداول شده اند.

رقومی کردن دارای یک ایستگاه رقومی کننده شامل یک سرهم بندی از سخت افزار و نرم افزار مناسب است که بطور طبیعی متشکل از یک وسیله جمع کننده قادر به تولید خروجی رقومی (میز دیجیتایزر، وسیله فتوگرامتری یا اسکنر)، یک پایانه نمایش دهنده و یک کامپیوتر کوچک می باشد. توسعه های گوناگون در سیستم های رقومی کننده جاری از قبیل بازخورد شنیداری و ورودی صوتی، رسیدن به کاهش تلاش عامل و افزایش سرعت جمع آوری داده می باشد. در سیستم های قدیمی تر نرم افزار رقومی

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

کننده یک رویه مجزایی، اغلب بدون نمایش داده بر روی یک پایانه گرافیکی (رقومی سازی کور) بود. امروزه، عمل های رقومی نمودن و ویرایش در درون یک سیستم مجزا یکپارچه شده طوری که عامل می تواند کار خود را از طریق یک پایانه گرافیکی رسیدگی نماید. در این فصل روشهای رقومی سازی اسناد و مدارک گرافیکی با جزئیات بیشتری توضیح داده می شود.

۲ – ۲ – وسایل رقومی سازی

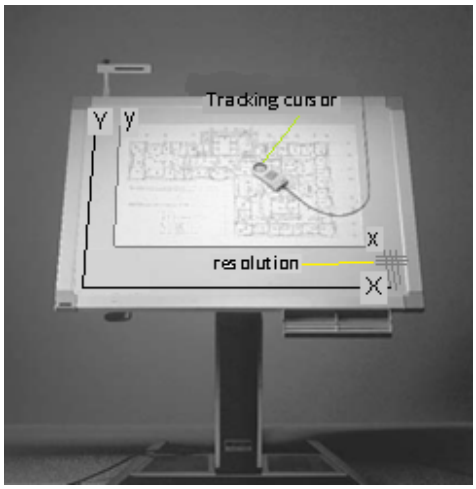
وسایل پیرامونی که تبدیل مدرک گرافیکی را به داده های مکانی رقومی امکان پذیر می سازد رقومی کننده نامیده می شوند. وسایلی که استفاده می شوند عبارتند از:

۱- میزهای رقومی کننده

میزهای رقومی کننده متداول ترین وسیله مورد استفاده در جمع آوری رقومی مختصات دوبعدی نقاط ویژه نقاط و خطوط گرافیکی هستند. رقومی گرهای معاصر حالت جامد (فقط با تعداد کمی قسمتهای متحرک) اصلا شامل یک شبکه ریز سیمی جاسازی شده در میز، و یک نشان گر متحرک آزاد که نوک قلمی یا مکان نما (یک صفحه کوچک تخت با علائم مویی متقاطع) است. رقومی گر شامل صفحه رقومی کننده است که سند گرافیکی یا نقشه بر روی آن قرار می گیرد و مختصات موقعیت مکان نما که آزادانه بر روی صفحه رقومی کننده حرکت می کند با یک دستور الکترونیکی می تواند در سیستم مختصات وسیله رقومی گر ثبت شود. موقعیت مکان نما بر روی میز می تواند بوسیله یک زغال مغناطیسی اطراف ضربدر مویی تعیین گردد که نزدیکترین تقاطع به شبکه سیمی را تشخیص می دهد و آنرا به زوج مختصه X و Y تبدیل می کند. موجود بودن دکمه های کنترل بر روی مکان نما به کاربر اجازه کنترل سیستم را می دهد بدون اینکه مجبور باشد تمرکز خود را از فرآیند رقومی سازی دور کند.

رقومی گرهای میزی اولیه (میز شیشه ای با نور سیاه و سفید) یک مکان نمای ارزان نوع محدود یا مکان نمای تولید کننده یک میدان مغناطیسی استفاده کردند که بصورت مکانیکی بوسیله یک بازو در پشت میز ردیابی می شد.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری



قدرت تفکیک میزهای رقومی گر از ۰.۱ تا ۰.۰۲۵ میلی متر تغییر می کند، درحالیکه صحت آنها از ۰.۵ تا ۰.۱۲۵ میلی متر تغییر می کند. رقومی گرهای میزی در اندازه های مختلف از A4 تا A0 موجود هستند.

۲- مکان نما های کمک شده بوسیله کامپیوتر و دنبال کننده های خط

در تلاشی برای اولا افزایش سرعت ردیابی کردن خط و ثانیا ثبت نمودن موقعیت خط با دقت بیشتر، یک مکان نما به کمک کامپیوتر در گذشته استفاده شده بود (هانکا[11] ۱۹۷۸). این وسیله به جای یک نقطه تنها در مرکز مکان نما آرایه ای خطی از فتوسل ها را دارد که با وجود خط فعال می شوند. وقتی یک فتوسل خاص فعال می شود مکان آن از مرکز مکان نما معلوم است و مختصات آن می تواند مطابق با مرکز مکان نما تصحیح گردد. بنابراین عامل بخاطر اینکه مجبور نیست خط را از نزدیک دنبال نماید می تواند در زمان صرفه جویی کند. این طراحی در نزدیک تقاطع ها و یا هنگامی که خطوط با هم ادغام می شوند مشکلاتی را بروز می دهد. این وسیله همچنین سخت افزار بسیار خاصی را استفاده می کند بنابر این خیلی متداول نشده است.

در طراحی دیگر، مکان نما دارای یک پرتوی لیزری نازک به قطر ۲۰ میکرون و یک منشور گوه ای می باشد که ۱۵۰ بار در ثانیه پرتو را دوران می دهد و بنابر این یک دایره کوچک به قطر ۱ میلی متر ایجاد می کند (IMO-TOWILL,

[11] Hunka

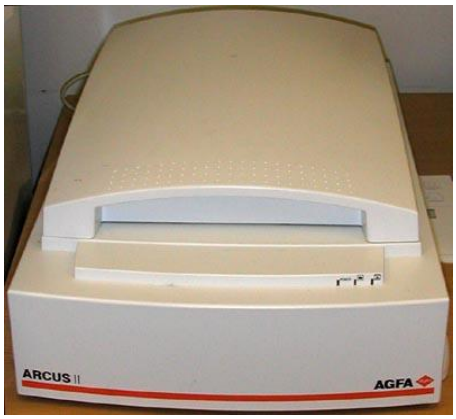
Santa Clara CA, 1978). دایره برروی یک مدرک شفاف متمرکز شده و مقدار نور عبوری از میان مدرک در زیر پرتو آشکار می گردد. این مکان نما در ابتدای خط قرار می گیرد. از طریق آشکارسازی نقاط پیرامون دایره که خط از میان آن می رود، مکان نما بصورت اتوماتیک در راستای خط پیش می رود(دنبال کننده اتوماتیک خط). دقت این روش خیلی زیاد در حد ۲ میکرون است اما سرعت ردیابی کمی سریعتر نسبت به ردیابی دستی می باشد. هنگامی که عامل باید دوباره مکان نما را تعیین موقعیت نماید از تقاطع به تقاطع به خوبی کار می کند، بنابراین مقداری زمان صرفه جویی می شود. اما چندین مشکل با این فن همراه است که استفاده از آن را رایج ننموده است که از جمله می توان به نیاز به سخت افزار خیلی تخصصی، مداخله عامل و کار آماده سازی برروی مدرک اشاره نمود.

۳- اسکنرها

مولفه اصلی اسکنر یک سنسور است که به صورت خطوط موازی سیستماتیک سند گرافیکی را اسکن می نماید و مقدار نور بازتاب شده یا انتقال یافته (روشنایی) در مناطق کوچک نمونه برداری شده (پیکسل) توسط آشکار ساز اندازه گیری و سپس مقدار روشنایی به عنوان یک عدد رقومی (DN) در مقیاس مفروض ثبت می شود. در این روش محدوده نقشه به سلولهای منظم (پیکسل) تقسیم می گردد که تمام پیکسلها هم اندازه می باشند. شماره سطر و ستون هر پیکسل، نشان دهنده موقعیت عوارض و عدد رقومی یا مقدار (Value) پیکسل نمایانگر نوع شی یا شرایطی است که در آن موقعیت وجود دارد. در مدل رستر، عوارض به عنوان اشیاء مستقل شناسایی نمی‌شوند، بلکه به صورت گروهی از پیکسلها با شرایط خاص مشابه نمایش داده می شوند.

در مورد یک تصویر تک رنگ، یک اندازه گیری برای هر سطح پیکسل انجام می شود. در مورد یک تصویر رنگی ارزش های قرمز، سبز و آبی جداگانه اندازه گیری می شوند. برای منظور های تجسمی ساده، یک اسکنر دفتری استاندارد را می توان مورد استفاده قرار داد، اما اگر عکس های رقومی در فتوگرامتری مورد استفاده قرار گیرد اسکنر با کیفیت بالای متریک لازم می گردد.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری



مواردی که در مورد اسکن کردن باید مورد توجه قرار گیرند، عبارتند از:

قدرت تفکیک اسکنر

در فرآیند اسکن، مرتبط ترین کار تنظیم اندازه دیافراگم اسکن کننده است که دانسیته اسکن یا قدرت تفکیک[۱۲] اسکنر نامیده شده و با واحد نقطه در اینچ (dpi و ۱ اینچ = ۲.۵۴ سانتی متر) بیان می شود. تنظیم dpi بستگی به جزئیات مورد نیاز برای کاربرد دارد و معمولا توسط اسکنر محدود می شود.

قدرت تفکیک اسکنر دفتری حدود ۶۰۰ نقطه در اینچ (۴۳ میکرومتر) می باشد در حالی که اسکنر فتوگرامتری ممکن است قدرت تفکیکی در حدود ۳۶۰۰ نقطه در اینچ (میکرومتر ۷) داشته باشد.

نوع نقشه (اپک یا ترانسپارنت) در انتخاب نوع اسکنر نیز تاثیر دارد .قدرت تفکیک اسکن عموماً با پله های 0.05 mm (یا حتی 0.025 mm) قابل انتخاب است. در اسکنرها این ضریب قابل تنظیم است و این مسئله نیاز به توجه بسیار دارد. قدرت تفکیک بیش از اندازه زیاد باعث طولانی شدن زمان اسکن و پردازش فایل رقومی شده، در حالی که قدرت تفکیک بیش از اندازه پایین سبب می گردد تا خطوط نازک قابل تفکیک نبوده و خطوط متراکم و به هم نزدیک نیز به طور جداگانه ثبت نگردند. به هر حال تنظیم قدرت تفکیک نهایی به پیچیدگی عوارض و کیفیت خطوط در نقشه اسکن‌شده بستگی فراوان دارد. برای تعیین بهترین و مناسبترین قدرت تفکیک، یک قاعدهٔ عملی وجود دارد که عبارت است از:

[12] Resolution

قدرت تفکیک اسکن باید معادل نصف پهنای نازکترین خط و یا کمترین فاصله بین خطوط باشد.

مثال برای نگاتیو سیاه و سفید ۲۳ × ۲۳ سانتی متر،با اسکن ۶۰۰ نقطه در اینچ یک فایل با اندازه ۵۴۰۰ =۶۰۰ × ۹سطر و به همان تعداد ستون ها نتیجه می دهد.

با فرض این که ۱ بایت برای هر پیکسل استفاده شود (یعنی، ۲۵۶ سطح خاکستری وجود دارد)، فایل های به دست آمده نیاز به ۲۹ مگابایت از فضای دیسک دارند.

اندازه نقشه، عکس یا سند گرافیکی

اسکنر های معمولی که برای کارهای دفتری بکار برده می شوند، دارای قطع کوچکتر (A4) هستند و اسکنرهای با اندازه های بزرگتر (A0) نیز وجود دارند. اسکنر های کوچکتر می‌توانند برای اسکن نقشه‌های کوچک یا نقشه‌هایی که امکان قسمت کردن آنها به قطعات کوچکتر وجود دارد، مورد استفاده قرار گیرند.

هنگام اسکن کردن نقشه، باید از صافی و یکنواختی سطح نقشه بر روی صفحهٔ اسکنر مطمئن بود. اگر ابعاد نقشه از سطح اسکنر بزرگتر باشد، چاره ای جز تقسیم نقشه به قطعاتی با ابعاد کوچکتر وجود ندارد. این قطعات باید بعد از انجام اسکن به صورت رقومی به هم متصل شوند، یا در مرحلهٔ زمین مرجع کردن این قطعات به صورت موزائیک در آیند.

حجم حافظه های جانبی

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

برای ذخیرهٔ فایلهای حاصل از اسکن و رنگی بودن و یا تک رنگ[۱۳] بودن نقشه. پرداختن به این مسایل از آن جهت حایز اهمیت است که سبب می شود تا از دستگاههای عمومی یا خاص اسکنر استفاده شود و این خود عامل تعیین کننده در هزینه رقومی سازی نقشه‌ها می باشد.

۴- صفحات نمایش دهنده محاوره ای[۱۴]

دیجیتایز کردن از روی صفحه نمایش دهنده نیاز به یک صفحه نمایش دهنده محاوره ای دارد که دنبال نمودن عوارض نقشه ی نمایش داده شده و جمع آوری مختصات آن را امکان پذیر می سازد، به وسیله ی اپراتوری اجرا می شود که کرسر روی صفحه نمایش دهنده را بر روی نمایش رستری نقشه از قبل اسکن شده توسط اسکنر قرار می دهد.

۲ – ۳ – روشهای رقومی سازی

عمل رقومی سازی با استفاده از دستگاههای مختلف و به روشهای متنوعی انجام می‌پذیرد که هر کدام از این روشها دارای ویژگیهای خاص نرم افزاری و سخت افزاری مخصوص خود می‌باشند. عموماً چهار روش رقومی سازی برداری وجود دارد که عبارتند از:

- رقومی‌سازی با استفاده از اسکنر[۱۵]
- رقومی سازی دستی با استفاده از میز دیجیتایزر[۱۶]
- رقومی سازی از روی صفحه نمایش کامپیوتر[۱۷]
- تبدیل نیمه خودکار و یا خودکار رستر به بُردار

[13] Monochrome
[14] Interactive
[15] Scanning
[16] Manual digitizing
[17] Head-up digitizing, On-screen digitizing

۲ – ۴ – مراحل آماده سازی برای انجام رقومی سازی

برای رقومی سازی نقشه‌های کاغذی موجود باید مراحلی به صورت سیستماتیک انجام‌پذیرد. این مراحل مستقل از روش رقومی سازی انتخاب شده می باشد و بدیهی است برای هر روش می توان توضیحات ارائه شده در مراحل بعدی را تعمیم داد.

- آماده سازی

قبل از شروع رقومی سازی باید نقشه‌ها را انتخاب نمود و بعد از آن باید اطلاعات توصیفی مربوط به عوارض روی نقشه را جمع‌آوری و نهایتاً ساختار و محتوای پایگاه داده را تعیین کرد. آماده سازی شامل؛ ارزیابی نقشه‌های کاغذی ورودی و مطالعه برروی مشخصات خروجی نقشه‌های رقومی، می باشد. در آماده سازی محدودیتهای بودجه و هزینه و همچنین سخت افزار و نرم افزارهای در دسترس، مورد توجه قرار می گیرند. نتیجه این مطالعات به انتخاب روش رقومی سازی، تعیین سخت‌افزار و نرم افزار و برنامه تفصیلی رقومی سازی می‌انجامد. همچنین در این مرحله، پرسنل مورد نیاز و هزینه رقومی سازی مشخص می گردد.

- پیش پردازش نقشه‌ها

نقشه‌های چاپی، نقشه‌های ترسیم شده با دست، عکسهای ترمیم شده، عکسهای هوایی و سایر داده های تصویری می توانند به عنوان منبع رقومی سازی مورد استفاده قرار بگیرند. علاوه بر آن اطلاعات و اسناد غیر گرافیکی از قبیل کروکی‌های عملیات برداشت زمینی را نیز می‌توان برای کمک به ورود اطلاعات توصیفی، بکاربرد.

پیش پردازش نقشه‌ها به منظور بالا بردن سرعت رقومی سازی ، از بین بردن موارد نامفهوم در داده ها، حصول اطمینان از ثبت داده های مناسب و کمک به عامل رقومی ساز در جهت انجام عملیات لازم در رقومی سازی، انجام می گیرد. شروع عملیات رقومی سازی، بدون پیش پردازش اطلاعات و نقشه‌های موجود، امکان‌پذیر است ولی سرعت و سهولت رقومی سازی از بین رفته و احتمال وقوع خطا در مراحل مختلف رقومی سازی نقشه‌ها افزایش می یابد.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

معمولاً تمامی عوارضی که باید رقومی شوند، در نقشه‌های چاپ شده به روشنی نمایش داده می‌شوند. اما برای برخی از عوارض باید نحوه رقومی سازی صحیح تصریح گردد. به عنوان مثال، باید مشخص شود که در هنگام رقومی سازی عارضه ای که با دو خط موازی[۱۸] سمبول گذاری شده است (مانند معابر با عرض زیاد در نقشه‌های بزرگ مقیاس) و یا عوارضی که به صورت سمبولهای نقطه‌ای نمایش داده شده اند (مانند محل دکل‌ها، نیروگاهها و پست‌ها، در مقیاس ۱:۲۵۰.۰۰۰) عامل رقومی ساز چگونه عمل‌نماید. علاوه بر آن شاید لازم باشد برای نقاطی با اهمیت خاص، علامت گذاری ویژه‌ای صورت گیرد و یا در نقشه چاپی با مداد نحوه جنرالیزه کردن عوارض نشان داده شود. در مورد آخر، قبل از رقومی سازی ابتدا عامل با مداد عوارض روی نقشه کاغذی را جنرالیزه کرده و سپس نقشه رقومی سازی می گردد. نحوه جنرالیزه کردن عوارض طبق دستورالعمل‌های جنرالیزاسیون نقشه‌ها که در بخشهای بعدی ارائه شده‌است، صورت می‌گیرد.

نوع و تعداد اطلاعات توصیفی هر عارضه باید قبل از رقومی سازی به درستی تعیین شده باشد. رقومی سازی بر اساس مشخصات گرافیکی این عوارض در مجموعه استاندارد صورت می گیرد. یعنی عامل با مراجعه به استاندارد می تواند در یابد که مثلاً نوع المان، شماره لایه اطلاعاتی، رنگ، نوع خط و وزن المان (ضخامت المان) برای ترسیم و ارائه یک عارضه چگونه است. در حالات پیچیده تر ممکن است اطلاعات توصیفی در متن نقشه وجود داشته باشد و یا لیستی از اطلاعات توصیفی نشان دهنده ارتباط آنها با عوارض روی نقشه باشد. ورود اطلاعات توصیفی نادرست منبع عمده خطا است. نتیجتاً اتصال اطلاعات توصیفی به اطلاعات مکانی، باید با حداکثر بذل دقت و توجه همراه باشد.

در صورت وجود لایه های اطلاعاتی مجزا (مثلاً پست‌ها در یک نقشه و نیروگاهها در نقشه دیگر)، عمل رقومی سازی با سهولت بیشتری انجام‌می گیرد، زیرا عامل با نقشه ساده تر و احیاناً با کیفیت بالاتری سروکار خواهد داشت و این امرسرعت و کیفیت کار را بالا خواهد برد.

[18]Double Line

هر چیزی را که قرار نیست رقومی شود، می توان قبل از رقومی سازی اپک [19]کرد (با رنگ کردن آن و یا چسباندن کاغذ روی عوارض را پوشاند). بدیهی است رقومی سازی نقشه‌هایی با محتوای متراکم بسیار مشکل می باشد، بنابراین ساده‌سازی نقشه، کارآیی عملیات رقومی‌سازی را افزایش می دهد. تفسیر ساده تر نقشه‌های پر تراکم و با عوارض نزدیک بهم ، با بزرگ کردن نقشه امکان پذیر است. این عمل به سهولت در روش رقومی سازی از روی صفحه تصویر کامپیوتر صورت می گیرد. چون در این روش، همان گونه که توضیح داده خواهد شد، نقشه به صورت رقومی شده (اسکن شده) در زمینه صفحه تصویر کامپیوتر قرار می‌گیرد و امکان بزرگنمایی [20] بخشهای مختلف نقشه وجود دارد. با بزرگ کردن عارضه ای که باید رقومی شود، دقت رقومی سازی بهتر خواهد شد .

برای رقومی کردن یک عارضه نقطه‌ای بهتر است نقطه‌ای که قرار است به عنوان مرکز (یا نشان) عارضه رقومی گردد، از قبل نشانه گذاری گردد. این نشانه گذاری توسط عامل و با مداد روی نقشه کاغذی صورت می پذیرد. بدان معنی که عامل محل مربوط به عارضه را برروی سمبول با یک نقطه نشان می دهد. برای رقومی‌کردن عوارض خطی که برای متن گذاری قطع گردیده اند (مانند پاک شدن بخشی از یک منحنی میزان در روی نقشه به وسیله یک عبارت، که نشان دهنده ارتفاع آن منحنی میزان است)، قسمت از بین رفته باید توسط عامل باز سازی شود.

ممکن است نقشه ای که باید رقومی شود، نقشه‌ای باشد که به صورت دستی ترسیم شده است. در این حالت معمولاً با گذشت زمان از کیفیت گرافیکی خطوط در نقشه کاسته می شود. برای فائق آمدن بر این مشکل باید کیفیت ظاهری خطوط بهبود یابند. این کار به صورت دستی و از طریق پررنگ کردن و یا ضخیم کردن خطوط امکان پذیر است. ولی پیشنهاد می شود در روش رقومی سازی از روی صفحه تصویر کامپیوتر، با توجه به رقومی بودن تصویر نقشه در کامپیوتر،

[19] Opaque
[20] Zoom in

این کار با استفاده از توابع بهبود خطوط[۲۱] در نرم‌افزارهای پردازش تصاویر رقومی[۲۲] صورت گیرد. چرا که در این نرم افزارها این عمل سریعتر انجام شده و یکنواختی کار تضمین می گردد.

- تنظیم فیزیکی دیجیتایزر (از لحاظ مکان و موقعیت)

درروش رقومی سازی دستی با استفاده از میز دیجیتایزر، تنظیم فیزیکی دیجیتایزر به مفهوم تنظیم میز رقومی‌گر از نظر ارتفاع و استحکام آن و همچنین صندلی عامل و کرسر رقومی گر می‌باشد. این تنظیم به گونه‌ای است که عامل در هنگام انجام عملیات رقومی‌سازی به راحتی بتواند کرسر را برروی نقشه و میز حرکت داده و عوارض را رقومی کند .

در روش رقومی سازی از روی صفحه تصویر کامپیوتر، تنظیم فیزیکی دیجیتایزر چیزی جز تنظیم صفحه تصویر کامپیوتر، صفحه کلید و ماوس و همچنین صندلی عامل و طرز نشستن پشت کامپیوتر نمی باشد. بدیهی است هر چه صفحه تصویر کامپیوتر بزرگتر باشد برای کار مناسب تر می باشد. ارتفاع صندلی و محل قرارگیری ماوس و صفحه کلید از اهمیت به سزایی برخوردار است. زیرا رقومی‌سازی عملی وقت گیر و طولانی است و راحت نبودن عامل در هنگام رقومی سازی در دراز مدت، ضمن وارد کردن صدمه به سلامتی وی، از کیفیت کار نیز می کاهد.

- تعریف محدوده های دیجیتایزر، فرمان و منوی ورود توصیفات[۲۳]

کلیدها، سوئیچها و منوها به عنوان ابزارهای جانبی برای ورود اطلاعات و فرامین در دستگاههای دیجیتایزر پیش بینی شده اند. در روش رقومی سازی از روی صفحه کامپیوتر، تعریف محدوده های دیجیتایزر، فرمان و منوی ورود توصیفات در محیط نرم افزار مربوطه انجام می شود و نیازی نیست این مراحل انجام گیرد. به هر ترتیب درروش دستی با استفاده از میزهای دیجیتایزر، این مراحل جزیی از تنظیم دیجیتایزر حساب شده و باید اجرا شوند.

[21] Line enhancement

[22] Digital image processing

[23] Digitize and command areas and attribute menues

استفاده از منوها بسیار آسان است. منوها به کاربر اجازه می دهند تا فرامین را انتخاب کرده بدون آن که آنها را به خاطر بسپارند.

- انتخاب نقاط کنترل و ترانسفورماسیون

قبل از رقومی سازی لازم است تا نقاط کنترل[۲۴] برای عمل ترانسفورماسیون سیستم مختصات دیجیتایزر (چه میز دیجیتایزر و چه صفحه تصویر کامپیوتر که حاوی تصویر رستری نقشه چاپی باشد) به سیستم مختصات مرجع (نقشه) ،انتخاب گردند. نقاط کنترل باید به وضوح برروی نقشه مشخص شده و مختصات آنها در سیستم مختصات نقشه معلوم باشد. با استفاده از نقاط کنترل ، ضرایب ثابت ترانسفورماسیون به دست می‌آید . این ضرایب ثابت بعداً برای تبدیل تمام مختصاتی که دیجیتایزر ارائه می نماید (مختصات Xd و Yd)، به سیستم مختصات مرجع نقشه (مختصات Xm و Ym) مورد استفاده قرار می گیرند.

نقاط کنترل می بایست به خوبی در سطح نقشه (در اطراف و در گوشه ها) توزیع شده باشند. تقاطع خطوط شبکه[۲۵] در سطح نقشه به خوبی توزیع یافته و می توانند به عنوان نقاط کنترل انتخاب گردند. در صورتی که در سطح نقشه این خطوط وجود نداشته باشند، باید نقاط کنترل ویژه برروی نقشه تعیین و نشانه گذاری شوند. این نقاط می توانند یکسری عوارض مشخص برروی نقشه، مانند گوشه ساختمانها، نبش تقاطعها، عوارض متمایز در میدانها و...، باشند. اگر در ابعاد نقشه کاغذی در یک جهت تغییر ایجاد شده باشد، برای رقومی سازی آن بهتر است که آن نقشه به قسمتهای کوچکتر تقسیم شود و روی هر قسمت جداگانه ترانسفورماسیون انجام شود تا دقت انجام کار بیشتر گردد. در هر حال خطای ماکزیمم نباید از 0.3 mm و میانگین خطا از 0.2mm بیشتر شود.

۲ – ۵ – روشهای رقومی سازی

عمل رقومی سازی با استفاده از دستگاههای مختلف و به روشهای متنوعی انجام می‌پذیرد که هر کدام از این روشها دارای ویژگیهای خاص نرم افزاری و سخت افزاری

[24] Control Points
[25] Coordinate grid

مخصوص خود می‌باشند. عموماً چهار روش رقومی سازی برداری وجود دارد که عبارتند از:

- رقومی‌سازی با استفاده از اسکنر[۲۶]
- رقومی سازی دستی با استفاده از میز دیجیتایزر[۲۷]
- رقومی سازی از روی صفحه نمایش کامپیوتر[۲۸]
- تبدیل نیمه خودکار و یا خودکار رستر به بُردار

۲ – ۶ – رقومی‌سازی با استفاده از اسکنر

دیجیتایز کردن یکی از گلوگاه های اصلی در تهیه نقشه به کمک کامپیوتر می باشد .این کار زمان بر بوده نیاز به کار شدید دارد مستعد خطا است و هزینه بر می باشد . دیجیتایز کردن از طریق اسکن برای غلبه بر این مشکلات می تواند انجام شود . بعلاوه در روش رقومی سازی از روی صفحه نمایش کامپیوتر، لازم است ابتدا با استفاده از رقومی سازی به روش اسکنر ، نقشه به فرم رستری تبدیل شود.

[26] Scanning
[27] Manual digitizing
[28] Head-up digitizing, On-screen digitizing

در روش رقومی‌سازی با استفاده از اسکنر اسناد گرافیکی به صورت اتوماتیک به داده های رقومی تبدیل می شوند اما اجرای استخراج، ساختار دهی و اتصال اطلاعات توصیفی به انواع عوارض گوناگون به صورت اتوماتیک مخصوصا هنگامی که مدرک ورودی مدرک ساده ای نباشد بسیار مشکل است. در حقیقت در این روش یک کپی رقومی از اصل سند بدست می آید.

این روش نیاز به یک اسکنر دارد که از یک منبع نور که یک مکانی را(pixel) بر روی سند منبع روشن می کند و یک سنجنده که شدت نور عبوری منعکس شده را در آن مکان اندازه گیری می کند تشکیل شده است .

در این روش، نقشه، عکس یا سند گرافیکی درون دستگاه اسکنر[۲۹] عموماً با قطع بزرگ، قرار گرفته و منبع نور و سنجنده سند را اتوماتیک وار به صورت رشته ای از خطوط موازی قطع می کنند و نور عبوری یا منعکس شده را اندازه گیری و ثبت می نمایند و بنابراین سند به آرایه یا ماتریس از پیکسل ها تبدیل می شود و بعد از اسکن شدن، به صورت فایلی با فرمت رستری[۳۰] در کامپیوتر ذخیره می گردد.

[29] Scanner
[30] Raster

استفاده از این روش نیازمند وجود نقشه‌هایی با کیفیت مناسب، چه از لحاظ گرافیک عوارض و چه از لحاظ خود نقشه برای قرارگیری در دستگاه اسکنر است.

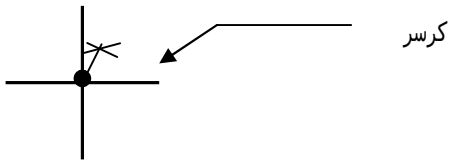
۲ – ۷ – رقومی سازی دستی با استفاده از میز دیجیتایزر

در روش رقومی سازی دستی با استفاده از میز دیجیتایزر ردیابی دستی همه عناصر گرافیکی با کمک یک کرسر دستی انجام می شود. این روش یک روش طاقت فرسا از نظر عامل رقومی کننده می باشد. در روش های رقومی سازی دستی یا رقومی سازی از روی صفحه نمایش دهنده نتیجه بصورت برداری ثبت می شود .

در این روش عوارض بر روی نقشه که بصورت نقطه ای خطی و یا سطحی هستند بصورت زیر رقومی می شوند:

- رقومی سازی عوارض نقطه ای

معمولاً عوارض نقطه‌ای برروی نقشه با سمبلهای نقطه‌ای نمایش داده می شوند. به عبارت دیگر مسئله اصلی در رقومی سازی این نوع عوارض این است که انتخاب نقطه در کجای سمبل صورت گیرد. (شکل زیر) این موضوع بایستی در مرحله پیش پردازش اسناد و مدارک انجام بپذیرد.



شکل : رقومی سازی عوارض نقطه‌ای

- رقومی سازی عوارض خطی

در نقشه‌ها بیشترین حجم رقومی سازی مربوط به عوارض خطی می باشد. دو مُد برای رقومی سازی خطوط وجود دارد:

- مد نقطه‌ای[۳۱]
- مد پیوسته[۳۲]

در مُد نقطه‌ای، عامل نقاطی را با قرار دادن علامت کرسر[۳۳] برروی آنها انتخاب میکند که در آنها خط جهت خود را تغییر عمده ای داده باشد (به این نقاط اصطلاحاً نقطه برگشت[۳۴] یا راس[۳۵] گفته می شود) و با فشار کلید کرسر یا ماوس مختصات آن نقاط ثبت می گردد. (شکل زیر) قطعه خط بین دو ثبت متوالی نقاط یک پاره‌خط مستقیم فرض میگردد، مگر آنکه کمان منحنی یا گونه دیگر منحنی، توسط نرم افزار پیش بینی شده باشد. عوارض خطی که خطوط مستقیم در آنها زیاد است (جاده ها، رودخانه ها، خطوط انتقال نیرو، کابلهای زیرزمینی و...) در این مُد رقومی می‌گردند.

---

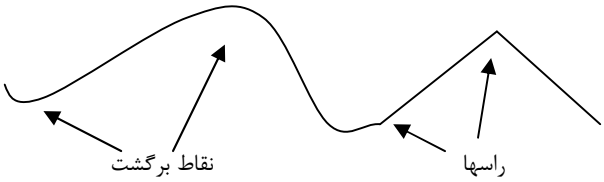
[31] Point mode

[32] Stream mode

[۳۳] Cursor در این حالت کرسر می تواند واقعی باشد. همانگونه که در میزهای دیجیتایزر وجود دارد ، و یامجازی باشد ، مانند حالتی که در نرم افزارهای CAD و سیستمهای رقومی سازی از روی صفحه تصویر کامپیوتر وجود دارد و معمولاً به شکل ‘+’ می باشد .

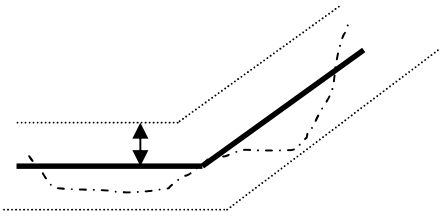
[34] Turning point

[35] Vertex



شکل : رقومی سازی عوارض خطی

در مُد پیوسته، عامل عارضه خطی را به طور پیوسته و دقیق با کرسر دنبال می کند. نقاط به طور خودکار ذخیره شده و عامل از نحوه و زمان ثبت نقاط خبر ندارد. عامل تنها باید پارامترهای مربوط به نحوه ثبت نقاط را از قبل تنظیم نماید. ثبت نقاط می تواند تابعی از یک زمان ثابت [۳۶] یا یک فاصله ثابت [۳۷]باشد. سیستمهایی که در آنها مُد رقومی‌سازی وجود دارد، معمولاً مفهوم میزان تلرانس مد پیوسته[۳۸] را نیز پشتیبانی می‌کند. در این حالت نقطه در مسیر خط به شرطی ثبت میگردد که از تلرانس فاصله تعیین شده از خط مستقیم خارج شده باشد. (شکل زیر)


شکل : استفاده از تلرانس در عملیات رقومی سازی عوارض خطی

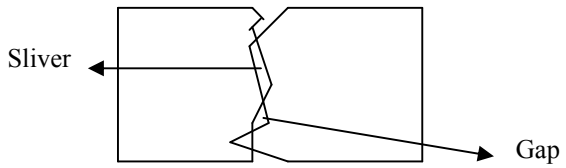
از مُد نقطه‌ای بیشتر برای خطوطی که در آنها نقاط برگشت نسبتاً آشکار است، مانند خطوطی که از پاره خطهای بلند تشکیل شده اند و یا در آنها قوسهای دایره ای و یا سهمی وجود دارد، استفاده می‌شود. در حالتی که خطوط دارای نقاط برگشت زیاد بوده و تابع نظم خاصی نباشند، از مُد پیوسته استفاده می شود. در این حالت سرعت رقومی‌سازی بطور قابل ملاحظه ای افزایش می یابد. برای مثال برای رقومی سازی منحنی میزانها از مد پیوسته استفاده می گردد، چون سرعت رقومی‌سازی آنها در مد

[36]Stream time
[37]Stream distance
[38]Stream tolerance

نقطه‌ای بسیار پایین است، هرچند دقت رقومی سازی در مد نقطه ای، به واسطه توقف کرسر در نقاط برگشت، بیشتر است.

- رقومی سازی عوارض سطحی

رقومی سازی پلیگونها (عوارض سطحی) در واقع رقومی سازی خطوط مرزی پلیگونهاست. رقومی کردن مرز پلیگونها از همان قواعد رقومی سازی عوارض خطی، که در بخش قبلی بدان پرداخته شد، تبعیت می کند. مسئله اضافه برآن در اینجا، وجود مرز مشترک بین دو پلیگون است که در تشکیل هر دو پلیگون سهم دارد. روال معمول در این خصوص آن بوده است که خط مرزی هر پلیگون رقومی شده و آن پلیگون بسته شود. این قضیه باعث می شود تا مرز بین پلیگونها دو بار رقومی شده و زمان زیادی صرف گردد. علاوه برآن رقومی سازی دوباره مرز بین پلیگون‌ها، خطاهایی را به وجود می آورد که اصطلاحاً به آنها Sliver و Gap گفته می شود. علت این خطاها عدم توافق و تطابق دقیق دو خطی است که در اثر دوبار رقومی سازی مرز مشترک بین پلیگونها بوجود می‌آیند(شکل زیر).

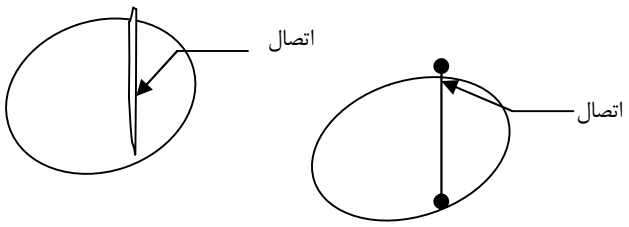


شکل : خطاهای Sliverو Gap

برای احتراز از این خطاها بهتر است که مرز پلیگونها تنها یک بار رقومی گردند و بستن پلیگونها و ایجاد عوارض سطحی را به نرم افزارهای مربوطه واگذار نمود. عامل باید در ابتدا تمام نقاطی که سه خط مرزی یا بیشتر در آن به هم می رسند (اتصالات[۳۹])راشناسایی‌نماید. سپس خطوط مرزی (لبه ها[۴۰]) باید به گونه ای رقومی گردند تا اتصالات در ابتدا و انتهای این خطوط قرار گیرند(شکل زیر). لبه ها را می‌توان

[39] Junctions
[40] Edges

به واحدهای کوچکتری تقسیم نمود، ولی باید در نظر داشت که هر واحد نمی تواند از یک اتصال فراتر رود.



شکل : رقومی سازی مرز مشترک عوارض سطحی مجاور

نقاط اتصال جایی است که ۳یا بیشتر قطعه خط محدوده به هم دیگر می رسند . قطعات خطوط محدوده یا لبه ها باید به گونه ای دیجیتایز شوند که اتصالات یا نقاط اتصال ،نقاط شروع و انتهای این خطوط باشند پس از اینکه لبه های پلیگون ها تولید شدند سه روش برای تشکیل پلیگون ها استفاده می شوند .

۱. تشکیل محاوره ای پلیگون ها
۲. تولید پلیگون با استفاده از پلیگون های سمت چپ و راست
۳. تشکیل اتوماتیک پلیگون ها

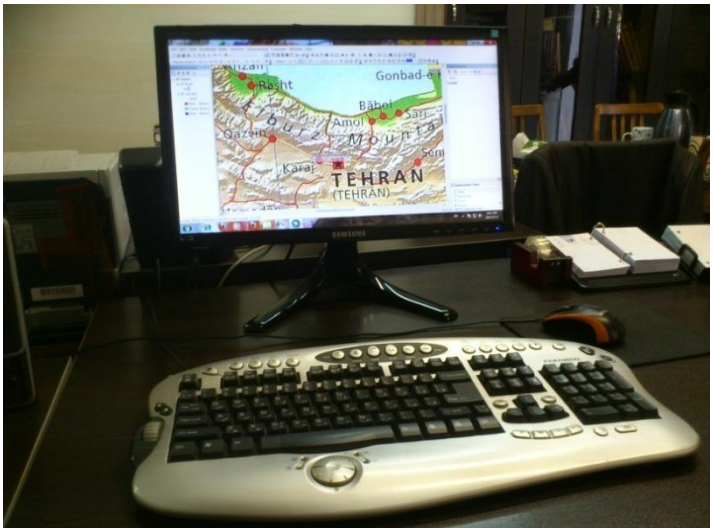
در صورت استفاده از برنامه‌های پشتیبان برای بستن پلیگونها نیازی به تشکیل پلیگونها به صورت دستی نمی باشد و این کار به صورت خودکار انجام می گردد. تنها لازم است که تمامی لبه ها رقومی گردند.

۲ – ۸ – رقومی سازی از روی صفحهٔ نمایش کامپیوتر

رقومی سازی از روی صفحه کامپیوتر[41] بسیار مشابه روش رقومی سازی با استفاده از میز دیجیتایزر است. در این روش، ابتدا لازم است نقشهٔ کاغذی توسط دستگاه اسکنر به فایل رستری تبدیل گردد. ملاحظات مربوط به این کار قبلاً در بخش رقومی سازی با استفاده از دستگاه اسکنر بیان گردیده است. مهمترین وجه تمایز بین این دو روش این است که در روش رقومی سازی از روی صفحه کامپیوتر، بعد از اسکن شدن نقشه، رقومی‌سازی آن در یک محیط نرم‌افزار گرافیکی (به وسیله نمایش برروی صفحه

[41] On Screen Digitising

کامپیوتر) شروع می گردد. مزیت این روش به کارگیری سرعت بالا در اسکن کردن نقشه و تهیه کپی رقومی آن و استفاده از آگاهی عامل انسانی در تفسیر عوارض روی نقشه است.



همان طور که گفته شد ابتدا باید نقشه اسکن شود. محصول اسکن نقشه، یک فایل با فرمت رستری است. حال می توان نقشه را بر روی صفحه کامپیوتر و با استفاده از نرم‌افزارهای مخصوص نمایش داد. از قابلیتهای معمول این نرم افزارها، بزرگنمایی و حرکت نمودن بر روی نقشه در یک بزرگنمایی خاص[۴۲] است. این قابلیتها به عامل کمک می کند تا فایل رقومی مربوط به خروجی اسکن را به طور کامل ببیند.

یکی از قابلیت ها نمایش و کار همزمان داده های رستری (فایل خروجی اسکن) و داده‌های برداری(المانهای ترسیم شده توسط عامل) است. قابلیتهای دیگر شامل امکانات ویرایشی محاوره‌ای مانند رنگ، ضخامت خط، نوع خط، فونت، انتخاب و اصلاح لایه اطلاعاتی، کپی، تولید خطوط موازی، تولید سمبول و نماد[۴۳]، عمود کردن خطوط برهم، اسنپ کردن، امتداد دادن[۴۴] خطوط، حذف تمام یا جزیی از المان، متن‌گذاری، دوران و...، می باشد. بدین ترتیب وظایف رقومی سازی و ویرایش داده ها در یک مرحله انجام می گیرند.

---

[42]Panning
[43]Cell
[44]Extending

از قابلیتهای این روش می توان به موارد زیر اشاره کرد:

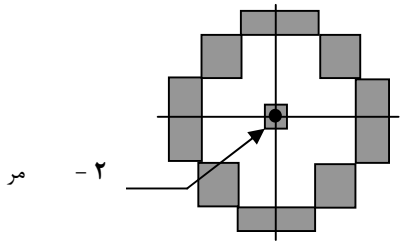
- راحتی ؛ قابلیت دید مستقیم عامل بر هر آنچه که دیجیتایزر انجام می‌دهد.
- دقت؛ بزرگنمایی امکان می دهد تا مرکز دقیق خطوط بهتر از روش استفاده از میزدیجیتایزر رقومی شوند.
- سرعت ؛ مراحل رقومی سازی و ویرایش و اصلاح در یک زمان انجام می‌شوند.

در رابطه با رقومی سازی از روی صفحه نمایش کامپیوتر موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرد.

- استخراج عوارض

برروی نقشه‌های موجود، عوارض نقطه‌ای، خطی و سطحی دیده می شوند. استخراج عارضه عبارتست از شناسایی و تعیین آن که هر پیکسل به چه نوع عارضه ای متعلق است و سپس از مجموعه پیکسلهای شناسایی شده عارضهٔ مورد نظر استخراج شود.

عوارض نقطه‌ای معمولاً به وسیله سمبولهای نقطه‌ای نمایش داده می شوند . استخراج این نوع عوارض شامل دستهٔ کوچکی از پیکسلهایی است که سمبول خاص عارضه را تشکیل می دهند. در رابطه با عوارض نقطه‌ای، نقطهٔ مرکزی سمبول برای رقومی سازی انتخاب شده و نماد مربوطه در فرم برداری در آن نقطه قرار داده می‌شود (شکل زیر).



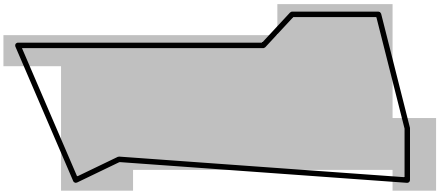
ش ل : استخراج عوارض نقطه‌ای

پیکسلهایی که بخشی از یک خط را تشکیل می دهند به دسته پیکسلهایی تعلق دارند که عرض آنها بسیار باریکتر از طول آنها بوده و بنابراین از این طریق قابل شناسایی هستند. پس از آن، این دسته از پیکسلها باید در حد خط محوری خود تصویر شده و سپس بُرداری گردد. این عمل با قراردادن یک متوازی الاضلاع فرضی به دور دسته پیکسلها و سپس تعیین محور میانگین آن امکان پذیر است (شکل زیر) .

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

ش ل : استخراج عوارض خطی

زمانی که یک عارضه سطحی توسط یک دسته پیکسل توپر نمایش داده می شود، باید خط‌مرزی آن شناسایی و استخراج گردد . شناسایی و استخراج خط مرزی یک عارضهٔ سطحی مشابه استخراج یک عارضهٔ خطی است(شکل زیر) .



ش ل : استخراج عوارض سطحی

- ساخت خطوط

نکته حائز اهمیت در بُرداری کردن[۴۵] مجموعه پیکسلها ، شناسایی صحیح عوارض بر طبق لیست عوارض است . عامل باید با شناخت عوارض آنها را تفکیک نموده و در لایهٔ اطلاعاتی مربوط به خود قرار دهد.

۲ – ۹ – تبدیل خودکار یا نیمه خودکار رستر به بُردار

در روش رقومی سازی اتوماتیک یک نرم افزاربه صورت کاملا اتوماتیک بدون دخالت عامل انسانی به صورت برداری نقشه را رقومی می کند. نمونه ای از این نوع نرم افزارها R2V می باشد. در روش نیمه اتوماتیک کار رقومی کردن به وسیله نرم افزار و با همکاری عامل انسانی انجام می شود.

بنابراین، ابتدا لازم است نقشهٔ کاغذی توسط دستگاه اسکنر به فایل رستری تبدیل گردد. ملاحظات مربوط به این کار قبلا در بخش رقومی سازی با استفاده از دستگاه اسکنر بیان گردیده است. در این روش نیز هدف نهایی تبدیل عوارض از فرم رستری به فرم برداری می باشد. البته در این مرحله با استفاده از نرم افزارهای مربوطه این عمل انجام می‌شود. برنامه های موجود در این نرم افزارها کار تشخیص دسته های پیکسلی

[۴۵] اصطلاحاً به رقومی سازی عوارضی که به صورت مجموعهٔ پیکسلها در فایل رستری موجودند ، ًبرداری کردن عوارض ً نیز اطلاق می‌شود.

که تشکیل یک عارضهٔ مستقل را می دهند، به عهده دارند. بر اساس پارامترهای از پیش تنظیم شده در این برنامه‌ها، ابتدا این دسته پیکسلها تفکیک گردیده و سپس بسته به نوع عارضهٔ تشخیص داده شده، مرکز آنها به یک سمبول تبدیل می گردد (عوارض نقطه ای)، یا محور آنها برداری شده (در مورد عوارض خطی) و یا مرز آنها به وسیله خطوط به بردار تبدیل می گردند.

واضح است که تبدیل رستر به بردار در این برنامه ها به صورت خودکار و تنها با پیش تنظیم پارامترها توسط عامل انجام می گردد. میزان دخالت عامل در پردازش این برنامه‌ها، بسته به ضریب هوشمندی آنها، اندک است. به بیان دیگر هر چه هوشمندی برنامهٔ تبدیل رستر به بردار بیشتر باشد، میزان دخالت عامل کمتر می باشد. البته در بعضی از موارد لازم است که برنامه به صورت محاوره ای از عامل کسب تکلیف نماید. چه بسا در این گونه موارد انجام خودکار تبدیل رستر به بردار باعث پدیداری اشکالاتی شود که کشف و رفع آنها نیازمند زمانی به مراتب بیشتر از تبدیل دستی باشد. در بعضی از نرم افزارها برنامه های نیمه خودکار برای تبدیل رستر به بردار پیش بینی شده است. حسن این برنامه‌ها در این است که تا آنجا که نیاز به دخالت و تصمیم‌گیری عامل ندارند کار را به صورت خودکار پیش می‌برند و هرجا که نیاز به دخالت عامل باشد، متوقف شده و منتظر تصمیم گیری و ورود فرمان عامل می شوند در این صورت در اجرای کار خطایی پیش نخواهد آمد. نکتهٔ حائز اهمیت در برنامه های نیمه خودکار، قابلیت انطباق داده های رستری و برداری است. به طوری که عامل بتواند با تطابق بردارها روی داده‌های رستری از درست انجام شدن کار اطمینان حاصل نموده و روند پیشرفت کار را کنترل کند.

در روش تبدیل خودکار یا نیمه خودکار رستر به بردار باید موارد زیر را در نظر داشت:

- مشکل تنوع و تعداد زیاد عوارض

هر چه تنوع و تعداد عوارض در نقشه بیشتر باشد ، عمل تبدیل خودکار رستر به بردار پیچیده تر و وقت گیرتر خواهد بود . نقشه‌هایی که با این روش رقومی می شوند باید تا حد ممکن ساده و با تنوع عوارض کم باشند. در صورتی که عوارض نقاط اتصالی با یکدیگر نداشته باشند، مانعی در اجرای خودکار پیش نخواهند آورد (مانند منحنی میزانها که در لایه خود با هم هیچگونه تماسی ندارند). اما اگر عوارض دارای نقاط اتصال

بیشمار باشند، کار تبدیل به صورت خودکار دچار اشکال خواهد شد و کشف و رفع خطاهای احتمالی زمان زیادی را از عامل خواهد گرفت. تنوع زیاد عوارض سبب می‌گردد تا شناسایی صحیح عوارض و تفکیک آنها به درستی انجام نگردد و بعداً لازم شود تا به صورت دستی تغییر لایهٔ اطلاعاتی داده شوند.

- استفاده از نقشه‌هایی با تفکیک رنگ و یا استفاده از نسخه های اصلی نقشه‌ها با لایه های اطلاعاتی جدا از هم

برای اجتناب از مشکل تنوع و تعداد زیاد عوارض می توان از نقشه‌هایی با تفکیک رنگ استفاده نمود. چرا که در این نقشه‌ها عوارض با استفاده از رنگهای مختلف، جدا شده اند (برای تهیه فیلم و زینک در مرحلهٔ چاپ). خصوصیت این نقشه‌ها سادگی ناشی از تنوع و تعداد کم عوارض است . از روی هم قراردادن این نقشه‌ها ، نقشه اصلی بوجود می آید. راه دیگر، استفاده از نسخه های اصلی نقشه‌ها با لایه‌های اطلاعاتی جدا از یکدیگر است. این نقشه‌ها در ابتدای مرحلهٔ تهیه نقشه بوجود آمده اند و حاوی عوارض مجزا و تفکیک شده می‌باشند. برای نمونه لایهٔ منحنی میزان در نسخهٔ اصلی خود به صورت تفکیک شده وجود دارد. تبدیل خودکار یا نیمه خودکار رستر به بردار در این حالت به راحتی انجام می‌شود. در غیر این صورت باید نقشه ای با تمام لایه های اطلاعاتی، بکار برده شود، که تبدیل خودکار یا نیمه خودکار رستر به بردار در آن کار آسانی نخواهد بود.

- مشکل هاشور، سایه [۴۶]، پترن[۴۷] و سمبول در نقشه

معمولاً عوارض در نقشه‌های کاغذی با هاشور، سایه، پترن و سمبول نمایش داده می‌شوند. در تبدیل خودکار رستر به بُردار، این گونه موارد با اشکال همراه خواهند بود. زیرا به عنوان مثال یک نیروگاه با خطوط هاشور داخل آن به بُردار تبدیل می گردد، در حالی که هاشور درون نیروگاه تنها برای شناسایی عارضه نیروگاه کاربرد دارد و دارای هیچ گونه ارزش مکانی و هندسی نیست.

نمونهٔ دیگر سمبولهای نقطه‌ای می باشند که تنها مرکز یا نقطهٔ مشخصی در آنها دارای اهمیت مکانی است و بقیه برای شناسایی کلاس یا نوع عارضه می باشند. در

[46] Stipple
[47] Pattern

عوارض سطحی نیز وجود سایه برای نمایش نوع خاصی از عوارض، مثلاً زمین با پوشش خاص گیاهی، می‌باشد و در زمان تبدیل آن به بُردار، نقطه بندیهای درون منطقه سایه خورده به نقاط برداری تبدیل خواهند شد. برای جلوگیری از این نوع مشکل، باید سطوح عوارض دارای هاشور و سایه و یا پترن اپک شوند ویا از روش نیمه خودکار برای تبدیل رستر به بردار استفاده کرد.

- مشکل متنهای روی نقشه (خصوصاً اعداد روی منحنی میزان)

وجود نوشته ها و اعداد بر روی متن نقشه باعث ایجاد فاصله در عوارض متصل به هم می گردد. باید فاصلهٔ بین این عوارض قبل از اسکن کردن از بین برود، زیرا از بین بردن این نوشته ها و اعداد بعداً در مرحلهٔ پردازش برنامه ها بسیار دشوار است.

البته لازم به ذکر است که در روش نیمه خودکار، عامل می تواند با تحت کنترل قراردادن روند کار نرم افزار، در محل متنها به صورت دستی اقدام به توسعه امتداد خطوط نماید.

- نیاز به رتوش نقشه قبل از اسکن

خروجی اسکن معمولاً با نقایص کوچکی همراه است. قبل از هر گونه پردازش بر روی فایل رستری لازم است تا این نقایص مستقیماً در محیط رستری تصحیح گردند. به انجام این تصحیحات بر روی فایل رستری، رتوش[۴۸] گفته می شود. نمونهٔ این نقایص، وجود لکه کثیفی و خراش در متن نقشه‌های کاغذی است. با دو روش می توان روی فایل رستری رتوش انجام داد. روش اول استفاده از برنامه‌های خودکار برای شناسایی و حذف لکه‌ها، کثیفی و خراش در نقشه اسکن شده است. این برنامه ها با شناسایی مجموعه پیکسلها با تعداد کمتر از مقدار مجاز یا با عرض کمتر از عرض مجاز، به حذف آنها می پردازند. همچنین می توان با تعیین حداقل فاصله بین دو عارضهٔ از هم جدا، فاصلهٔ تولید شده بین عوارض متصل را از بین برد . در محل لبه‌های پدید آمده از همجواری دو عارضهٔ سطحی (پلیگون) با مشخصه های متفاوت، پیکسلها یی پدید می‌آید که از لحاظ رنگی یا تن خاکستری به هیچ کدام از دو پلیگون تعلق ندارند. برنامه‌های خودکاراین پیکسلها را به یکی از کلاس پلیگونهای مجاور تبدیل می کنند.

[48] Retouch

برای از بین بردن نقایصی که با برنامه های خودکار از بین نمی روند، روش دیگری تحت عنوان رتوش محاوره‌ای بکار برده می شود. در این روش عامل مستقیماً با استفاده از صفحه کامپیوتر و به روش بازبینی چشمی به کشف و حذف نقایص مزبور می‌پردازد.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

فصل چهارم

مکان مرجع نمودن نقشه ها و مدارک گرافیکی

۲ – ۱ – مقدمه

ایده کروی بودن زمین به قرن هفدهم برمی گردد که نیوتن ادعا نمود چرخش زمین باعث می گردد مایعات به سمت استوا هدایت شده و تعادل هیدرو استاتیکی باعث بیضوی بودن شکل زمین که در قطبین مسطح شده می گردد. شکل سه بعدی زمین باعث توسعه سیستم های مختصات سه بعدی گردیده که توسط متخصصین فتوگرامتری و ژئودزی برای توصیف مختصات نقاط روی زمین مورد استفاده قرار می گیرند. از طرف دیگر وسایل نمایش مورد استفاده مثل صفحه نمایش کامپیوتر، ترسیم کننده ها و نقشه های کاغذی دو بعدی می باشند. برای انتقال مختصات از روی زمین به نقشه یا وسایل نمایش دهنده دو بعدی نیاز به سیستم تصویر نقشه می باشد که یک انتقال ریاضی عوارض از سطح بیضوی زمین به یک صفحه دوبعدی می باشد. این سیستم تصویرها می توانند بر اساس نوع صفحه قابل گسترش تصویر وضعیت صفحه قابل گسترش تصویر و خاصیت سیستم تصویر توصیف شوند. بعلاوه اسناد و مدارک گرافیکی شامل تصاویر و نقشه های اسکن شده دارای سیستم مختصات وسیله نمایش دهنده دو بعدی می باشند. بنابراین نیاز به تبدیل سیستم

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

مختصات وسیله نمایش دهنده به سیستم مختصات نقشه و جهانی می باشد. این فرآیند تبدیل سیستم مختصات زمین مرجع نمودن[۴۹] نامیده شده که بر روی داده های مکانی برداری و رستری انجام می شود. بنابراین در این فصل سیستم های تصویر، سیستم های مختصات دو بعدی و زمین مرجع نمودن اسناد و مدارک گرافیکی مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۲ – ۲ – سیستم تصویر

همانطوریکه که در مقدمه ذکر گردید سیستم تصویر انتقال ریاضی مختصات عوارض از روی زمین به نقشه یا وسایل نمایش دهنده دو بعدی می باشد. اگر شکل زمین بصورت بیضوی فرض گردد ریاضیات مورد استفاده برای این انتقال مختصات می تواند خیلی پیچیده باشد. اما در صورتیکه شکل زمین با یک کره کامل تقریب زده شود ریاضیات مورد استفاده می تواند ساده باشد. انتقال با استفاده از طول و عرض ژئودتیک (یا جغرافیایی) ارائه شده توسط بیضوی (یا کره) انتخاب شده انجام می شود. اگر نقشه را یک سطح دوبعدی مثلا یک برگ کاغذ در نظر بگیرید که در اتصال با کره مولدی با شعاع ۶.۳۷۸ سانتی متر باشد که نشان دهنده شکل کلی زمین در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰۰۰ می باشد، این تبدیلات تا حدی می توانند درک گردند. این برگ کاغذ می تواند به یکی از شیوه زیر در اتصال با کره مولد باشد:

۱. برگ صاف باقی می ماند و با کره در یک نقطه تماس دارد. این وضعیت سیستم تصویرهای آزیموتی (یا زنیتی) تولید می کند
۲. برگه بدور کره می پیچد با ایجاد یک استوانه و در یک دایره بزرگ با کره در تماس است. این وضعیت سیستم تصویرهای استوانه ای را تولید می کند.
۳. برگ بصورت یک مخروط در می آید و در یک دایره کوچک با کره در تماس است. این وضعیت تولید سیستم های مخروطی می کند.

[49] Georeferencing

بنابراین سه دسته از سیستم تصویرها آزیموتی، استوانه ای و مخروطی هستند. این سه دسته شکلهایی را ارائه می دهند که هر کدام می توانند به یک سطح دو بعدی گسترش یابند که می توانند کره مولد را دربرگیرند. این سه دسته سطوح را سطوح قابل گسترش نیز می نامند.

سیستم های تصویر همچنین می توانند با وضعیت صفحه تصویر قابل گسترش نسبت به کره مولد توصیف شوند. این وضعیت های سیستم تصویر عبارتند از:

۱. قطبی (نرمال)
۲. استوایی (معکوس)
۳. مایل

- یک سیستم تصویر قطبی آزیموتی یک سطح دوبعدی دارد که با کره مولد یا در قطب شمال و یا در قطب جنوب تماس دارد.
- یک سیستم تصویر قطبی استوانه ای دارای یک سطح دوبعدی استوانه ای می باشد و بدور کره در استوا در تماس است و محور آن از قطب شمال و قطب جنوب می گذرد.
- یک سیستم تصویر قطبی مخروطی یک سطح دوبعدی مخروطی دارد که بدور کره در یکی از مدارات تماس دارد و محور آن از قطب شمال و قطب جنوب می گذرد و راس آن بالای قطب جنوب یا قطب شمال می باشد.
- یک سیستم تصویر استوایی آزیموتی یک سطح دوبعدی آزیموتی دارد که با کره مولد در یک نقطه برروی استوا تماس دارد.
- یک سیستم تصویر استوایی استوانه ای دارای یک سطح دوبعدی استوانه ای می باشد و بدور کره حول یک نصف النهار در تماس است. محور استوانه عمود بر محور دوران زمین است.
- یک سیستم تصویر استوایی مخروطی یک سطح دوبعدی مخروطی دارد که بدور کره حول یک دایره کوچکی در تماس است که زاویه عمود با صفحه استوا دارد.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

- یک سیستم تصویر مایل آزیموتی یک سطح دوبعدی آزیموتی دارد که با کره مولد در هرنقطه ای بغیر از نقاط روی استوا و قطبهای شمال و جنوب تماس دارد.
- یک سیستم تصویر مایل استوانه ای دارای یک سطح دوبعدی استوانه ای می باشد که کره را حول یک دایره بزرگ بغیر از نصف النهار یا استوا می پوشاند.
- یک سیستم تصویر مایل مخروطی یک سطح دوبعدی مخروطی دارد که با کره حول دایره کوچکی در تماس است که نه زاویه عمود با صفحه استوا دارد و نه مدار است.

همچنین سیستم های مختلف تصویر دارای خواص متفاوتی هستند، که با نیازهای کاربران نقشه ارتباط دارد.

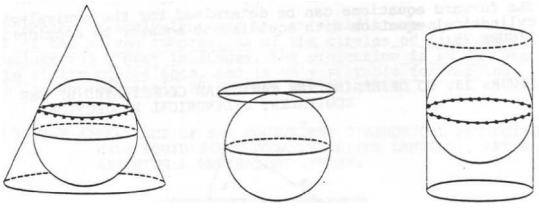
کاربری که به نمایش صحیح مساحت نیاز دارد باید بدنبال سیستم تصویری باشد که در آن همه مساحت های نمایش داده شده در نقشه بسادگی به مساحت های حقیقی زمین (شبه کره) فقط از طریق یک ضریب مقیاس مربوط گردند. اینچنین سیستم تصویرهایی هم ارز[50] (یا گاهی اوقات هم مساحت) نامیده می شوند یا نقشه با چنین سیستم تصویری بعنوان دارنده خاصیت هم ارزی توصیف می شود.

به همین ترتیب یک کاربر نقشه ممکن است به زاویای نقشه که با زوایای روی سطح زمین (شبه کره) یکسان است علاقه مند باشد. اینچنین نقشه هایی با عنوان متشابه[51] توصیف می شوند. خواص تشابه و هم ارزی بصورت متقابل منحصر بفرد هستند.

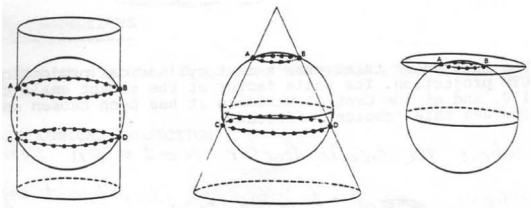
خاصیت سوم هم مسافت می باشد. بصورت ایده آل یعنی اینکه همه مسافت های نقشه با مسافتهای زمینی از طریق یک ضریب مقیاس تنهای ساده (عموما مقیاس اصلی یا اسمی نقشه چاپ شده در حاشیه آن) ارتباط دارد. هیچ سیستم تصویری کاملا هم مسافت نیست، بطوریکه این واژه وقتی استفاده می گردد که مقیاس اصلی در امتداد نصف النهارها یا مدارات یک باشد. برخی از سیستم تصویرها بیشتر از سیستم تصویرهای دیگر هم مسافت هستند. یک

[50] Equivalent
[51] conformal

سیستم تصویرممکن است متشابه و تا حدی هم مسافت، یا هم ارز و تا حدی هم مسافت باشد (تقریبا همه سیستم تصویرها در بعضی از جاها هم مسافت هستند). بعلاوه یک سیستم تصویرممکن است متشابه، تا حدی هم مسافت و تاحدی هم ارز، یا هم ارز ، تا حدی هم مسافت و تا حدی متشابه باشد.
بعلاوه سیستم تصویر ممکن است مماسی یا متقاطع باشد. در این حالت رویه دو بعدی زمین را قطع می کند. شکل زیر این موضوع را نشان می دهد. برای سیستم تصویرهای استوانه ای و مخروطی خیلی معمول است که متقاطع باشند.



شکل : نمایش استوانه، صفحه و مخروط مماسی



شکل : صفحه متقاطع، مخروط متقاطع، استوانه متقاطع

۲ – ۳ – گرید و گراتیکول

فهمیدن معنی لغت گراتیکول[۵۲] و تمایز میان آن و لغت گرید[۵۳] مهم می باشد. گراتیکول موقعیت تصویر شده مدارات و نصف النهارات انتخاب شده را نشان می دهد، که شبکه منحنی الخط نیز نامیده می شود. مثلا گراتیکول ۳۰ درجه ای موقعیت استوا و مدارات ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درجه شمال و جنوب استوا،

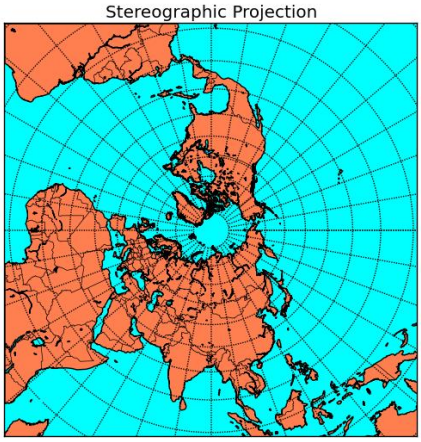
[52] graticule
[53] grid

وموقعیت نصف النهارمبدا و نصف النهارات ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ شرق و غرب نصف النهار مبدا را نشان می دهد.

قبل از استفاده از ساخت گراتیکول تغییر سیستم تصویر شامل ترسیم گراتیکول بسیارمتراکم جدید و ترسیم دستی عوارض از گراتیکول قدیمی برای انطباق با گراتیکول جدید اهمیت قابل ملاحظه ای داشت.

ساخت گراتیکول ها همچنین از نظر آموزشی مفید است، بطوریکه به دانشجو درکی از ویژگیهای گراتیکول های مختلف را می دهد. برخی از آنها چهارگوش های خطی ساده ای هستند در حالیکه بعضی دیگر از منحنی های پیچیده ساخته می شوند.

دیاگرام زیر (شکل) یک گراتیکول ۱۰ درجه ای تصویر شده از یک سیستم تصویر استریوگرافیک قطبی آزیموتی به همراه اجرام زمینی را نمایش می دهد.



شکل : سیستم تصویر استریوگرافیک قطبی آزیموتی نیمکره شمالی

البته این روزها با کمک کامپیوتر هر چیزی از جمله نصف النهارات و مدارات و عوارض جغرافیایی می توانند برای ترسیم مجدد در یک سیستم تصویر جدید با استفاده کردن از برنامه های تبدیل و جداول اتوماتیک ترسیم کننده منتقل شوند. هر روشی استفاده شود ریاضیات آن بدون تغییر باقی می ماند.

گرید شبیه به گراتیکول نمی باشد. گرید تقریبا همیشه دکارتی (راست گوشه عمود بر هم) می باشد، بنابراین شبکه ای با خطوط مستقیم متعامد نامیده می

شود. شبکه مرجع یا سیستمی است که (تقریبا همیشه) برروی گراتیکول برای راحتی نقشه بردارها ، کارتوگرافها و کاربران نقشه قرار داده می شود. اینچنین شبکه مرجعی دارای مبدائی خواهد بود که در یک نقطه تقاطع خاص گراتیکول مثلا جائیکه استوا نصف النهار مبدا را قطع می کند، می تواند باشد و دارای توجیه مشخصی نسبت به مثلا استوا یا نصف النهار تصویر شده خاص خواهد داشت. مکان شبکه مرجع از نظر تئوری دلخواه است و از یک نقشه به نقشه دیگر می تواند تغییر کند، اما بسیاری از کشورها یا گروهی از آنها قواعدی را برای قرار دادن شبکه مرجع بر روی نقشه های خود پذیرفته اند. یعنی اینکه کاربران سری خاصی از نقشه ها می توانند مقادیر شبکه را بعنوان مکانهایی با موقعیت منحصر بفرد در نظر بگیرند، در حالیکه تاکید می گردد که طول و عرض جغرافیایی ژئودتیک مکانهایی با موقعیت منحصر بفرد هستند.

۲ – ۴ – سیستم های مختصات دوبعدی دکارتی

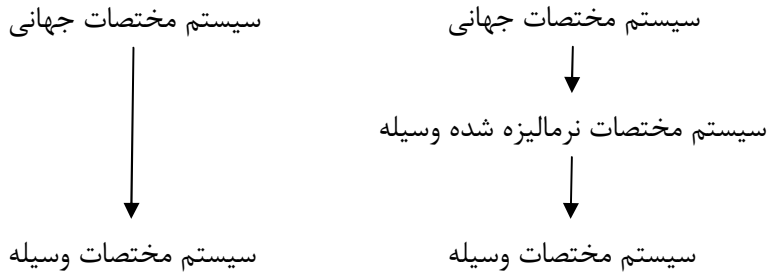
رسانه های نمایش دهنده نقشه و اطلاعات مکانی مثل کاغذ، فیلم، صفحات نمایش دهنده گرافیکی دوبعدی هستند. این دو بعد بصورت متداول ابعاد x و y (یا eastings و northings) بوده است. در گرافیک های کامپیوتری نیاز است که مختصات در حد ابعاد وسیله نمایش دهنده باشد. واحدهای سیستم مختصات وسیله نمایش دهنده می تواند میلیمتر، سانتی متر، میکرون و غیره باشد. مثلا برای ترسیم نقشه ای با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ مختصات گوشه جنوب غربی به ۰،۰ بر حسب واحد میلیمتر (یا هر واحد دیگری در حد سانتی متر یا اینچ یا کمی بیشتر)، انتقال یافته و مختصات قابل ترسیم در گستره ابعاد وسیله نمایش دهنده مثلا پلاتری با ابعاد ۱۲۰ در ۱۶۰ سانتی متر ، صفحه گرافیکی نمایش دهنده نمونه ای با ابعاد ۲۶ در ۲۰ سانتی متر، یا برگ کاغذ A3 با ابعاد ۴۲ در ۳۰ سانتی متر یا هر ابعاد ماکزیممی خواهد بود که وسیله نمایش دهنده دارد.

هر نوع وسیله نمایش دهنده سیستم مختصات خاص خود را دارد؛ اما این سیستم مختصات برای بسیاری از عاملین این سیستم ها قابل لمس نمی باشد. در عوض عامل فقط ممکن است از سیستم مختصات دکارتی سیستم

تصـویر نقشـه ای اطـلاع داشـته باشـد کـه بـا آن سـرو کـار دارد. ایـن سیسـتم مختصـات (مثـل شـبکه UTM ، یـا شـبکه سیسـتم تصـویر مخروطـی متشـابه لامبـرت) ممکـن اسـت بوسـیله کـارتوگراف سیسـتم مختصـات نقشـه ، بوسـیله متخصـص فتـوگرامتری سیسـتم مختصـات زمینـی یـا بوسـیله متخصـص گرافیـک کامپیوتری سیستم مختصات جهانی نامیده شود.

سیسـتم مختصـات سـومی کـه گـاهی اوقـات در گرافیـک کـامپیوتری مـورد بررسـی قرار می گیرد سیسـتم مختصـات نرمـالیزه شـده وسـیله[۵۴] نمـایش دهنـده اسـت. ایـن سیسـتم مختصـات هنگـامی کـه نمایشـی مسـتقل از مقیـاس مـورد نیـاز اسـت از اهمیت برخوردار اسـت. نمـایش مسـتقل از مقیـاس هنگـامی اسـتفاده مـی گـردد کـه قسـمتی انتخـاب شـده از منطقـه نقشـه شـده بـر روی سـطح کـل موجـود وسـیله نمـایش داده شـود. بنـابراین در ایـن حالـت مقیـاس کنتـرل نمـی شـود و مختصـات نرمـالیزه شـده سـطح مـورد نظـر در سیسـتم مختصـاتی نشـان داده مـی شـود کـه محـدوده آن بـین ۰،۰ و ۱، ۱ مـی باشـد. بنـابراین فقـط کـافی اسـت کـه ایـن مختصات نرمال شـده در عامـل مقیـاس مثـل ۲۷ بـرای منطبـق شـدن منطقـه نقشـه شده درکـل صـفحه نمـایش وسـیله مثـل پلاتـر قلمـی بـا ابعـاد ۳۵ x۲۷ سـانتی متـر ضرب شود.

بنـابراین ممکـن اسـت نـرم افـزار هـای کـامپیوتری بـرای نمـایش دادن بخشـهایی از فایلهای داده در یک سیستم های مختصات جهانی تبدیلات زیر را انجام دهند:



اگـر فایلهـای داده مکـانی فایلهـای رسـتری باشـند از سیسـتم هـای مرجعـی اسـتفاده می کنند که سیسـتم هـای عـدد صـحیح نامیـده مـی شـوند. در یـک سیسـتم مرجـع

[54] NORMALISED DEVICE COORDINATE SYSTEM

رستری عارضه های جغرافیایی بصورت مجزا ثبت نمی شوند، اما در عوض تمام منطقه مورد نظر بصورت سیستماتیک اسکن می شود و مثلا در یک شبکه ۳۰۰۰ در ۳۰۰۰ هر محدوده۲۰ در ۲۰ متر و هر آنچه در مساحت محصور شده محدوده مثل انواع خاص خاک، انواع گیاه، انعکاس سطح و غیره یا مقدار متوسطی به مرکز آن نقطه یافت شده ثبت می شود. این محدوده های ثبت نقاط نمونه برداری شده نزدیک بهم یا میدان دید لحظه ای (IFOV) را نمایش می دهند. هنگامیکه ثبت شده ها در یک فایل داده ذخیره می شوند پیکسل نامیده می شوند (المانهای تصویری[۵۵]).

بنابراین منطقه جغرافیایی مورد نظر به آرایه ای دوبعدی تقلیل می یابد که هر عضو آن مکانی بر روی زمین را نشان می دهد و دارای مقداری است که نشان دهنده توصیفی در مکان آن ارایه است. با دانستن مسافت، جهت و ابعاد آرایه موقعیت مکانی آن می تواند به مختصات زمینی تبدیل شود. اینچنین آرایه ای ارایه رستری و فایل داده مکانی حاصل یک فایل رستری نامیده شود. در فایل رستری اطلاعات توصیفی مقادیری با سطوح خاکستری، رنگی یا باینری می باشند.

فایلهای داده از این نوع وقتی در کارتوگرافی تولید می شوند که نقشه ها بصورت اتوماتیک اسکن شوند. در این حالت اندازه های پیکسل در حد چند میکرون هستند. با انتخاب تعدادی نقاط کنترل که مختصات نقشه و رستر آنها معلوم است تبدیل آنها به سیستم مختصات نقشه انجام می شود.

فایلهای داده از این نوع در فتوگرامتری نیز وقتی تولید می شوند که عکسهای هوایی اسکن شوند. دوباره نقاط کنترل مورد نیاز هستند، و حداقل ۶۴ سطوح خاکستری برای ذخیره اطلاعاتی که قبلا در عکس پیدا شده مورد نیاز است.

شناخته شده ترین منبع داده های جغرافیایی به فرمت رستری داده ماهواره ای است. آرایه پیکسلی ۳۰۰۰ در ۳۰۰۰ ذکر شده در بالا با اندازه هر پیکسل ۲۰ متر در ۲۰ متر یک منبع داده ماهواره ای حاصل از اسکنر چند طیفی ماهواره SPOT را ارائه می دهد. اطلاعات توصیفی توسط سه سطح مختلف خاکستری

[55] picture elements

ارائه مـی شـوند کـه از ۰ تـا ۲۵۵ مقـداردهی شـده و تـابش خورشـیدی بازتـاب یافتـه از زمین در محدوده طول موج های زیر را ثبت می نمایند.

۱. ۰.۵۰ – ۰.۵۹ میکرون
۲. ۰.۶۱ – ۰.۶۸ میکرون
۳. ۰.۷۹ – ۰.۸۹ میکرون

در داده هـای مـاهواره نیـز بـه نقـاط کنتـرل بـرای تبـدیل آرایـه رسـتری بـه مختصات نقشه نیاز می باشد.

برای تشـکیل دوبـاره عـوارض جغرافیـایی از توصـیف رسـتری خـود در همـه مجموعـه داده هـای رسـتری نیـاز بـه پـردازش هـای قابـل ملاحظـه ای مـی باشـد. امـا بـرای بسـیاری از کاربردهـا اینکـار لازم نیسـت و در ایـن هنگـام سـرعت جمـع آوری اتوماتیـک داده از طریـق اسـکن کـردن هنـوز دارای ارزش مـی باشـد . ایـن تشـکیل دوباره برداری سازی[۵۶] یا قطعه سازی[۵۷] نامیده می شوند.

۲ – ۵ – نمونه برداری مجدد

تصـحیحات هندسـی فایلهـای داده رسـتری از قبیـل داده یـک اسـکنر چنـد طیفـی حمـل شـده توسـط یـک سـکوی مـاهواره بـه اسـتفاده از فنـون نمونـه بـرداری مجدد[۵۸] نیـاز دارد. فنـون نمونـه بـرداری مجـدد بـرای هـر دوی تصـحیحات هندسـی و رادیـومتری[۵۹] داده هـای مـاهواره ای بطـور مکـرر اسـتفاده مـی شـوند. در نمونـه بـرداری مجـدد یـک تصـویر رقـومی تعریـف شـده در شـبکه ای بـا خطـوطی دارای فواصـل مسـاوی بـه تصـویری بـر روی یـک شـبکه از نظـر هندسـی انتقـال یافتـه بـا خطـوطی دارای فواصـل مسـاوی تبـدیل مـی شـود. بعبـارت دیگـر یـک عارضـه در نقطـه $(x`,y`)$ شـبکه تصـویر از نظـر هندسـی انتقـال یافتـه در تصـویر دارای اعوجـاج در نقطـه (x,y) واقـع مـی شـود. عمومـا مکـان $(x`,y`)$ بـا نقـاط شـبکه در تصـویر ورودی روی هـم قـرار نخواهـد گرفـت. مقـادیر شـدت پیکسـلها در شـبکه خروجـی بایـد از طریـق درونیـابی پیکسـلهای همسـایه در شـبکه ورودی تعیـین

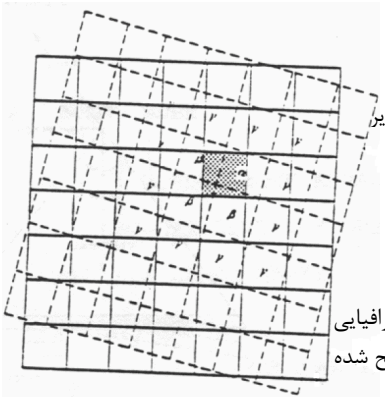
[56] vectorization
[57] segmentation
[58] Resampling
[59] Radiometric

شود. این تصحیحات یا بطور دقیق تر بهبودها ایجاد آرایه ای جدید از پیکسلها با مقادیر درجات خاکستری جدید را در بر می گیرد که حاصل از نمونه برداری مجدد آرایه اصلی می باشد. در شکل زیر آرایه ی از پیکسها از منطقه جغرافیایی مورد درخواست مثلا آرایه ای از پیکسل ها با ابعاد ۳۰ متردر۳۰ متر که با شبکه سیستم تصویرUTM تراز گردیده است باید از پیکسهای تصویری که بطور مشخص با پیکسهای مورد درخواست در یک تراز قرار نمی گیرند، و همچنین می توانند دارای ابعاد کوچکتری باشند (مثلا ۲۸.۵× ۲۸.۵ متری)به دست آمده باشند. (این مقادیر یعنی بدست آوردن پیکسهای ۳۰×۳۰ متری در شبکه سیستم تصویر UTM از پیکسهای ۲۸.۵× ۲۸.۵ متری الگویی برای آماده سازی داده های سنجنده Thematic Mapper برای استفاده در سیستم های اطلاعات جغرافیایی[۶۰] هستند.)

۲ – ۶ – روشهای درونیابی مورد استفاده در نمونه برداری مجدد

ساده ترین روش نمونه برداری مجدد درونیابی به روش نزدیکترین همسایگی[۶۱] است. در این حالت مقدار درجه خاکستری نزدیکترین پیکسل از نظر جغرافیایی به (x,y) در شبکه ورودی به پیکسل مورد درخواست درشبکه خروجی اختصاص می یابد.

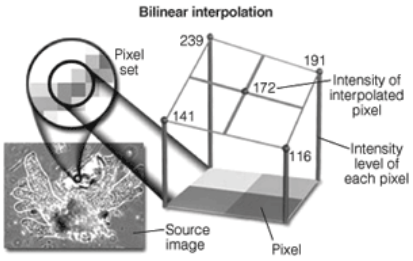
[60] Geographic Information System (GIS)
[61] Nearest Neibourhood Interpolation



پیکسلی که از نظر جغرافیایی تصحیح شده و به آن درجه خاکستری تخصیص داده شده است.
شکل : فرآیند نمونه برداری مجدد استفاده شده برای تصحیح نمودن هندسی یک عکس. بااستفاده از رویه نزدیکترین همسایگی یک پیکسل سایه زده شده در شبکه خروجی مقدار درجه خاکستری پیکسل با برچسب α را می گیرد

در ایـن روش مقـادیر خاکسـتری نتیجـه شـده بـا مقـادیر حقیقـی پیکسـل ورودی مطابقـت دارد امـا مکـان هندسـی پیکسـل ممکـن اسـت بـه انـدازه ۰.۵± پیکسـل نادقیق باشد. همانطوریکه شـکل زیـر نشـان مـی دهـد، انتقـال سـریع مقـادیر حقیقـی پیکسل موجب ظهور بلوک مانند[۶۲] یا پیکسله عوارض خطی می شود.

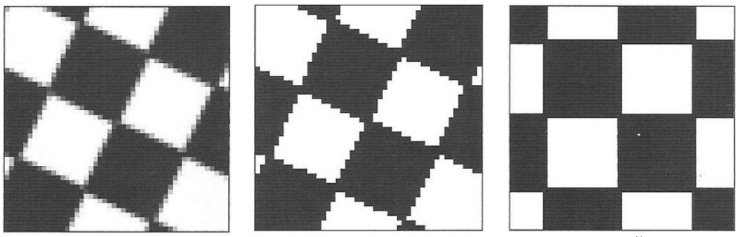
روش درونیـابی دو خطـی[۶۳]، شـامل یـافتن چهـار پیکسـل در شـبکه ورودی کـه نزدیکتـرین بـه (x,y) در شـبکه خروجـی اسـت و بدسـت آوردن مقـدار درجـه خاکستری در (x,y) مـی باشـد، از طریـق تقریـب خطـی یعنـی بـا فـرض اینکـه تـابع تصویر خطی است.



درونیابی دوخطی ممکن اسـت موجـب اتـلاف کوچـک قـدرت تفکیـک تصـویر بـر اثـر طبیعـت نـرم سـازی یـا محوسـازی درونیـابی خطـی شـود. از طـرف دیگـر ظـاهر

[62] Blocky appearance
[63] Bilinear Interpolation

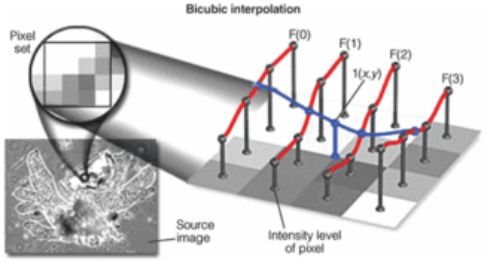
پیکسله عوارض خطی، که با درونیابی نزدیک ترین همسایگی همراه شده، کاهش می یابد.



ج ب الف

شکل : درونیابی سطح خاکستری تصویر. الف: تصویر ورودی. ب: دوران با درونیابی نزدیکترین همسایگی. ج: دوران با درونیابی دوخطی

در روش درونیابی bicubic دقت نمونه برداری مجدد می تواند از طریق مدل نمودن تصویر بصورت محلی از طریق یک رویه چند جمله ای بیشتر بهبود یابد. در این روش تقریب درجه ۳ یک تابع نمونه برداری ایده آل با ۱۶ تا از نزدیکترین همسایه ها به (x,y) بکار برده می شود. درونیابی bicubic جابجاشدگی مشخصه مقادیر در روش درونیابی نزدیک ترین همسایگی را ندارد، و کاهش قدرت تفکیک همراه شده با درونیابی دوخطی کاهش می یابد.



یک کاربرد مهم این درونیابی تولید نمایشهای تصاویر اغراق شده یا ذره بینی است. تکرار پیکسلها با درونیابی نزدیکترین همسایگی چشم را منحرف می نماید، اما درونیابی bicubic جزئیات ریز تصویر را خیلی بهتر نشان می دهد.

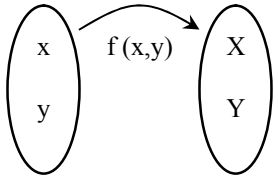
در نمونه برداری مجدد دانستن موقعیت جغرافیایی هر پیکسل عکسی ضروری است. دو روش ممکن برای انجام اینکار وجود دارند :

۱. استفاده از اطلاعات در مورد موقعیت و وضعیت ماهواره در زمان برداشت یک پیکسل و

۲. شناسایی به وسیله تفسیر پیکسلها یی که عوارض مشخصی را نمایش میدهند.(تقاطع رودخانه، تقاطع راه آهن / راه وغیره)، تعیین مختصات زمینی آنها از نقشه ها واستفاده از این اطلاعات برای درونیابی مکان جغرافیایی پیکسلهای دیگر.

۲ – ۷ – زمین مرجع نمودن

از آنجایی که نقشه‌ها توسط تولید کنندگان مختلف در سیستمهای مختصات محلی متفاوتی تهیه می شوند، لازم است برای قرار گرفتن لایه های داده های مکانی مختلف بر روی یکدیگر و همچنین تطبیق عوارض در لبه‌های برگ نقشه‌های مجاور، نقشه‌ها زمین مرجع شوند. برای این کار لازم است عوارض واقع در لایه های مختلف نقشه و در نقشه های مجاور در یک سیستم مختصات مرجع که می تواند سیستم مختصات نقشه یا جهانی باشد توصیف گردند. زمین مرجع نمودن عبارت است از تبدیل مختصات عوارض از سیستم مختصات وسیله نمایش دهنده به سیستم مختصات نقشه و یا جهانی می باشد. در واقع تبدیل مختصات یک تابع ریاضی است که ارتباط میان مختصات توصیف شده توسط سیستم مختصات وسیله نمایش دهنده و مختصات توصیف شده توسط سیستم مختصات جهانی یا نقشه را تعریف می نماید همانطوریکه که در شکل زیر نشانداده شده است.



$$X = f_1(x,y)$$
$$Y = f_2(x,y)$$

تبدیلاتی که در بالا به آنها اشاره گردید می توانند معادلات چند جمله ای[۶۴] مانند معادلات زیر باشند:

1st order polynomial → $f(x,y) = ax+by+c$

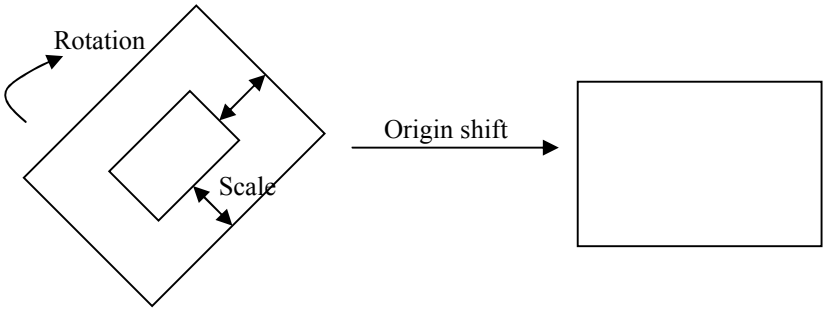
2st order polynomial → $f(x,y) = ax^2+by^2+cxy+dx+ey+f$

[64] polynomial

هرکدام از معادلات مذکور می توانند تأثیرات خاصی بر روی تصویر بگذارند. برای مثال تبدیل متشابه[۶۵]، که از نوع چند جمله ای در جه اول[۶۶] می باشند دارای معادلات زیر هستند:

$$X_m = ax_d + by_d + T_1$$
$$Y_m = by_d - ax_d + T_2$$

که در آن Xm و Ym مختصات نقطه کنترل در سیستم مختصات جهانی و xd و yd مختصات نقطه کنترل در سیستم وسیله دیجیتایز کننده و a، b ، T1 و T2 ضرایب ثابت ترانسفورماسیون متشابه می باشند. در این نوع ترانسفورماسیون این ضرایب تعیین کننده دوران [۶۷]، تغییر مقیاس[۶۸] و جابجایی مبدا سیستم مختصات [۶۹]می باشند. (شکل)



شکل : نمایش نحوه عمل ترانسفورماسیون متشابه

علاوه بر تبدیل بین دو سیستم مختصات، ترانسفورماسیون برای حذف اعوجاج[۷۰] در نقشه کاغذی (مانند تغییر بعد کاغذ نقشه) نیز به کار می روند.
به عنوان مثال معادلات زیر که برای حذف تغییر بعد در نقشه بکار می روند ترانسفورماسیون آفاین نامیده می شوند و حداقل به ۳ نقطه کنترل برای بدست آوردن ۶ پارامتر ترانسفورماسیون نیاز است.

---

[65] Conformal Transformation
[66] 1st order polynomial
[67] Rotation
[68] Scale Change
[69] Origin Shift
[70] Deformation

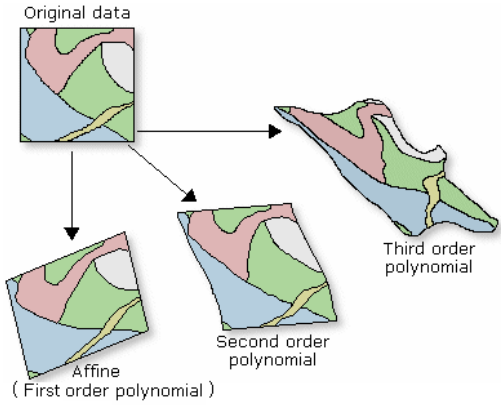
$$X_m = ax_d + by_d + T_1$$
$$Y_m = cx_d + dy_d + T_2$$

برای بدست آوردن دقت بیشتر به تعداد نقاط کنترل بیشتری با توزیع مناسب در سطح نقشه نیاز می باشد. در این صورت برای تعیین ضرائب ترانسفرماسیون از روش سرشکنی کمترین مربعات استفاده می شود.

تعداد نقاط بیشتر باعث می شود تا خطای فاحش در مختصات کشف شده و یا ضرایب ثابت برای ترانسفورماسیونهای پیچیده تر (مانند چند جمله ای با درجه بالا[۷۱]) تعیین گردند.

این تبدیل نمی تواند خطاهای ناشی از عمود نبودن محورهای مختصات X و Y را برطرف نماید. در اینگونه موارد نیاز به استفاده از درجات بالاتری از چند جمله ایها مانند چند جمله ای درجه دو[۷۲] داریم.

باید دقت داشته باشیم هنگامیکه از اینگونه معادلات استفاده می کنیم دقت مختصات بدست آمده بر روی نقاط کنترل بهترین حالت بوده و هرچه در منطقه ای از تصویر نقاط کنترل بیشتری داشته باشیم دقت مختصات در آن محدوده بهتر می شود ، بنابراین نقاطی که بعنوان نقاط کنترل درنظر گرفته می شوند میبایست بطور منظم در تمام بخشهای تصویر پراکنده باشند.



[71] Higher order polynomial
[72] 2nd order polynomial

فصل پنجم

پردازش اطلاعات مکانی

۲ – ۱ – مقدمه

ویرایش کردن بخشی از روند رقومی سازی است برای اینکه داده های رقومی شده باید بدون خطا تحویل داده شود. برای اینکه روش های دستی مستعد خطا هستند بررسی خطا مهمترین بخش ویرایش کردن است. ویرایش و اصلاح جزء لاینفک فرآیند رقومی‌سازی است، زیرا داده های رقومی شده باید عاری از هر گونه خطا باشد تا بتوان از آنها در مراحل بعدی بدون هیچ اشکالی استفاده نمود. کارآیی عمل ویرایش و اصلاح بستگی خیلی زیادی به تجهیزات و نرم افزارهای موجود دارد. فقدان یک نرم‌افزار مناسب می تواند صدمه فراوانی به روند موفقیت آمیز مرحله ویرایش داده‌های رقومی شده وارد آورد. پیشنهاد می گردد از نرم افزاری که بتواند علاوه بر انجام اصلاحات گرافیکی برروی عوارض رقومی شده، مسئله انطباق این اطلاعات را با تصویر نقشه اصلی فراهم آورد، استفاده گردد.

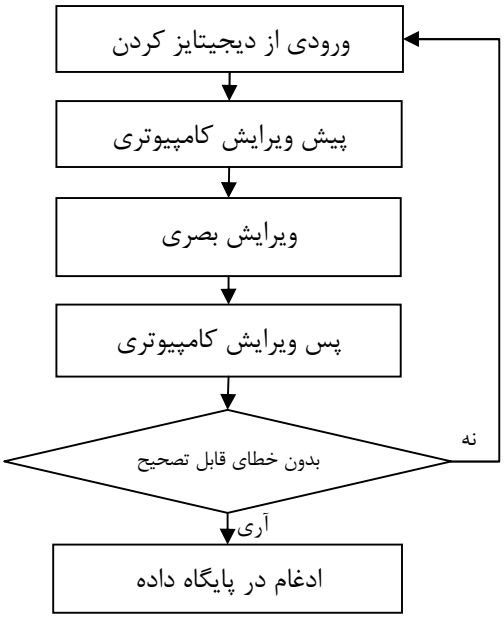
۲ – ۲ – ویرایش

ویرایش[۷۳] کردن شامل کارهای زیر است :

[73] editing

۱- بررسی خطاها
۲- تبدیل داده های رقومی شده به سیستم پایگاه داده
۳- آماده سازی خروجی

در ویرایش کردن بصری فعالیت ها به صورت دیاگرام جریان کار زیر انجام می شود .



شکل : دیاگرام جریان کار ویرایش کردن

در مرحله ی پس از ویرایش ادغام داده های رقومی و تصحیح شده به پایگاه داده صورت می گیرد. قبل از انجام این کار لبه ها با داده های همسایه باید کاملا انطباق داده شوند. ویرایش خطا در سه مرحله زیر انجام می شود:

۱- آشکار سازی خطا
۲- تعیین مکان عارضه ی رقومی دارای خطا
۳- تصحیح خطا

آشکارسازی یا کشف خطا را می توان به صورت بازبینی یا به روش خودکار با استفاده از نرم‌افزارهای پشتیبان انجام داد. کشف خطا به صورت بازبینی چشمی در روش رقومی سازی از روی صفحه کامپیوتر تنها با مقایسه داده های رقومی شده با تصویر عوارض در

نقشه اسکن‌شده یا پلاتی از داده های رقومی شده انجام می شود. یکی از محاسن استفاده از روش رقومی سازی از روی صفحه کامپیوتر، دیدن هر آنچه که توسط عامل رقومی می‌شود و انطباق آن با اصل نقشه ای است که در حال رقومی شدن می باشد. بدان معنا که عامل دقیقاً از روی نقشه اسکن شده که تصویر آن روی صفحه کامپیوتر است عوارض را رقومی می کند و المان ترسیم شده توسط وی به صورت منطبق برروی تصویر عارضه اسکن شده دیده می شود. این قابلیت به عامل کمک می کند که هر لحظه نتیجه کار را بازبینی‌کند. از آنجایی که اصل نقشه و نسخه رقومی آن تواماً روی صفحه کامپیوتر نمایش داده می شوند، مقایسه این دو آسان‌تر شده و خطاهای احتمالی به سرعت شناسایی می شوند. در این روش عامل نیازی به نشانه‌گذاری عوارض رقومی شده ندارد. در استفاده از میزهای دیجیتایزر عامل باید هر عارضه ای را که رقومی می نماید با مداد علامت بزند تا بعداً از لحاظ تکمیل عوارض بتواند کار خود را بازبینی نماید. باز بینی تکمیل عوارض در روش رقومی سازی از روی صفحه کامپیوتر به آسانی صورت می‌گیرد. چون همان گونه که شرح داده شد، انطباق تصویر عوارض با رقومی شده آنها در یک صفحه به نمایش گذاشته می شود و باز بینی تکمیل عوارض بدین طریق با سهولت و سرعت بیشتری انجام می گیرد.

کشف خطا به صورت خودکار نیازمند برنامه های کامپیوتری است. خطاهایی وجود دارند که کشف خودکار آنها امکان ندارد، ولی باید برنامه به کار گرفته شده توانایی رفع خودکار آنها را داشته باشد. در نرم افزار، توابعی برای کشف خطاهای گرافیکی وجود دارد که عامل با استفاده از این توابع می تواند به کشف خطاها بپردازد. به کار گرفتن این توابع مستلزم تنظیم پارامترها و یا مقادیر ویژه مورد نیاز برای ویرایش و اصلاح عوارض می باشد (مثلاً حداکثر فاصله بین دو عارضه ای که به طور منطقی باید به هم متصل باشند، تلرانس فاصله بین عوارض متصل و ...). بسیاری از خطاها که می توانند به صورت اتوماتیک آشکار شوند باید ترجیحا به صورت اتوماتیک ویرایش گردند.

منبع خطا می‌تواند در اثر قصور عامل انسانی، عدم کارکرد صحیح تجهیزات و یا نقص نقشه‌های کاغذی اولیه باشد. با نگهداری مناسب تجهیزات، می توان از پیشامد عدم کارکرد صحیح آنها جلوگیری کرد. نقص نقشه‌های کاغذی را نیز باید در مرحله پیش‌پردازش اسناد و مدارک از بین برد. تغییر بعد در نقشه‌های کاغذی را باید با اعمال

ترانسفورماسیون مناسب ویا با تقسیم نقشه به قطعات کوچکتر و رقومی‌سازی این قطعات با نقاط کنترل بیشتر در اطراف هر قطعه از بین برد. با یک پیش‌پردازش مناسب برروی نقشه‌ها حتی می‌توان کیفیت خطوط را بهبود داد. قصور انسانی را نه تنها با پیش پردازش مناسب نقشه، بلکه با بکارگیری عاملهای با تجربه، می‌توان به حداقل رساند. به هر حال حذف قصور انسانی به طور کامل امکان پذیر نیست. دو نوع خطای مکانی درارتباطه با رقومی سازی وجود دارد که باید بعد از انجام عملیات رقومی‌سازی توسط خود شخص رقومی کننده تصحیح گردند. این خطاها عبارتنداز:

- اشتباه[۷۴]
- بی دقتی[۷۵]

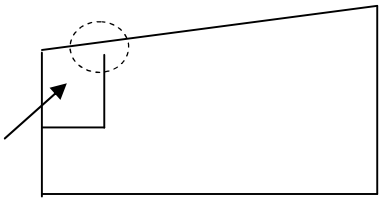
اشتباه : خطایی است که عامل در اثر انجام یک کار بدون درنظر گرفتن مراحل دستورالعملهای کاری و یا جا انداختن این مراحل مرتکب می شود. مثال این نوع خطا می‌تواند حذف عوارض، عدم شناسایی درست نقاط کنترل، عدم بسته بودن پلیگونها، اتصال غلط نقاط، نوع خط و... باشد. تعقیب مراحل دستورالعمل همراه با بکارگیری تکنیکهای جانبی، مانند ایجاد یک چک لیست برای انجام مراحل، بازبینی اتفاقی مراحل انجام شده، و نظایر آن، می تواند احتمال وقوع اشتباه را کاهش دهد. موارد زیر برای احتراز از این نوع خطا توصیه می گردند:

- برای جلوگیری از حذف عوارض عامل باید از تکنیک بازبینی چشمی استفاده کرده و نقشه اصلی را با عوارض رقومی شده مطابقت دهد. یکی از مزیتهای روش رقومی سازی از روی صفحه کامپیوتر قابلیت این روش برای ایجاد این تطابق به صورت همزمان برروی صفحه کامپیوتر است.
- در هنگام تعیین نقاط کنترل، عامل باید مراقب میزان خطای ماکزیمم وخطای میانگین که از طرف سیستم اعلام می گردد باشد تا از حد مجاز بیشتر نشود. در صورت بیشتر شدن این میزان از حد مجاز باید مراحل تعیین نقاط کنترل از سر گرفته شوند.

[74]Blunder

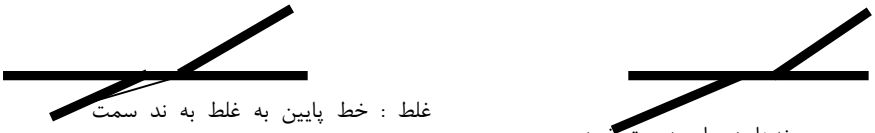
[75]Inaccurate tracing

- برای اطمینان از بسته بودن تمام پلیگونها باید تمامی آنها مورد بازبینی قرارگیرند. این کار وقت زیادی را از عامل می گیرد. استفاده از برنامه های کاربردی می تواند عامل را در این کار یاری دهد. در بعضی از این برنامه ها، نقاطی که مانع بسته شدن پلیگونها می شوند، با علائمی نشانه گذاری می‌شوند. سپس عامل با بازبینی یکایک این علامتها به صورت ترتیبی (مثلاً از بالا به پایین در روی نقشه) می تواند اشکالات بوجود آمده را رفع و دوباره به بستن پلیگونها مبادرت نماید (شکل زیر) .



شکل : بازو بسته بودن پلیگون داخلی باعث تفسیر غلط نحوه بسته شدن پلیگونها می شود

- اتصال غلط نقاط باید با همان تکنیک بازبینی چشمی و تطابق نقشه اصلی با عوارض رقومی شده شناسایی و رفع شوند. باید دقت نمود که اتصال غلط در بعضی از موارد از لحاظ منطقی دارای معنا هستند و توسط برنامه های کاربردی به صورت خودکار قابل شناسایی نمی باشند(شکل زیر).



غلط : خط پایین به غلط به ند سمت راست وصل شده است

صحیح : ندها به جای درست خود وصل شده‌اند

شکل : اتصال نقاط

- رد شدن خطوط از روی یکدیگر و عدم وجود نُد در محل اتصال آنها خطایی است که توسط برنامه قابل شناسایی است و در پاره ای از موارد اجرای خودکار برنامه های رفع این خطا، بلامانع است.(شکل زیر)

غلط : در محل تقاطع ند ایجاد نشده

صحیح : در محل تقاطع ند ایجاد شده

شکل : عدم وجود ند در محل اتصال

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

- نوع خط اشتباه ، در حقیقت بکارگیری یک نوع المان اولیه مغایر با نوع ذکر شده در استاندارد تهیه نقشه است. مثلاً استفاده از خط مستقیم در رقومی سازی عوارضی که باید با نوع خط منحنی رقومی شوند ویا استفاده از توصیفات گرافیکی (لایه‌اطلاعاتی ، ضخامت، رنگ و نوع) به طور اشتباه برای یک نوع عارضه ، باعث عدم شناسایی و تفسیر درست عوارض رقومی شده می گردد. برنامه هایی برای بازبینی صحت نوع خطوط و یا کل المانهای بکار برده شده در نقشه رقومی وجود دارند. این برنامه ها نه تنها نوع المانهای ترسیمی را بازبینی می کنند، بلکه می توانند توصیفات گرافیکی این المانها را نیز کنترل کنند. نحوه عمل این برنامه‌ها در مورد رفع این گونه خطاها به طبیعت کار بستگی دارد. می‌توان این برنامه را به گونه ای تنظیم نمود که به طور خودکار اصلاحات را براساس شرایط از پیش تعیین شده اعمال نماید. یا بسته به مورد از برنامه خواسته شود که در صورت مشاهده تناقض با استاندارد، تنها با نشانه گذاری عوارض، وجود آنها را به نمایش گذارد.

بی دقتی: بی‌دقتی را می‌توان عدم رعایت دقیق شرایط حاکم بر مراحل رقومی سازی توسط عامل دانست. تعقیب خطوط در مد پیوسته به صورت نادقیق، عدم تلاقی نقاط و... از موارد بی دقتی هستند. سرعت بیش از اندازه و عجله عامل در هنگام رقومی سازی عوارض، خستگی عامل ناشی از کار مداوم و شرایط نامناسب در تنظیم محیط رقومی سازی از عوامل ایجاد این نوع خطاها هستند.

خطاهای ظریف یا مربوط به زیبایی نقشه: این گونه خطاها شامل رد شدگی ها[۷۶] ، نرسیدگی ها[۷۷] ، خطوط نرم شده ، انتهای خطوط snap نشده ، غیر عمود بودن یا غیر موازی بودن و غیره.

سه نوع خطای توصیفی وجود دارد:

- ازدست دادن اطلاعات توصیفی
- تفسیر اشتباه عارضه
- ورود غلط اطلاعات توصیفی

[76] Overshoot
[77] Undershoot

۲ – ۳ – عملیات ویرایش اطلاعات مکانی

در این بخش، عملیات ویرایش عوارض موجود در نقشه‌های رقومی ارائه می گردد.

۲ – ۳ – ۱ – کنترل لایه‌بندی عوارض

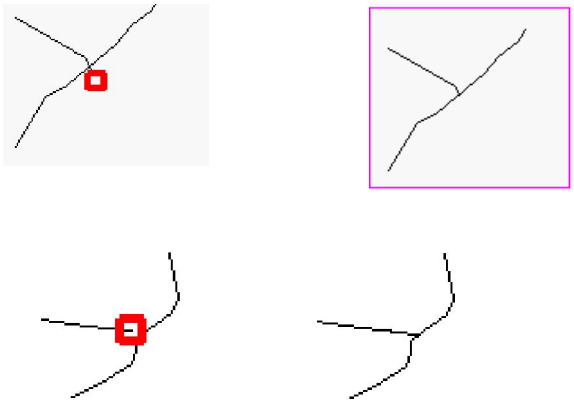
هر نقشه رقومی از تعدادی لایه تشکیل شده و هر لایه نیز دارای تعدادی عارضه یا عنصر گرافیکی است که دارای هندسه مشابه ای می باشند. لذا لازم است تا نحوه تقسیم عوارض در هر یک از انواع نقشه‌های درنظر گرفته شده در استاندارد، مورد بررسی و کنترل قرار گیرند و در صورت عدم رعایت استاندارد فوق، نسبت به ویرایش و تصحیح آنها و قرار دادن عوارض در لایه‌های مربوط به خود، اقدام گردد.

۲ – ۳ – ۲ – کنترل سمبولوژی عوارض

عوارض موجود در هر لایه از نظر، مشخصات سمبولوژی عوارض شامل نوع عارضه، نوع خط، ضخامت خط، نام لایه، نوع نماد و یا پترن و رنگ عوارض، کنترل می گردد.

۲ – ۳ – ۳ – رفع به هم نرسیدگی و از هم رد شدگی المانها

لازم است خطاهای موجود در نقشه‌ها که ممکن است در هنگام تولید و آماده‌سازی نقشه‌ها، بوجود آمده باشند، را شناسائی و حذف نمود. در نقشه‌های رقومی چون شناسایی المانهای نقشه، توسط کامپیوتر صورت می‌گیرد و به خاطر امکان بزرگنمایی بخشهای کوچکی از نقشه، وجود خطایی حتی اندک در یک عارضه، به راحتی قابل شناسایی است. به عنوان نمونه می توان از خطاهای مربوط به، به هم نرسیدگی و از هم ردشدگی خطوط، خطوط غیر هموار، اسنپ (Snap) نشدن سر انتهایی خطوط در هنگام رسیدن به تقاطع ها یا خطوط دیگر، وجود شاخه‌های کوچک در طول خطوط و.... نام برد.

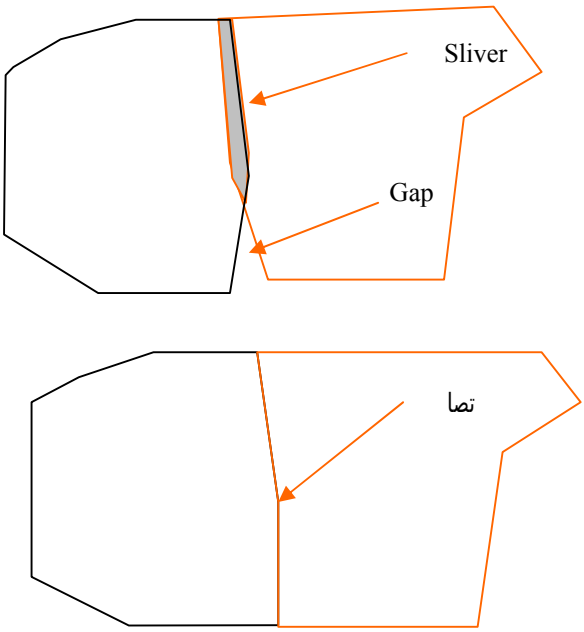


شکل : خطاهای به هم نرسیدگی و از هم ردشدگی عوارض و رفع آنها

۲ – ۳ – ۴ – حذف خطاهای Gap وSliver

به هنگام رقومی نمودن مرز مشترک دو عارضهٔ سطحی، ممکن است، یا یک فضای خالی بین دو عارضه بوجود می آید، یا فضای اضافه بین دو سطح ایجاد گردد که این خطاها را به ترتیب Gap و Sliver می نامند.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری



شکل : خطاهای Sliverو Gap و ویرایش آنها

۲ – ۳ – ۵ – ایجاد تقاطع

در جهان واقعی بسیاری از عوارض وجود دارند که همدیگر را قطع می کنند، به دلیل اینکه، نقشه نمایشی از جهان واقعی است این وضعیت باید در نقشه نیز وجود داشته باشد. بنابراین هدف ازاین مرحله، انجام مجموعه عملیاتی است که عامل ویرایش در هنگام مواجه شدن با نقاط اتصال چند عارضه، در نقشه، باید انجام دهد.

۲ – ۳ – ۶ – ایجاد ساختار خطوط

در ایجاد ساختار خطوط[۷۸] تمامی عوارض خطی در این مرحله، باید از یک گره به گره دیگر یکپارچه شوند.

[78] Arcs of lines

۲ – ۳ – ۷ – تشکیل پلیگون

منظور از پلیگون، ناحیـه بسته‌ای است که می‌توان آن را با استفاده از الگویی سطحی پوشاند و یا رشته ای از خطوط یا آرکها می باشد که نقطه ابتدای آن بر نقطه انتهایی منطبق می باشد. در این مرحله باید تمام عوارض سطحی به صورت یک پلیگون بسته درآیند. سه روش برای تشکیل پلیگون ها استفاده می شوند .

۴. تشکیل محاوره ای پلیگون ها
۵. تولید پلیگون با استفاده از پلیگون های سمت چپ و راست
۶. تشکیل اتوماتیک پلیگون ها

در صورت استفاده از برنامه‌های پشتیبان برای بستن پلیگونها نیازی به تشکیل پلیگونها به صورت دستی نمی باشد و این کار به صورت خودکار انجام می گردد. تنها لازم است که تمامی لبه ها رقومی گردند.

۲ – ۳ – ۸ – حذف المانهای تکراری در فایل رقومی

بعد از اتمام عملیات ویرایش نقشه‌ها، ممکن است یک سری داده های اضافی، درمراحل مختلف ویرایش المانهای نقشه واقع در لایه‌های اطلاعاتی مختلف، بوجود آمده باشند. این المانهای اضافی باعث افزایش حجم فایل رقومی می شوند، تکرار غیر ضروری آنها در روند پردازش اطلاعات، ایجاد مشکل می‌نماید.

۲ – ۳ – ۹ – خطای تطابق منطقی

این خطا در دو مقوله مورد بحث قرار می گیرد. بحث اول توافق منطقی لایه های از نوع یکسان است. به عنوان مثال در لایه های خطی وقتی راه آسفالته درجهٔ ۱ و درجهٔ ۲ موجود در یک شیت با هم روشن می شوند (overlay)، نباید دو عارضه بر روی هم قرار بگیرند. یا در لایه‌های پلی گونی، درصورتیکه ساختمانهای مسکونی و دریا با هم روشن شوند هیچکدام از ساختمانها نباید داخل دریا باشند.

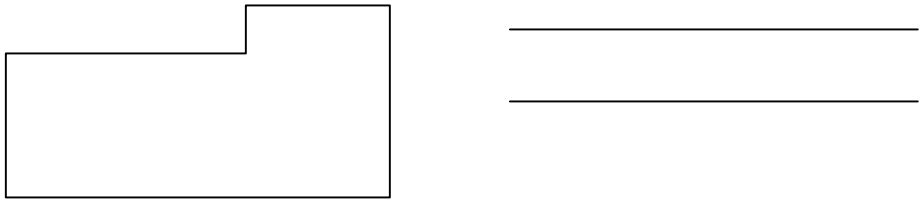
مقوله دوم توافق منطقی عوارض مکانی از انواع مختلف می باشد مثلاً جاده ها نباید وارد دریا شوند. در واقع تطابق منطقی عبارتست از چگونگی حفظ روابط بین اجزاء داده ها که هیچ کمیت و استانداردی برای تعریف آن وجود ندارد. بدین معنا که مسائل

منطقی و بدیهی در کنترل کیفیت عوارض بایستی در نظر گرفته شوند. در این خصوص، پس از همپوشی دادن لایه های مختلف موجود در یک شیت این موضوع بررسی می شود. تشخیص این خطا بستگی به قدرت درک و استنباط اپراتور از لایه های موجود و توافق منطقی بین آنها دارد.

۲ – ۳ – ۱۰ – کنترل عمود و موازی بودن خطوط عوارض

عمود نبودن خطوطی که قاعدتا" باید بر هم عمود باشند، موردی است که باید در مورد عوارض عمود بر هم به مورد بررسی قرار گیرد. در هنگام رقومی کردن مثلا" دو خط محیط یک قطعه زمین(مشترک)، بر اثر عدم دقت عامل، عملا" دو خط بر هم عمود نمی شوند. گاهی عدم دقت عامل در محدوده دقت نقشه است و یا این که خود عارضه دارای خطوط محیطی غیر عمود بر هم می باشد. بسته به نرم افزارهای به کار گرفته شده می توان از روشهایی، برای اجتناب از وقوع این خطا، استفاده نمود. یکی از این روشها، تعریف محدودیت زاویه برای نوع عارضه خاص (مثلا" قطعه ملکی) می باشد. به بیان دیگر با استفاده از برنامه موجود می توان برای سیستم پیش فرض داشت که تمام زوایا در عارضه مزبور قائمه هستند. با این قید سیستم با ورود تقاط مربوط به المان های رقومی شده به طور خودکار به تصحیح زوایای ورودی می پردازد.

مسئله موازی نبودن خطوطی که قاعدتا" باید با هم موازی باشند، نیز تقریبا" همان مسئله غیر عمود می باشد. راه حل اجتناب از این خطا، به کارگیری برنامه های خاص است. رفع این خطا برای عوارضی انجام می شود که می توان در مورد آنها چنین فرض نمود که توازی جزء خصیصه های آن عوارض می باشد. بدیهی است که چنین فرضی بر عارضه حاکم نباشد، قاعدتا" خطای ظاهری وجود نداشته و رفع آن نیز بی معنا است.



شکل: عمود بودن و موازی بودن خطوطی که قاعدتا" باید بر هم عمود یا با هم موازی باشند

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

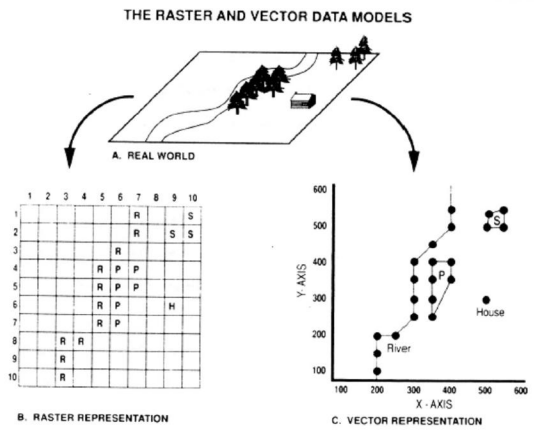
۲ – ۳ – ۱۱ – کنترل انطباق لبه‌های شیتهای مجاور

کنترل انطباق لبه ها می تواند به صورت خودکار و یا دستی انجام شود. این مسئله بستگی فراوانی به نوع نرم افزار به کار گرفته شده دارد. خطوط امتداد یافته تا لبه مشترک برگ نقشه های مجاور، باید به صورت منطبق و هموار به هم متصل شوند. همچنین اطلاعات توصیفی عوارض نظیر واقع در مرز برگ نقشه ها، باید با هم مطابقت داشته باشند.

در صورتی که اطلاعات مکانی در یک پایگاه اطلاعات مکانی یکپارچه نگهداری می شوند، باید ملاحظات دیگری را نیز وارد مراحل کاری نمود. در این حالت، عوارض خطی که در دو یا چند برگ نقشه وجود داشته اند، باید در زمان انطباق لبه ها، به یک عارضه تبدیل شده و یکپارچه شوند. همچنین عوارض سطحی و یا پلیگون‌هایی که در مرز برگ نقشه ها قرار دارند، باید ادغام و تشکیل یک پلیگون واحد را دهند.

۲ – ۲ – ساختار اطلاعات رقومی

همانطوریکه قبلا توضیح داده شد موجودات دنیای واقعی در کامپیوتر در مدلهای رستری و برداری ارائه می گردند. در مدل برداری اشیا یا موقعیت ها در جهان واقعی به وسیله نقاط و خطوطی که نشان دهنده مرزهای آن می باشند، نمایش داده میشود. موقعیت هر شی به وسیله تعریف مختصات آن در یک سیستم مختصات مرجع انجام می شود. همانطور که در شکل زیر نشان داده شده هر موقعیت در فضای نقشه دارای مقدار مختصات منحصر بفردی است. نقاط، خطوط و پلی گونها برای نمایش عوارض بصورت نامنظم پراکنده شده در جهان واقعی مورد استفاده قرار می گیرند. یک خط می تواند نمایانگر یک جاده باشد. یک پلیگون (که ناحیه ای می باشد که توسط حلقه ای بسته از قطعات خطوط مستقیم احاطه شده است) می تواند ناحیه جنگلی را نمایش دهد. عناصر پایه مکانی در مدل برداری کمابیش متناظر با عناصر مکانی هستند که جهان واقعی را نمایش می دهند.



شکل: نمایش رستری و برداری از جهان واقعی

در مدل رستری فضا به طور منظم به سلول هایی (که معمولا مربع شکل هستند)تقسیم میشوند همانطوریکه در شکل زیر نشان داده شده است. موقعیت اشیا یا پدیده های جغرافیایی به وسیله سطرو ستون سلولهایی که اشغال می کنند نمایش داده می شوند. مساحتی که هر سلول می پوشاند قدرت تفکیک[۷۹] مکانی مدل رستری می باشد. چون موقعیت ها توسط اعداد سطر و ستون سلول تعریف میشوند موقعیت عوارض جغرافیایی فقط نسبت به نزدیکترین سلول ثبت می شوند. مقدار ذخیره شده برای هرسلول مشخص کننده توصیف یا ویژگی است که در آن موقعیت وجود دارد. پس در مدل رستری فضا توسط تعداد خیلی زیادی از سلولهای منظم پوشانده شده است که هرکدام می تواند مقدار متفاوت از دیگری داشته باشد. واحد تقسیم فضا در این حالت سلولهایی هستند که هر کدام متناظر ناحیه ای با موقعیتی معین برروی زمین می باشد. مقادیر موجود در سلولها بیان کننده شرایطی در یک موقعیت می باشند که آن شرایط متعلق به تمامی سلولها است.

۲ – ۲ – ۱ – ساختارها ی مدل رستری

در مدل داده رستری هر سلول نمایانگر مساحتی برروی زمین است. چون توصیفات هر سلول بصورت یک مقدار منحصر بفرد ذخیره گردیده، لذا تعداد کل مقادیری که باید ذخیره گردند، از حاصلضرب تعداد ستونها در تعداد سطرها بدست می‌آید. هر چه

[79] resolution

مساحت زمینی که هر سلول نمایش می‌دهد کمتر باشد، قدرت تفکیک داده ذخیره شده بیشتر است. اندازه فایل با افزایش قدرت تفکیک بسرعت بالا می‌رود. چون اندازه فایل با مساحت ناحیه پوشش داده شده مرتبط می‌باشد، افزایش قدرت تفکیک باعث افزایش مربعی آن در اندازه فایل می‌شود.

به همین دلیل فایلهای رستری نسبتاً حجیم می‌باشند. وجود چندین میلیون سلول برای یک فایل رستری امری عادی است. اما سلولهای زیادی در مجاورت یکدیگر می‌توانند دارای مقادیر مشابه‌ای باشند. در جایی که مقدار قابل توجهی افزونگی[80] از اینگونه وجود داشته باشد با استفاده از ساختارهای متفاوت فشرده سازی داده‌ها می‌توان کاهش چشمگیری در اندازه فایل رستری ایجاد نمود. از این ساختارها، می‌توان به کدگذاری در راستای طولی[81] و درخت چهارگانه[82] اشاره نمود.

۲ – ۲ – ۲ – کدگذاری در راستای طولی

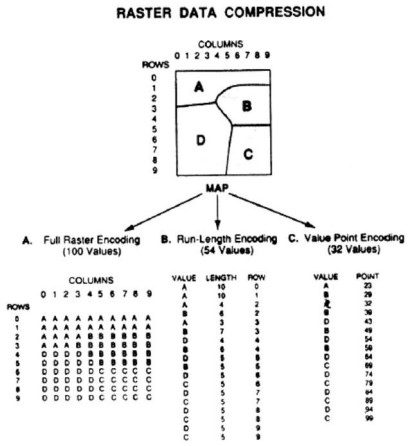
اگر داده‌ها مانند داده‌های رقومی زمین[83] یا یک تصویر رقومی سلول به سلول دارای دامنه تغییرات زیادی باشند آنگاه تعداد زیادی از سلولها برای دریافت دامنه تغییرات مکانی بکار گرفته می‌شوند. اگر تعداد مقادیر کاهش یابند بعضی از اطلاعات مکانی از بین می‌روند. اما در بعضی حالات دامنه تغییرات مکانی بالا نیست و می‌توان اطلاعات را با افزونگی کمتر و بدون از دست دادن جزئیات ارائه نمود. این امر زمانی اتفاق می‌افتد که داده‌ها موضوعی باشند. چون سلولهایی که نمایانگر مساحتهایی از کلاس مشابه هستند مقادیر مشابه‌ای دارند. الگوی مقادیر در مکان نسبتاً بصورت دسته‌ای است (مقادیر مشابه در اطراف هم تشکیل یک محیط بسته رامی‌دهند). می‌توان با استفاده از ساختارهای داده‌ای که مقادیر تکراری را از ساختار ساده رستری به نحو فشرده تری کد گذاری می‌کنند مقادیرداده‌های لازم یک الگوی دسته‌ای با دامنه تغییرات مکانی را کاهش داد.

---

[80] redundancy
[81] Run-length encoding
[82] quadtree
[83] Digital Terrain Model(DTM)

در کدگذاری راستای طولی سلولهای مجاور در طول یک سطر که دارای مقادیر یکسان هستند بعنوان یک گروه که راستا[۸۴] خوانده شده در نظر گرفته می‌شوند. بجای ذخیره مکرر مقدار مشابه برای هر سلول، این مقادیر یکبار ذخیره گشته و همراه آن اطلاعات مربوط به اندازه و موقعیت راستا نیز آورده می‌شود. تا به حال راهبردهای مختلفی در خصوص کدگذاری در راستای طولی پیاده‌سازی شده‌اند که دوتای آن در شکل زیر نمایش داده شده اند. در کدگذاری استاندارد در راستای طولی مقدار توصیف، تعداد سلولها در راستا و شماره سطر ثبت می‌گردند. در این مثال تعداد ۱۰۰ سلول به فایلی با ۵۴ مقدار کاهش یافته است.

تکنیک دوم فشرده سازی داده‌ها، کد گذاری مقدار نقطه[۸۵] نام دارد. در این تکنیک به سلولها شماره‌های مکانی تخصیص داده می‌شود که از گوشه سمت چپ بالا شروع شده و از چپ به راست و از بالا به پایین پیش می‌رود. شماره مکان انتهای هر راستا در ستون نقطه ذخیره می‌گردد. مقدار هر سلول در راستا نیز در ستون مقدار ذخیره می‌گردد. با استفاده از کدگذاری مقدار نقطه فقط ۳۲ مقدار برای کدگذاری داده مشابه لازم می-باشد. درجه فشردگی بدست آمده با استفاده از این روشها به پیچیدگی نقشه بستگی دارد.



شکل: کد گذاری در راستای طول داده رستری

[84] run
[85] Value point encoding

با افزایش تعداد لبه ها یا تغییرات کارآیی فشردسازی تصویر کاهش پیدا می کند. بالاترین درجه فشردگی وقتی حاصل می شود که تعداد کلاسهای کمی موجود بوده و این کلاسها در دسته های بزرگ باشند. زمانی که دامنه تغییرات مکانی افزایش پیدا می کند یعنی کلاسهای متفاوتی در یک دسته سلول پراکنده شده باشند، آنگاه فرم فشرده شده می تواند، حجم حافظه بیشتری نسبت به فایل رستری کامل را اشغال نماید. کد گذاری در راستای طولی می تواند بطور قابل ملاحظه ای از حجم لازم یک فایل داده رستری بکاهد اما هنوز توازن بین اندازه سلول و حجم فایل باقی است. شبکه درشت تر (اندازه سلول بزرگتر)، فایل داده کوچکتری می دهد که فضای حافظه کمتری اشغال کرده و برای پردازش سریعتر می باشد. اما مرزها را می توان به دقت اندازه یک سلول موقعیت دهی نمود. شبکه ریزتر (اندازه سلول کوچکتر) موقعیت دهی دقیق تری ارائه می کند اما به شدت حجم فایل و زمان پردازش در هنگام استفاده از فایل را افزایش می دهد.

۲ – ۲ – ۳ – درخت چهارگانه

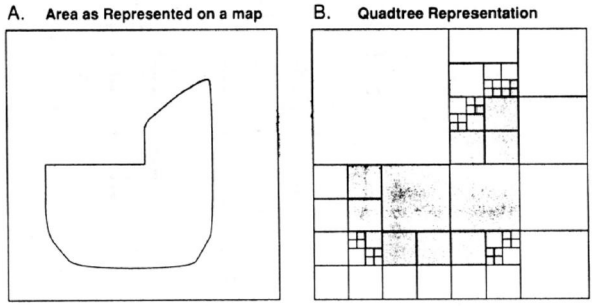
ساختار درخت چهارگانه قدرت تفکیک را همانند مسئله افزونگی مدنظر قرار می دهد. ساختار درخت چهارگانه با استفاده از شبکه سلولی با اندازه متغیر، فایل رستری را با فشردگی بیشتری ذخیره می کند.

بجای تقسیم یک ناحیه به سلولهایی با اندازه یکسان، تقسیمات ریزتری در نواحی با جزییات بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد.بدین طریق قدرت تفکیک بالاتر فقط در جایی که لازمست بکار میرود.

برای یک نقشه موضوعی شبکه ریز فقط در مجاورت خطوط، نقاط و مرز پلیگونها مورد نیاز می باشد. کد گذاری یک ناحیه بزرگ یا یک کلاس را می توان با یک سلول بزرگ با همان دقتی که تعدادی سلول کوچک انجام می دهند، انجام داد. زیرا همه دارای مقدار توصیفی مشابهی هستند. ساختار داده درخت چهارگانه با قدرت تفکیک کم (سلول های بزرگ) برای کدگذاری نواحی بزرگ همگن استفاده می گردد. قدرت تفکیک بیشتر (سلولهای کوچک) برای نواحی با تغییرپذیری مکانی بالا مثلا" دارای چند عارضه نسبتا" کوچک بکار برده می شود. از لحاظ مفهومی می توان سازمان درخت چهارگانه را مانند عمل تقسیم منظم یک نقشه به قطعات کوچکتر دانست. اگر

به تمامی نقشه کلاس یکسانی تخصیص یابد مثلا" با یک نوع جنگل خاص پوشیده شده باشد آنگاه عمل متوقف شده و نقشه بوسیله سلولی که دارای سطح بسیار زیاد است نمایش داده می شود. (در مدل رستری مرسوم، یک نقشه با تعداد زیادی از سلولهای ریز با مقداری مشابه نمایش داده می شود.) اگر تعداد کلاسها در نقشه بیشتر از یکی باشد، آنگاه نقشه به چهار مربع هم اندازه تقسیم می گردد و کار مشابه ای برای هر مربع تکرار می گردد. هر مربعی که شامل بیش از یک کلاس باشد دوباره به چهار مربع دیگر تقسیم می گردد. در حالیکه مربع های همگن تقسیم نمی شوند.

نتیجه کار نمایش درخت چهارگانه ای است که در شکل زیر نشان داده شده است. توجه داشته باشید که سلولهای بیشتر و ریزتر در مرزهای عوارض پدید می آیند. عمل تقسیم به عدد حداکثر انتخاب شده برای تکرار بستگی دارد. در عمل این عدد حداقل را اندازه سلولی تعیین می نماید که می توان آن را نشان داد. بنابراین قدرت تفکیک به وسیله اندازه سلول محدود می گردد. بهرحال حداقل کوچکی برای اندازه سلول را می توان مورد استفاده قرار داد بدون اینکه فایل بسیار بزرگی ایجاد شود زیرا اغلب نواحی عملا" توسط قدرت تفکیک بالا نمایش داده نخواهند شد.

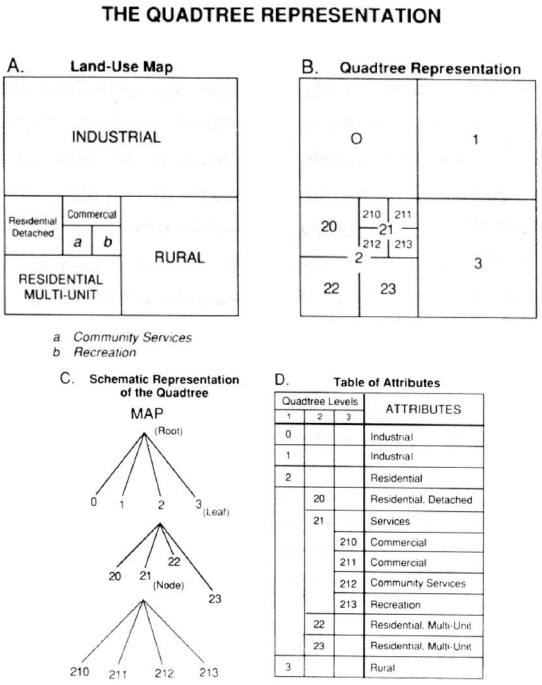


شکل: تقسیم متغیر مکان با استفاده از ساختار داده درخت چهارگانه

در شکل زیر جزئیات بیشتری در مورد ساختار درخت چهارگانه نشان داده شده است. در قسمت A شکل نقشه کاربری زمین برای یک ناحیه شهری و در قسمت B فرم نمایش آن در قالب ساختار درخت چهارگانه ارائه شده است. نمودار شماتیک (قسمت C) اجزا درخت چهارگانه را نشان می دهد. ریشه[۸۶] به عنوان نقطه ای تعریف می گردد

[86] root

که در آن تمام شاخه های دیگر منشعب می شوند. برگ[87] قطعه ای است که از آن شاخه ای جدا نمی شود. دیگر نقاط درخت گره[88] خوانده می شود. سیستم های مختلفی برای تخصیص اعداد شناسایی یا کلیدی به گره های درخت چهارگانه پیاده سازی شده است. عدد ماتریس مورتون[89] شاید شناخته شده ترین این سیستم ها باشد، زیرا برای پیاده سازی در کامپیوتر مناسب می باشد (peuquet, 1984). این نوع درخت چهارگانه با طرح عددگذاری توسعه یافته توسط اسمیت و آبل (Abel and Smith 1983)، که در قسمت D شکل زیر نشان داده شده به درخت چهارگانه خطی مشهور است. زیرا عدد تخصیص داده شده به هر سلول یک لیست ترتیبی از گره های والد آن سلول است. برای مثال سلول ۲۱۲ در سلول ۲۱ وجود دارد که آن نیز در سلول ۲ قرار گرفته است.



شکل: سازماندهی داده ها با استفاده از ساختار داده درخت چهارگانه

[87] leaf
[88] node
[89] morton

شمای عددگذاری درخت چهارگانه خطی دارای چند خاصیت سودمند است. همسایگان هر نقطه با استفاده از عدد کلیدی آن نقطه بخوبی شناسایی می شوند. برای مثال، همسایگان سلول ۲۱۲، سلولهای دیگر 21x (یعنی ۲۱۰ و ۲۱۱ و ۲۱۳) وسلولهای 2x (یعنی ۲۰ و ۲۱ و ۲۲) می باشد. ساختار فیزیکی فایل کامپیوتری نیز همچنین برحسب شمای عددگذاری سازماندهی شده است. در نتیجه سلولهایی که روی نقشه در نزدیکی همدیگر میباشند در روی فایل نیز نزدیک به یکدیگر می باشند.

برای عملیاتی که داده ها را برای عمل همسایگی بکار میبرند، این سازمان ذخیره سازی، بازیابی داده ها را بنحو موثری انجام می دهد که این خود باعث افزایش کارآیی سیستم می گردد. درختهای چهارگانه خصوصا" برای تعیین نزدیکترین همسایگی نقطه انتخاب شده و همچنین برای تعیین ناحیه (پلیگونی) که یک نقطه خاص در آن قرار دارد (جستجوی نقطه در پلیگون[۹۰]) موثر و مناسب میباشند.

خاصیت دیگر درختهای چهارگانه این است که کد گذاری توصیفی[۹۱] کار تعمیم[۹۲] داده ها را در هر سطح نسبتا آسان می سازد. هر گاه سطح پایین تری ار جزئیات مورد نیاز باشد، سطح پایین تری از انشعاب تعریف می گردد. در قسمت D شکل در جدول توصیفی کلاس هر سلول بعلاوه سلولهای والد تقسیم بندیهای ریزتر لیست شده است. برای تهیه نقشه با حداقل اندازه سلولها در دومین سطح تقسیمات اطلاعات توصیفی برای سلول۲۱ بجای اطلاعات توصیفی سلولهای ۲۱۰ و۲۱۱ و ۲۱۲ و۲۱۳ بکار برده می شود.

مانند مدلهای داده دیگر در استفاده از درخت های چهار گانه توازونی وجود دارد . یکی از معایب اصلی درخت چهارگانه زمانی است که برای ایجاد و اصلاح صرف می گردد .در مقایسه با ساختار رستری ساده ،هر چه ساختار داده های درخت های چهار گانه پیچیده تر باشد ، نیازمند زمان پردازش بیشتری برای ایجاد درخت چهار گانه با اندکس و جدول های مربوطه است.در نواحی پیچیده ، زمان پردازش تولید یک درخت چهار گانه می تواند بسیار طولانی باشد و زمانی که تغییر در نقشه پدیدار می گردد ، ساختار درخت چهار گانه باید اصلاح گردد و اصلاح ان نیز از اصلاح یک فایل رستری وقت گیر

[90] Point-in-polygon
[91] Attribute coding
[92] generalization

تر است. بسته به نرم افزار و پیچیدگی فضایی داده ها رویه بهنگام سازی را می توان نسبتا موثر ساخت . همچنین می توان فعالیت های اضافی جهت نگهداری درخت چهار گانهرا بهینه نمود ، امانمی توان آنها را حذف نمود . اهمیت این فعالیتهای اضافه شدیدا به نوع داده ها کاربرد و طراحی نرم افزار بستگی دارد .

درخت های چهار گانه ، ذخیره داده ها را با کارایی بیشتر ارائه می دهند بشرط انکه ان داده ها نسبتا همگن باشند . هر چه تعداد کلاسها کمتر و اندازه نواحی بزرگتر باشد ، درجه فشرده سازی داده ها بالاتر وساختار درخت چهار گانه موثرتر است . اما اگر نواحی کوچک و تعداد کلاسها زیاد باشد ،انگاه کد گذاری درخت چهار گانه فایل بزرگتری نسبت به فایل رستری با داده مشابه بوجود می اورد.

بطور خلاصه استفاده از درخت های چهار گانه می تواند موجب شود تا بعضی از توابع آنالیز فضایی (نظیر جستجوی نقطه در پلیگون) موثر تر از زمانی که از ساختار داده رستری معمول استفاده می شود انجام گیرند. درخت های چهار گانه زمانی که داده ها نسبتا همگن هستند و نیاز به بهنگام سازی مکرر ندارند و زمانی که اجرای سریع انواع خاصی از توابع مورد نیاز می باشد، دارای بالاترین مزیت می باشند. زمانی که نقشه پیچیده تر می گردد و نیاز به بهنگام سازی داده بطور مکرر وجود دارد و زمانی که انلزهای مورد نظر با درخت چهارگانه تطابقی ندارد ، مزایای آنها کاهش می یابد.

۲ – ۲ – ۴ – مدل داده برداری

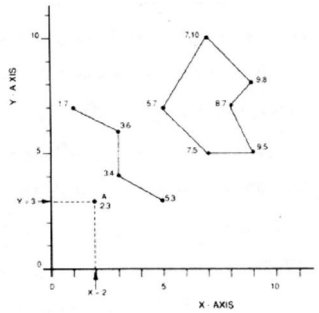
مدل داده برداری دقت بیشتری در موقعیت عوارض در فضا را امکان پذیر می سازد . روشی که در مدل برداری بکار برده می شود اینست که موقعیت نقاط ، خطوط و پلیگونهایی که برای نمایشهای مورد نظر بکار برده شده اند ، با دقت تعیین می گرددند .فرض می شود که نقشه در فضای پیوسته مختصات قرار گرفته تا حدی که در ان دقت یک موقعبت را می توان تا حد دلخواه تعیین نمود. مدل برداری مختصات یک موقعیت را از لحاظ ریاضی صحیح فرض می کند . در حقیقت سطح دقت به تعداد بیت های بکار برده شده برای یک مقدار در کامپیوتر محدود می گردند ، کر چه در مقایسه با اندازه های معمول یک سلول که در سیستم رستری بکار برده می شود ، دارای ضریب تفکیک بالاتری است.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

مکان عوارض روی سطح زمین به موقعیت روی نقشه با استفاده از سیستم مختصات xy (سیستم مختصات کارتزین) مرجع می شود. معمولا عوارض جغرافیایی بعنوان نقاط ، خطوط و نواحی روی نقشه های دو بعدی ثبت می گردند . یک عارضه نقطه ای تحت یک جفت مختصات xy ، یک خط تحت یک سری از مختصات xy ویک ناحیه تحت یک حلقه بسته از زوج مختصاتی که مرز ناحیه را تعریف می کنند ثبت می گردند (ناحیه ای که به وسیله حلقه بسته ای از قطعه خطوط مستقیم احاطه می شود را پلیگون می نامند.)

شکل زیر نشان می دهد که چگونه عوارض جغرافیایی با استفاده از مختصات جغرافیایی کد گذاری رقومی می شوند .موقعیت نقطه A به وسیله مختصات (۳و۲) و خط روی شکل به وسیله لیست آرایه ای از زوج مختصات (۷و۱) ، (۶و۳) ، (۴و۳) ، (۳و۵) نمایش داده می شود . ناحیه روی شکل به وسیله لیست مرتبی از زوج مختصات که نقاط شروع و انتهای آنها یکی بوده و در اینجا یک حلقه بسته را تشکیل می دهد ، ارائه می شود.

مختصات عارضه سطحی عبارتست از : (۱۰و۷) ، (۸و۹) ، (۷و۸) ، (۵و۹)، (۵و۷) ، (۷و۵) ، (۱۰و۷) . در این مثال مختصات در واحد اختیاری فرض شده اند . اما در GIS ، موقعیت معمولا با استفاده از یک سیستم مختصات جغرافیایی استاندارد مانند UTM ، مبنای محلی (state plane) یا طول و عرض جغرافیایی ذخیره می گردند.



شکل: نمایش نقاط خطوط و پلیگون ها با استفاده از رشته مختصات x و y

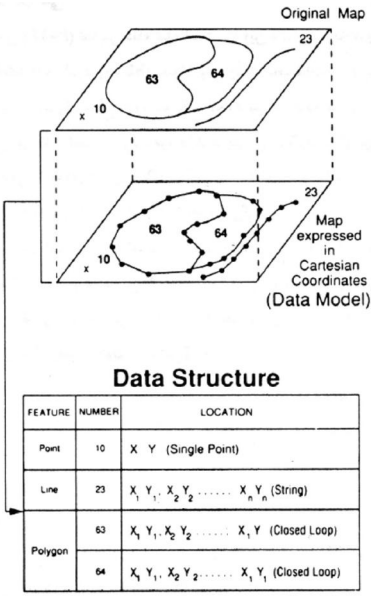
سیستم های گوناگونی برای سازمان ذخیره سازی داده های مختصات نقطه ، و پلیگون ایجاد شده است. سیستم های اولیه برای پاسخ گویی به نیازهای تهیه اتوماتیک نقشه بوجود آمدند. در این سیستم ها المانهای اصلی برای ذخیره عبارت بودند از موقعیتهای نقاط ، خطوط و پلیگونها بعلاوه دستورالعمل های رسم انها (مانند وزن خطوط ، رنگ

والگو). اطلاعات کمی درباره ی عوارض جغرافیایی گه این المانهای گرافیکی عرضه می کردند ، لازم بود.
بعد ها این سیسستم ها به منظور ذخیره توصیفات جغرافیایی و ارائه شناسایی المان های جغرافیایی که عارضه خاصی را نمایش می دهند, توسعه یافتند. این عوارض جغرافیایی مثلا می توانند یک گروه از پاره خط هایی باشند که یک جاده خاص را نمایش می دهند. اما در هر صورت داده ها کم و بیش بصورت غیر سازمان یافته ای,ذخیره می شوند. مثالی از این نوع مدل برداری مدل اسپاکتی است.

مدل داده اسپاگتی

مدل داده اسپاگتی در شکل زیر نمایش داده شده است. در این مدل نقشه کاغذی خط به خط به لیستی از مختصات xy برگردانده می شود. یک نقطه بعنوان یک جفت مختصات xy و یک خط بعنوان رشته ای از جفت مختصات xy کد گذاری می شوند.یک سطح به وسیله یک پلیگون نمایش داده شده و به عنوان یک حلقه بسته ای از مختصات xy که مرز آن را تعین می کنند ثبت می گردد. مرز مشترک بین دو پلیگون مجاور می بایست دو بار ثبت گردد, یعنی یک بار برای هر پلیگون. فایل داده ای مکانی که بدین گونه ساخته می شود, اصولا مجموعه ایست از رشته مختصات بدون ساختار داخلی, که به آن مدل اسپاگتی اطلاق می گردد.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری



شکل: ساختار داده اسپاگتی

ساختار این مدل بسیارساده و فهم ان آسان است. مدل, داده نقشه را با مختصات دکارتی بیان می کند. فایل داده های مختصات xy , در عمل ساختار داده می باشد به فرمی که در آن داده های مکانی در کامپیوتر ذخیره می گردند. اگر چه تمامی عوارض فضایی ثبت می گردند ولی ارتباطات فضایی بین عوارض کد گذاری نشده است. برای مثال اطلاعات در مورد عوارض مجاور هر پلیگون ثبت نمی گردد.

این اطلاعات می بایستی توسط جستجوی تمام عوارض در فایل داده ها و محاسبه اینکه آنها با یکدیگر مجاور هستند یا خیر ایجاد شوند. مدل اسپاگتی برای اکثر آنالیزهای فضایی تاثیری ندارد, زیرا روابط مکانی می بایست بوسیله محاسبات بازسازی شوند. اما این مدل برای چاپ نقشه های رقومی موثر می باشد زیرا اطلاعات اضافه بر پردازش ترسیم مانند ارتباط های فضایی,ذخیره نمی گردند.

مدل توپولوژی

توپولوژی مجموعه ای از قواعد و رفتارها است که چگونگی اتصال عوارض مکانی مرتبط با هم را کنترل می کند. توپولوژی بصورت تحت اللفظی مطالعه مکان است که شاخه ای از ریاضیات است. توپولوژی شامل چندین گرایش شامل توپولوژی جبری، توپولوژی

مجموعه نقاط و توپولوژی تفاضلی می باشد. این گرایش ها بطور کاملا مستقل مورد مطالعه قرار می گیرند. توپولوژی مجموعه نقاط یا عمومی گسترده ترین استفاده را در GIS دارد. کاربرد توپولوژی در GIS مهم است برای اینکه امکان انجام تحلیل های مکانی را بخصوص در مدل برداری برقرار می نماید.

مدل توپولوژی پر استفاده ترین روش کد گذاری ارتباط های مکانی در سیستم های اطلاعات مکانی[۹۳] است. شکل زیر یک نقشه و جدول های داده ی همراه آنرا نمایش می دهد.این فرم خاص مدل توپولوژی را "مدل داده قوس-گره[۹۴]می نامند. المان پایه منطقی این مدل قوس است که یکسری نقطه است که ابتدا و انتهای آن گره می باشد. گره نقطه تقاطع دو یا چند قوس است. همچنین یک گره میتواند در انتهای یک قوس آزاد باشد, یعنی قوسی که به قوس دیگری وصل نیست، مانند انتهای یک خیابان بن بست.گره های منفرد که به قوسی متصل نمی باشند نمایانگر نقاط می باشند. یک پلیگون از زنجیر بسته ای از قوس ها که نمایانگر مرز یک سطح هستند تشکیل یافته است.

در شکل زیر توپولوژی در سه جدول داده که هر کدام برای نوع خاص المان فضایی است,نشانداده شده و داده های مختصات در جدول چهارم ثبت شده است. در یک GIS پلیگونها و نقاط اغلب در یک نوع از لایه های داده و خطوط در لایه های داده جداگانه ای ذخیره و با هر جدول مجموعه جدایی از توپولوژی و جدول های مختصات همراه می گردند. در اینجا برای نمایش, نقاط, خطوط و پلیگونها با هم در یک لایه نشان داده شده اند.

جدول توپولوژی پلیگون قوسهایی که مرز هر پلیگون را می سازند, نمایش می دهد.برای مثال پلیگون A به وسیله قوسهای a_1، a_3 و a_5 احاطه گردیده است(طبق قرارداد قوسهایی که یک پلیگون را می سازند در جهت حرکت عقربه های ساعت تعریف می گردد) پلیگون ها می توانند درون خود دارای جزیره باشند. پلیگونC جزیره ای در پلیگونB می باشد.این قضیه در لیست قوس ها برای هر پلیگون به وسیله صفر در جلوی لیست قوس هایی که تشکیل جزیره می دهند, مشخص می گردد. در این صورت فقط یک قوس (a_7)در پلیگون C موجود است. نقطه موجود در پلیگون B نیز بعنوان

[93] Geographic Information System (GIS)
[94] Arc-Node

یک پلیگون تلقی گشته و پلیگون D خوانده می شود. این پلیگون فقط از یک قوس تنها (a_6) تشکیل یافته است. یک نقطه را می توان پلیگونی با مساحت صفر فرض کرد. همچنین در این مثال می توان نقطه را به عنوان یک گره منفرد و قوسی فرض کرد که تنها از یک گره تشکیل یافته است. (چنین جزییاتی مانند این مطلب را می توان بطور متفاوتی بسته به نرم افزار بکار برده شده مورد بحث قرار داد) برای تکمیل تعاریف مکانی باید راهی برای رجوع به سطحی که خارج از مرز نقشه است وجود داشته باشد. این سطح خارجی به عنوان پلیگون E معرفی گشته که برای آن قوس ها بطور صریح تعریف نمی شود.

در جدول توپولوژی گره، هر گره به وسیله قوسهایی که به آنها متعلق است, تعریف می گردد.برای مثال گره N_1,نقطه انتهای قوسهای a_1 و a_3 و a_4 است, گره N_5یک نقطه تکی است که بعنوان قوس a_6و پلیگون D نیز تعریف می گردد. جدول توپولوژی قوس, ارتباط گره ها و پلیگون ها با قوسها را تعریف می کند. از نقاط انتهایی یکی بعنوان شروعیا "از گره" و دیگری بعنوان پایان یا "به گره" شناخته می شوند. برای مثال a_5از گرهN_3 شروع و به گره N_2 پایان میابد. با حرکت از N_3 به N_2 پلیگون سمت چپ A و پلیگون سمت راست پلیگون B می باشد.

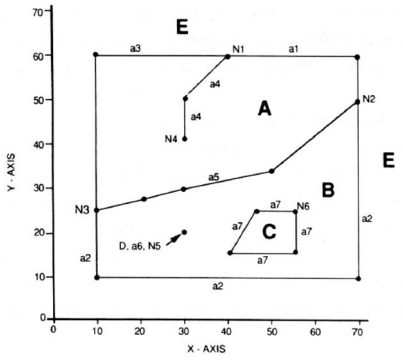
از نقطه نظر توپولوژی تنها, یعنی جدول توپولوژی، آنالیزهای موقعیت نسبی المانهای نقشه را می توان انجام داد برای نمونه تمام المانهای مجاور پلیگونهای B را می توان با جستجو در جدول توپولوژی قوس پیدا نمود هر پلیگونی که در ستون مقابل پلیگون B در جدول توپولوژی قوس آمده، مجاور آن پلیگون است زیرا دارای یک قوس مشترک با آن است. مثلا پلیگونهای B وA در قوس a_5 مشترک هستند و یک زوج دوتایی را در جدول تشکیل می دهند.

جدولهای توپولوژی را می توان برای پیدا نمودن تمام عوارض درون یک پلیگون مورد استفاده قرار داد. بوسیله جدولهای توپولوژی پلیگون می توان لیست قوسهایی که درآنها صفر وجود دارد بدست آورد. قوسهایی که بعد از هر صفر می آیند در جدول توپولوژی را می توان برای پیدا نمودن تمام عوارض درون یک پلیگون مورد استفاده قرار داد. بوسیله جستجو در جدول توپولوژی قوس جستجو میشوند تا المانهای آنها تعیین گردد. همانطور که در جدول دیده می شود پلیگون B شامل دو عارضه است که یکی توسط a_6 و دیگری توسط a_7 تعیین می گردد. از جدولهای توپولوژی قوس و نقطه استنباط می

شود که قوسa_6 یک نقطه است (دارای پلیگون سمت چپ و سمت راست مشابه بوده و فقط یک گره دارد) و قوس a_7 یک پلیگون جزیره است (دارای پلیگون سمت چپ و سمت راست مشابه بوده و فقط یک گره دارد). پرسشهای مکانی[95] از این نوع را با استفاده از جدولهای توپولوژی می توان خیلی سریعتر از انجام اینکار به وسیله محاسبه از داده های مختصات همانطورکه برای مدلهای داده غیر توپولوژیکی مانند اسپاگتی مورد نیاز است پردازش نمود.

بمنظور مرتبط ساختن عوارض نقشه به موقعیتهای جهان واقعی مختصات XY مورد نیاز می باشند.این مختصات در جدول داده های مختصات قوس ذخیره گشته اند.هر قوس به وسیله یک یا چند قطعه خط مستقیم نشان داده شده است که به وسیله یک سری از مختصات تعریف می گردند.هر چند شکل پیچیده تر باشد، مختصات بیشتری برای نمایش آن بعنوان یک سری از قطعه خطوط مستقیم لازم است. قوسa_1 یک پیچ شکسته دارد و می توان آنرا به وسیله نقاط انتهایی و نقطه میانی آن نمایش داد.

برای نمایش قوس a_5 که دارای شکل منحنی است،چندین نقطه میانی باید کد گذاری شوند.مختصات گره ها را می توان از این جدول با رجوع به جدول توپولوژی قوس و پیدا کردن سطری که گره بعنوان یکی از نقاط شروع و پایانی آن تعریف شده است بدست آورد.



[95] Spatial query

POLYGON TOPOLOGY	
POLYGON	ARCS
A	a1, a5, a3
B	a2, a5, 0, a6, 0, a7
C	a7
D	a6
E	area outside map coverage

NODE TOPOLOGY	
NODE	ARCS
N1	a1, a3, a4
N2	a1, a2, a5
N3	a2, a3, a5
N4	a4
N5	a6
N6	a7

ARC TOPOLOGY				
ARC	START NODE	END NODE	LEFT POLYGON	RIGHT POLYGON
a1	N1	N2	E	A
a2	N2	N3	E	B
a3	N3	N1	E	A
a4	N4	N1	A	A
a5	N3	N2	A	B
a6	N5	N5	B	B
a7	N6	N6	B	C

ARC COORDINATE DATA			
ARC	START X, Y	INTERMEDIATE X, Y	END X, Y
a1	40, 60	70, 60	70, 50
a2	70, 50	70,10; 10,10	10, 25
a3	10, 25	10,60	40, 60
a4	40, 60	30,50	30, 40
a5	10, 25	20,27; 30,30; 50,32	70, 50
a6	30, 20		30, 20
a7	55, 27	55,15; 40,15; 45,27	55, 27

شکل: نقشه دنیای واقعی و کد گذاری آن با ساختار توپولوژی

داده های توصیفی معمولا به شکل جدولهای ارتباطی که در آنها یک فیلد داده شامل کد شناسایی برای المان فضایی است،ذخیره می گردند.این مطلب در شکل نشان داده شده است (قبلا در مورد آن بحث شده است). پایگاه داده ارتباطی به سادگی برای کار با کمیت عظیمی از داده های توصیفی تطبیق یافته و روشی با قابلیت انعطاف زیاد برای بازیابی داده ها فراهم نموده است.

مدل داده با ساختار توپولوژی برای دسته ای از عملیات فضایی مانند آنالیز های مجاورت[۹۶] و پیوستگی[۹۷] بسیار مناسب می باشد. مجاورت ارتباط فضایی همسایگی[۹۸] است.یعنی المانهایی که به همدیگر میرسند همسایه هستند. آنالیز مجاورت بر روی یک دامنه وسیعی از کاربرد ها اعمال می گردد.یک زیست شناس ممکن است به مسکن های طبیعی در نزدیکی یکدیگر علاقمند باشد. یک برنامه ریز شهری می توانند به تناقض های ناحیه بندی علاقه داشته باشد. مانند نواحی صنعتی که در حاشیه نواحی تفریحی باشند.

منظور از پیوستگی مسیرها یا شبکه های بهم پیوسته ای است که چیزی در آنها حمل و نقل می شود. خیابانهای یک شهر، کابلهای یک سیستم تلفن، و نهرها و رودخانه ها (در یک منظره) مثالهایی از شبکه های حمل و نقل هستند.

توابع پیوستگی برای پیدا کردن مسیرهای بهینه درون یک شبکه بکار میروند. از قبیل مسیرهای تحویل به موقع خدمات و یا سریعترین مسیر مسافرت. برای بهینه سازی

[96] contiguity
[97] connectivity
[98] adjacecy

برنامه ریزی حمل ونقل مانند برنامه ریزی مسیر خطوط اتوبوسرانی می توان آنالیزهای شبکه را بکار برد.
توابع شبکه را همچنین می توان برای پیش بینی بار در نقاط بحرانی مورد استفاده قرار داد. مثال آن پیش بینی جریان آب در تقاطع پلی است که در اثر وزش طوفان شدید حاصل گردیده است.

ارزیابی مدل توپولوژی

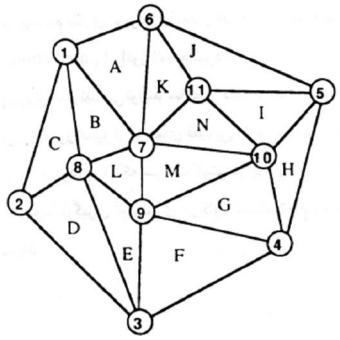
یکی از مزایای ساختار توپولوژی این است که آنالیزهای فضایی را بدون استفاده مختصات انجام داد. بعضی از آنالیزهای فضایی مانند مجاورت و پیوستگی اگر نگوییم تماما ولی به طور گسترده می توانند تنها با استفاده از داده های توپولوژی انجام گیرند. این خاصیت از محاسبات وقت گیر لازم برای بدست آوردن ارتباطهای فضایی از مختصات هندسی جلوگیری می کند. وقتی که داده های فضایی با استفاده از یک مدل غیر توپولوژی ذخیره می گردند آنگاه به محاسبات اضافی برای بدست آوردن اطلاعات توپولوژی در هنگام لزوم نیاز می باشد. نتیجتا بسیاری از عملیات یا آنالیزهای فضایی در یک GIS بر پایه توپولوژی بسیار موثرتر انجام می گیرند اما ایجاد ساختار توپولوژی، هزینه بیشتری تحمیل می کند. زمانی که نقشه جدیدی وارد می شود یا نقشه موجودی تغییر می یابد. توپولوژی نیز می بایست تغییر کند.
رویه بهنگام سازی میتواند نسبتاً وتگیر باشد(در حد چند دقیقه یا یکی دو ساعت)،و این به اندازه نقشه،کارآرایی نرم افزار و به سرعت سخت افزار بستگی دارد.بعضی از سیستم های رویه بهنگام سازی را به وسیله ذخیره تمام تغییرات از ابتدای ویرایش و سپس بهنگام سازی توپولوژی بعد از آن به صورت دسته ای انجام می دهد (یعنی پردازشی که بتواند بدون نیاز به محاوره اپراتور انجام می پذیرد).
سیستم هایی که ساختار توپولوژی ندارد،می توانند ساختار داده داخلی ساده تری را به کار گیرند اما این نیاز به استفاده از الگوریتم های پیچیده تری به منظور آنالیز ارتباط های فضایی دارد.ست افزار قوی تری را می توان برای کار با عملیات آنالیز فضایی پیچیده تر به کار برد،یا این که سرعت کمتر در پردازش این آنالیز ها قابل قبول باشد.در هر صورت روند پیشرفت قویاً متمایل به بکارگیری توپولوژی درآن است.تمام سیستم های داده مکانی تمام عیار برداری اکنون از مدل داده توپولوژی استفاده می نمایند.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

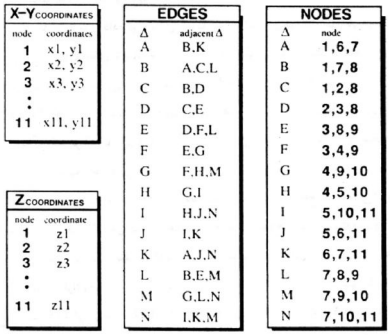
شبکه نامنظم مثلثی

شبکه نامنظم مثلثی مدل داده توپولوژی،برداریست که برای نمایش عوارض زمین به کار برده می شود.شبکه نامنظم مثلثی عوارض سطح زمین را مانند مجموعه ای از سطوح مثلثی به هم پیوسته نمایش می دهد.برای هر سه راس مثلث مقادیر مختصات مسطحاتی و ارتفاعی کدگذاری می گردد. ساختار شبکه نامنظم مثلثی در شکل زیر نمایش داده شده است.هر مثلث یا سطح کوچک با یک حرف نشان داده شده و به وسیله سه گره که هر یک با یک عدد مشخص شده، تعریف می گردد. در جدول گره مثلث ها و گره هایی که آن را تعریف می کنند لیست می شوند. در جدول لبه سه مثلث همسایه هر سطح لیست می شوند.مثلث هایی که در حاشیه قرار می گیرند فقط دارای دو همسایه هستند.جدولی مختصات مسطحاتی گره ها را ذخیره می کند. الگوریتم ها در این روش متفاوت هستند و بنابراین نتایجی را ارائه می دهند، دارای کمی تفاوت است. در عمل مثلث بندی که در آن مثلث ها متوازی الاضلاع هستند، برای نمایش سطح، نسبتاً دقیق تر می باشد.

با استفاده از این مدل،پارامتر های عوارض زمین مانند شیب و جهت شیب برای هر سطح محاسبه گردیده و به عنوان توصفات آن سطح مطابق روش زیر توصیفات در پلیگون ها، ذخیره می گردند. شکل زیر مثالی از جهت شیب[۹۹] را که می توان به وسیله داده های TINتولید نمود را نشان می دهد.



[99] aspect



X-Y COORDINATES	
node	coordinates
1	x1, y1
2	x2, y2
3	x3, y3
:	
11	x11, y11

Z COORDINATES	
node	coordinate
1	z1
2	z2
3	z3
:	
11	z11

EDGES	
Δ	adjacent Δ
A	B,K
B	A,C,L
C	B,D
D	C,E
E	D,F,L
F	E,G
G	F,H,M
H	G,I
I	H,J,N
J	I,K
K	A,J,N
L	B,E,M
M	G,L,N
N	I,K,M

NODES	
Δ	node
A	1,6,7
B	1,7,8
C	1,2,8
D	2,3,8
E	3,8,9
F	3,4,9
G	4,9,10
H	4,5,10
I	5,10,11
J	5,6,11
K	6,7,11
L	7,8,9
M	7,9,10
N	7,10,11

شکل: ساختار یک شبکه نامنظم مثلثی

داده های سطح زمین به شکل رقومی معمولا در مجموعه ی داده های رستری ارائه می گردند.شبکه منظر از مقادیربه وسیله آنالیز فتوگرامتری از زوج عکس های هوایی یا ماهواره ای تولید می گردند.در ایی که مقادیر ارتفاعی مجموعه ای نامنظم از داده های نقطه ایست,مانند منحنی میزان های ارتفاعی ,یااندازه گیری های ارتفایی نقطه ای,شبکه منظمی از نقاط را می توان با تخمین مقادیر برای سلول هایی که مقادیر داده نقطه ای ندترند بوجود آورد. عمل تخمین مقدار برای نقاط جا افتاده (بدون مقدار)درونیابی می نامند. مقادیر بدست آمده بدین روش لزوما مقادیر واقعی نیستند.به بیان دیگر این مقادیر بهترین حدس را از طریق ریاضی بر پایه مقادیر معلوم هستند.

محدودیت عمده نمایش رستری داده های ارتفاعی استفاده از اندازه واحد سلول ها می باشد.اگر از اندازه های کوچک سلول استفاده شود فایل داده بزرگی تولید شده و مناطق با تغییرات کم فضایی,مانن سطح زمین بدون عارضه ,از سلول های زیاد بیشتر از نیاز استفاده می کنند.برعکس اگر از سلول با انداز بزرگ استفاده شود فایل داده وچک تر خواهد بود.اما اگر شبکه به اندازه ی کافی کوچک نباشد تا بتواند جزئیات در عوارض با تغییرات زیاد را ثبت نماید.فرمت های رستری با شبکه های متغییر در اندازه های توسعه یافته اندتا بتواند دامنه از قبل تعین شده ای از سلولها اندازه های سلول را برای استفاده درون یک مدل عارضه بکار گیرد ولی این امر نیز مسئله نمایش دقیق محل شکست عوارض مانند خط راس ها را به طور کامل حل نمی کند.

یکی از مزایای TIN آن است که اطلاعات اضافی برای نواحی ,با عوارض پیچیده کد گذاری می شود بدون آنکه نیازی به جمع آوری داده ها داده ها با حجم زیاد برای

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

نواحی با عوارض ساده باشد .چون اندازه هر سطح[100] متغیر می باشد ,مثالهای کوچکتر در نتیجه نمایش با جزئیات بیشتری را می توان در جایی که تراکم بیشتر از نقاط داده باشد ارائه نمود.عوارض دارای شکست در سطح زمین ,مانند خط الراسها ,خط القعر دره ها را می توان با استفاده از تراکم بیشتر نقاط ارتفاعی کد گذاری نمود. در نتیجه این عوارض می توانند در TIN با دقت و صحت بیشتری نسبت به نمایش سلولی شبکه که در آن عوارض دارای تیزی هموار شده اند کد گذاری می شوند.

عیب TIN درمقایسه با روش رستری این است که به پردازش عمده ای برای ایجاد خود فایل TIN نیاز دارد.اما به محض آنکه فایل TIN تولید شد,نمایش فشرده تر داده ها را به طور موثری پردازش نماید. سخت افزارها و نرم افزارهای پردازش تصویر می توانند به طور موثری با فایلهای حجیم رستری در سرعتهای زیاد کار کنند,اما سخت افزار هایGIS برداری برای پردازش فایل های بزرگ رستری طراحی نشده اند.الگوریتم های متفاوت مثلث بندی برای تولید TINدر نتایج و خطاهایی که تولید می کنند,متفاوت بوده و اغلب اوقات برای رفع اثرات ناخواسته در نزدیکی لبه ها نیاز به عمل ویرایش وجود دارد.اما مدل های TINمی توانند یک سطح را با دقت بیشتر و حجم ذخیره سازی کمتر از یک مدل رستری نمایش دهند.سازمان TIN و حجم داده کمتر آن ,این مدل را برای رویه های ویرایش محاوره ای و رویهای کار با این نوع داده ها مانند مدلسازی محاوره ای سطح مناسبتر و پر طرفدار تر می سازد.

[100] facet

فصل ششم

خروجی و نمایش اطلاعات رقومی

۲ – ۴ – مقدمه

تکنولوژی چاپ در دهه ۱۹۹۰منجر به تغییرات بسیار بزرگی در صنعت چاپ از طریق کنترل بیشتر کامپیوتری، چاپگر های جدیدتر و غیره ، گردیده است. طراحی نقشه ها نیازمند برنامه ریزی دقیقی برای سازگاری با تکنولوژی پیشرفته چاپ می باشد و برای رسیدن موفقیت آمیز به اهداف طراحی کار کردن دقیق با اداره خدماتی را لازم دارد. نمی توانیم بدون داشتن حداقل اطلاعات ابتدایی در رابطه با چگونگی چاپ نقشه ها پس از خارج شدن آنها از اداره، وارد یک کار طراحی شویم و این امر مستلزم داشتن اطلاعات پیش زمینه در رابطه با تکنولوژی چاپ می باشد.

چاپگرها یکی از وسایل پیرامونی مهم در عرصه تهیه نقشه های رقومی می باشند. برای اینکه این وسیله امکان چاپ نقشه رقومی برروی کاغذ را فراهم می کند. چاپگرهای متنوعی امروزه در دسترس می باشند که گستره آنها می تواند از چاپگرهای جوهر افشان سیاه و سفید ساده تا گذارنده های تصویر[۱۰۱] رنگی لیزری مخصوص کارهای حجیم یا با قدرت تفکیک بالا باشد که قادر به چاپ

[101] imagesetter

نگاتیوها برای چاپ با کیفیت بالا خواهند بود. در این بخش می خواهیم چاپگرها و فناوریهای چاپ را مورد مطالعه قرار دهیم.

۲ – ۵ – شیوه های مختلف نمایش اطلاعات مکانی

قبل از ارائه یک فایل دیجیتالی به چاپ، باید مشخص نمود که چاپگر کدام فرمت های فایلی را می تواند قبول کند. برخی از چاپگرها فایل های کاربردی را ترجیح میدهند ولی بسیاری از آنها قادر به پذیرش فایل هایی از تمامی کاربردها و یا نسخه ها نمی باشند. اکثر چاپگرها به جای فایل هایی با کاربرد اصلی، فایل های PDF و یا PostSceipt را قبول می کنند (و یا ترجیح می دهند).

- فایل های PDF: PDF یک کلمه اختصاری برای فرمت تبادل اطلاعات می باشد. همانگونه که نام آن هم نشان میدهد، PDF یک فرمت داده ایی می باشد که می تواند برای توصیف فایل ها بکار رود. در مرحله پیش چاپ ، PDF به عنوان فرمتی برای تبادل اطلاعات در بین برنامه های کاربردی و همچنین به عنوان چک برای مطالب، قبل از رفتن به چاپ، مکررا مورد استفاده قرار می گیرد. مثلا برای اینکه چک نویسی از نقشه خود را در صفحه ببینید، می توانید آن را به PDF تبدیل کنید .
- فایل های PostScript: PostScript زبان توصیف صفحه می باشد که شامل دستورالعمل هایی برای گذارنده تصویر برای تبدیل صفحات در کامپیوتر به فیلم، پلات های چاپی و یا حتی چاپگرهای لیزری می باشد. این دستورالعمل ها می تواند شامل فونت ها، نشانه های چاپگر، متن، گرافیک ها و سایه رنگ ها می باشد.

۲ – ۶ – وسایل خروجی گرافیکی

وسایل خروجی گرافیکی برای نمایش داده های کارتوگرافی رقومی بکار می روند. آنها بخش ضروری یک سیستم کارتوگرافی به کمک کامپیوتر می باشند. وسایل خروجی گرافیکی متشکل از سه قسمت اصلی هستند که عبارتند از:

- وسیله ورودی
- کنترل کننده
- وسیله ترسیم

وسیله ورودی یا پردازش کننده نمایش کار انتقال داده ترسیم شونده را از یک رسانه ذخیره کننده به کنترل کننده بعهده دارد. اغلب اوقات یکی از قطعات ذخیره کننده داده مثل دیسک فشرده، فلاش و غیره برای ذخیره داده ورودی استفاده می شود. یک محیط محاوره برای منظم کردن داده های ورودی به یک کامپیوتر میزبان مورد استفاده قرار می گیرد.

کنترل کننده داده های رقومی (داده های موقعیتی- مختصات X و Y در سیستم مختصات وسیله گرافیکی) را بهمراه دستورات ترسیم می پذیرد. داده ها مورد آنالیز و پردازش به میزان مورد نیاز قرار می گیرند و به علائم آنالوگ برای بردن ابزار ترسیم به موقعیت مختصاتی مشخص شده تبدیل می شوند. در برخی از انواع وسایل ترسیم کننده کنرل کننده ممکن است علائمی از وسیله ترسیم کننده برای مقایسه موقعیت واقعی ابزار در هر لحظه با موقعیت ورودی و انجام اقدامات تصحیح کننده در موقع اختلاف بدست آورد. این قسمت همچنین کلید خاموش و روشن برای ابزار ترسیم کننده (پایین بردن و بالا آوردن قلم) را کنترل می کند.

وسیله ترسیم کننده عمل ترسیم کردن را واقعا اجرا می کند. این قسمت ممکن است به سه جزء اصلی زیر تفکیک گردد:

- سطح ترسیم
- سیستم تعیین موقعیت
- مجموعه ابزار ترسیم

در حال حاضر تنوعی از ابزار های ترسیم استفاده می شوند که شامل موارد زیر هستند:

- ابزارهای مکانیکی ازقبیل قلم مرطوب جوهر، ball point ، scribing point و غیره برای ترسیم کردن برروی مواد ترسیم
- ابزارهای نوری از قبیل پرتوی نوری، پرتوی لیزر، پرتوی الکترونی و غیره برای نوشتن بر روی مواد حساس به نور یا درخشان[۱۰۲]

وسیله تعیین موقعیت ابزار ترسیم را از طریق علائم آنالوگ دریافت شده بوسیله کنترل کننده در امتداد مسیر از قبل تعیین شده هدایت می کند.

۲ – ۶ – ۱ – روشهای ترسیم

دو روش ترسیم ممکن است در وسایل خروجی گرافیکی استفاده شوند که عبارتند از روش خطی و روش رستری.

در روش خطی ابزار ترسیم به همان شیوه ای حرکت داده می شود که برای مداد استفاده می شود. ابزار ترسیم ممکن است در هر جهت دلخواهی حرکت داده شود. مسیر ابزار بوسیله مختصات ورودی نقاط مجزای تشکیل دهنده یک خط تعیین می گردد. نقاط مجزا معمولا با خطوط مستقیم بهم وصل می شوند. یک منحنی نرم ممکن است از طریق قرار دادن نقاط نزدیک بهم بدست آید بطوریکه چشم نتواند قطعات خطوط مستقیم را تشخیص دهد. تعدادی کنترل کننده با پیچیدگی اجازه درونیابی سهموی یا دایروی را می دهد. بنابر این نیاز به نقاط خیلی نزدیک بهم برای بدست آوردن انحناهایی با ظاهری نرم نمی باشد.

در روش رستری یک ابزار ترسیم بصورت یک سری خطوط مستقیم موازی با یکدیگر رانده می شود، بنابر این تمامی سطح مورد ترسیم را پوشش می دهد. در امتدا هر خط یک ردیف نقطه بر روی ماده ترسیم ممکن است علامت گذاری گردد. بطور متناوب یک ردیف از ابزار ترسیم ممکن است بصورت همزمان یک ردیف نقطه تولید کنندیا مجموعه ای از ابزار ترسیم یک سطح را پوشش دهد. ترسیم از طریق تغییر کردن شدت یا رنگ نقاط ایجاد می گردد. بنابراین تمامی ترسیم شامل نقاط کوچکی با شدت ها یا رنگهای متغییر خواهد

[102] phosphorescent

بود. رنگ از طریق ترکیب نمودن سه رنگ اصلی (RGB- قرمز، سبز، آبی یا CMYB- فیروزه ای، صورتی، زرد و مشکی) بدست می آید. پلاتر های رستری تنوعی از ابزار ترسیم شامل ابزار نوری، جوهر افشان، stamp، حرارتی، الکترواستاتیکی و غیره را مورد استفاده قرار می دهد. داده های ورودی شامل رشته ای از مقادیر شدتها هستند، همان طوری که باید ترسیم شوند.

۲ – ۶ – ۲ – طبقه بندی وسایل خروجی گرافیکی

وسایل خروجی گرافیک می توانند به دو گروه بصورت زیر تقسیم شوند:

- صفحات نمایش دهنده گرافیکی
- ماشین های ترسیم کننده

.صفحات نمایش دهنده گرافیکی برای خروجی گرافیکی نسخه نرم[۱۰۳] برروی یک لایه درخشنده (از قبیل آنچه که در صفحه های تلویزیون یافت می شود) یا یک پنل حاوی بعضی انواع مقادیر نور آماده می شوند. وسایل نسخه نرم فقط اجازه نمایش موقت را می دهند و هنگام خاموشی وسیله نمایش ناپدید می گردد. مزیت وسایل نسخه نرم سرعتی است که با آن یک نمایش ممکن است تولید گردد. هنگامی که داده ویرایش می شود نمایش بصورت آنی تغییر می کند. یک نوع ویژه ای از تولید نسخه سخت[۱۰۴] روگرفت از صفحه نمایش دهنده است. یک روگرفت صفحه نمایش دهنده قادر می سازد که محتوای دقیق صفحه نمایش دهنده مستقیما و سریع به ماده ترسیم منتقل گردد.

ماشین های ترسیم برای خروجی نسخه سخت گرافیکی بر روی کاغذ، مواد پلاستیکی، ماده اسکرایپ، ماده حساس به نور و غیره فراهم می شوند. خروجی ممکن است بصورت یک ثبت دائم نگه داری شود.

[103] soft copy
[104] hard copy

۲ – ۶ – ۳ – سیستم های مختصات وسیله

برای توانمند سازی تعیین موقعیت یک ابزار ترسیم، هر وسیله گرافیکی خروجی با یک سیستم مختصات محلی آماده می گردد که سیستم مختصات وسیله[۱۰۵] نامیده می شود. اینچنین سیستم هایی اغلب دو بعدی و بدون استثناء قائم هستند (شکل). مختصات وسیله مختصاتی را نشان می دهند که در آن مختصات عارضه جغرافیایی نمایش داده شده باید توصیف شود برای اینکه نمایش داده شود. مثلا پلاتر calcomp دارای صفحه ترسیمی با ابعاد ۳۵۰ در ۲۸۰ میلیمتر می باشد. هر مختصاتی خارج از گستره x ۰ تا ۳۵۰ میلیمتر و خارج از گستره y ۰ تا ۲۸۰ میلیمتر در پلاتر ترسیم نمی شود. مبدا سیستم وسیله برای این پلاتر در گوشه پایین سمت چپ است. واحد ها در امتداد محورهای x و y یکسان و میلیمتر می باشند. البته پلاترهای دیگر متفاوت خواهند بود.
برای اینکه مقادیر X و Y نقشه (مختصات زمینی[۱۰۶] یا مختصات نقشه[۱۰۷]) ترسیم شوند شوند باید به سیستم مختصات وسیله تبدیل شوند و با گستره وسیله نمایش دهنده منطبق گردند. یک تبدیل خطی نسبتا ساده در اینجا لازم است.
برای پرهیز از وابستگی وسیله در برنامه های ترسیم کننده یک رویه نمونه ای که در گرافیکهای کامپیوتری استفاده می شود این است که ابتدا مختصات زمینی به مختصات نرمالیزه نمایش دهنده[۱۰۸] قبل از تبدیل به مختصات وسیله نمایش دهنده خاص تبدیل می گردد. اینکار سیستم را به اندازه کافی قابل انعطاف برای تطبیق نمودن با همه وسایل نمایش دهنده می سازد. مختصات نرمالیزه شده X و Y هر مقدار اختصاص داده شده در فاصله ۰ تا ۱ می باشد. سپس این مختصات نرمالیزه شده با ضرب کردن عاملی که مرتبط با ابعاد وسیله نمایش دهنده است می تواند به سیستم وسیله نمایش دهنده انتقال یابد. اینچنین رویه ای مخصوصا برای صفحات نمایش دهنده گرافیکی مفید است که درآن اندازه ترسیم باید به سرعت به گستره صفحه نمایش دهنده منطبق گردد.

[105] Device Coordinate System
[106] Ground Coordinates
[107] Map Coordinates
[108] Normalised Device Coordinates

۲ – ۶ – ۴ – دقت و توان تفکیک

صحت ترسیم وسایل خروجی معمولا به شکل تلرانسها توسط سازندگان مشخص می شود. صحت تعیین موقعیت ایستا بصورت توانایی تعیین موقعیت کردن یک ابزار در محدوده یک تلرانس مشخص شده مختصات ورودی یک نقطه تعیین می گردد. صحت پویا اشاره به بیشترین انحراف فرض شده میان یک خط بصورت واقعی ترسیم شده و تعریف عددی آن توسط مختصات ورودی می باشد. قابلیت تکرار بصورت توانایی تعیین موقعیت تکرار شده یک ابزار ترسیم کننده در هر نقطه برای خوشه بندی کردن در محدوده تلرانس مشخص تعریف می گردد.

توان تفکیک یک چاپگر به معنای کیفیت چاپ می باشد. در حالت روش ترسیم خطی توان تفکیک کوچکترین فاصله قابل دستیابی در امتداد یک محور میان دو نقطه ترسیم شده می باشد. ابزار ترسیم کننده نمی تواند در فواصلی کوچکتر از تلرانس تعیین موقعیت شود. در حالت ترسیم رستری توان تفکیک اندازه نقطه رستری را نمایش می دهد. بنابراین توان تفکیک ممکن است بسادگی بصورت یک اندازه یک نقطه یا بصورت تعداد کل نقاط (نقاط قابل آدرس دهی) برروی کل سطح ترسیم یا بصورت تعداد خطوط یا نقاط بر سانتی متر (یا بر اینچ[۱۰۹]) داده شود. برخی از پلاترهای رستری توان تفکیک قابل انتخاب دارند. مثالی را از یک چاپگر که دارای قدرت تفکیک 1400X720(dpi) میباشد، در نظر بگیرید. عدد اول نشانگر تعداد نقطه هایی میباشد که در خط افقی ارائه شده و دارای طول یک اینچ میباشد. بنابراین خط افقی یک اینچ از طول متشکل از 1400 نقطه خواهد بود. عدد دوم هم نشانگر تعداد نقطه هایی است که در خط عمودی ارائه شده و دارای طول یک اینچ می باشد. بنابراین خط عمودی یک اینچ از طول متشکل از 720 نقطه خواهد بود. خواهید فهمید که قدرت تفکیک بالاتر یک چاپگر نشانگر کیفیت بهتر و بالای یک چاپگر می باشد. قدرت تفکیک یک چاپگر خوب بالاتر از 600X600dpi خواهد بود.

خطاهای سیستماتیک پلاترها همیشه ممکن است بایکدیگر از طریق تبدیل مختصات نقشه به مختصات وسیله تصحیح گردند. یک کالیبراسیون کامل پلاتر برای این منظور باید انجام شود و نرم افزار پلات برای هر پلاتر مجزا مطابقت داده شود.

---

[109] dot per inch(dpi)

۲ – ۶ – ۵ – وسایل نسخه نرم

نامهای جایگزین برای این وسایل شامل پرده های ویدئو[۱۱۰]، پرده های گرافیکی[۱۱۱]، پرده های نمایش[۱۱۲] و مانتیور های نمایش[۱۱۳] هستند. دو نوع پرده های گرافیکی ممکن است قابل تفکیک می باشد:

- نمایش دهنده های ماتریسی[۱۱۴]
- تیوب های اشعه کاتدی[۱۱۵]

نمایش دهنده های ماتریسی شامل آرایه ای از عناصر هستند که می توانند بطور مجزا و رقومی آدرس دهی شده و روشن و خاموش گردند. عناصر در یک پنل مسطح بهم فشرده سرهم بندی می شوند. این عناصر دارای اندازه کوچکی (حدود ۰.۲ میلیمتر) هستند و وقتی روشن می شوند تابش می کنند. یک تصویر ممکن است بطور آنی توسط روشن نمودن عناصر در مکانهای مناسب در پنل ایجاد گردد.

تنوعی از تکنولوژیها از قبیل کریستالهای مایع، دیود های گسیل کننده نور، ترانزیستوریهای نازک فیلمی و غیره ممکن است استفاده شوند. اما پنلهای پلاسما بنظر می رسد که قابل اتکا باشد. در حقیقت آنها شامل آرایه ای از حباب های نئون ریزی هستند که بین دو پنلی که دارای الکترودهای افقی و قائم هستند قرار گرفته اند (شکل). هر حباب ممکن است با اعمال ولتاژهایی به الکترودهای افقی و عمودی مناسب روشن شود. تصویر در اینچنین پنلی تا اینکه عناصر عمدا خاموش شوند باقی می ماند. داده نمایش داده شده می تواند بطور انتخابی پاک شود، برای اینکه هر عنصر بصورت مجزا آدرس دهی می شود. پنل پلاسما نازک و شفاف است. اینها بطور قابل ملاحظه ای با تکنولوژی رقومی سازگار هستند.

تیوب های اشعه کاتدی بر اساس تکنولوژی با یک قرن قدمت استفاده می شوند. مونتیورهای کامپیوتر و تلویزیون های نسل گذشته از این تکنولوژی استفاده کرده اند.

---

[110] Video screens
[111] Graphic screens
[112] Display screens
[113] Display monitors
[114] Matrix display
[115] Cathode Ray Tubes (CRT's)

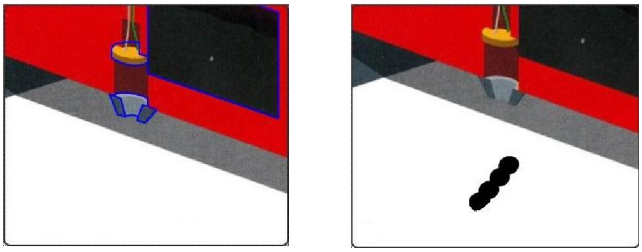
۲ – ۶ – ۶ – ترسیم کننده و چاپگرهای جوهر افشان

ممکن است که چاپگرهای جوهر افشان ، سیاه سفید و یا رنگی باشند. این نوع از چاپگرها یک چاپ دقیق را ارائه می دهند (هم در حالت رنگی و هم در حالت سیاه و سفید). برخی از مدل ها چاپ تصاویری را با کیفیت عکاسی مقدور می سازند. تکنولوژی جوهر افشان نه تنها برای چاپگرهایی به اندازه استاندارد (کاغذ dinA3 یا dinA4) مورد استفاده قرار می گیرند، بلکه برای پلاترها (کاغذ dinA0)هم استفاده می شوند.

برخی از معایب و مزیت های چاپگرهای جوهر افشان را می توان به صورت زیر بیان کرد:

- مزیت: خروجی با کیفیت رنگی این پرینتر ها کم هزینه بوده و باعث ایجاد نویزهای زیادی نمی شوند.
- عیب: کیفیت چاپ در چاپگرهای جوهر افشان پایین تر از چاپگرهای لیزری می باشد و همچنین کندتر عمل می کنند. با وجود این، چاپگرهای جوهر افشان یک روش کم هزینه برای چاپ نقشه های رنگی می باشند.

نحوه کار آن مطابق شکل زیر به این صورت می باشد که قطرات ریز جوهر از طریق یک نازل بر روی کاغذ انداخته می شود.



شکل : طرز کار چاپگر جوهر افشان (Pfiffner 1994)

۲ – ۶ – ۷ – چاپگرهای لیزری

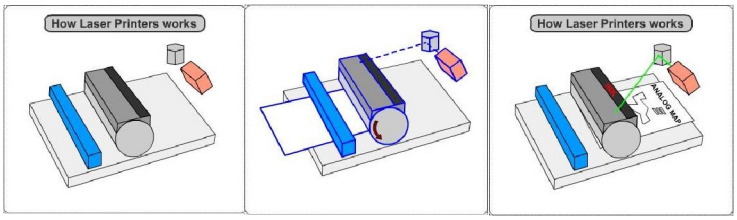
چاپگرهـای لیـزری دارای دقـت بسـیار بـالایی هسـتند، سـریع عمـل کـرده و هـم بـه صورت رنگی و هم سـیاه و سـفید عمـل مـی کننـد. امـا چاپگرهـای لیـزری گـران تـر از چاپگرهای جوهر افشان هستند.

برخی از معایب و مزایای چاپگرهای لیزری را میتوان به صورت زیر بیان کرد:

- مزیـت:کیفیـت چـاپ و سـرعت عمـل در چاپگرهـای لیـزری بسـیار بـالا مـی باشد به طوریکه می توانند در هر دقیقه ۲۵ صفحه چاپ کنند.
- عیب: چاپگرهای لیـزری عمـدتا بصـورت سـیاه و سـفید مـی باشـند ، چراکـه هزینه چاپگرهای لیزری رنگی بسیار بالا می باشد.

چاپگرهـای لیـزری کـار نشـر کـامپیوتری را انجـام میدهنـد و همیشـه پرسـرعت تـر و کم هزینه تر میباشند.

طرز کار چـاپگر لیـزری کـه در شـکل زیـر نشـانداده شـده بـه ایـن صـورت اسـت کـه یـک یـونیزه کننـده کاغـذ آنـرا بـا یونهـای مثبـت و یـونیزه کننـده اسـتوانه آنـرا بـا یونهای منفی باردار مـی کنـد. سـپس لیـزر بـا برخـورد بـه آینـه و بازتـاب از آن نقـاط معینـی از اسـتوانه را بصـورت مثبـت بـاردار مـی کنـد. در نتیجـه جـوهر تـونر بطـور منفی بـاردار شـده بـر روی قسـمتهایی از اسـتوانه کـه توسـط لیـزر بـاردار شـده قـرار می گیرد. با چرخش استوانه جوهر بر روی کاغذ ثبت می شود.



شکل : طرز کار چاپگر لیزری

۲ – ۶ – ۸ – سرعت چاپگر

سرعت چاپگر نشانگر سرعتی می باشد که چاپگر صفحات را با این سرعت چاپ می نماید. این سرعت در صفحه به ازای هر دقیقه[۱۱۶] بیان می شود. مثالی از یک چاپگر جوهر افشان را که دارای مشخصات زیر می باشد، در نظر بگیرید:

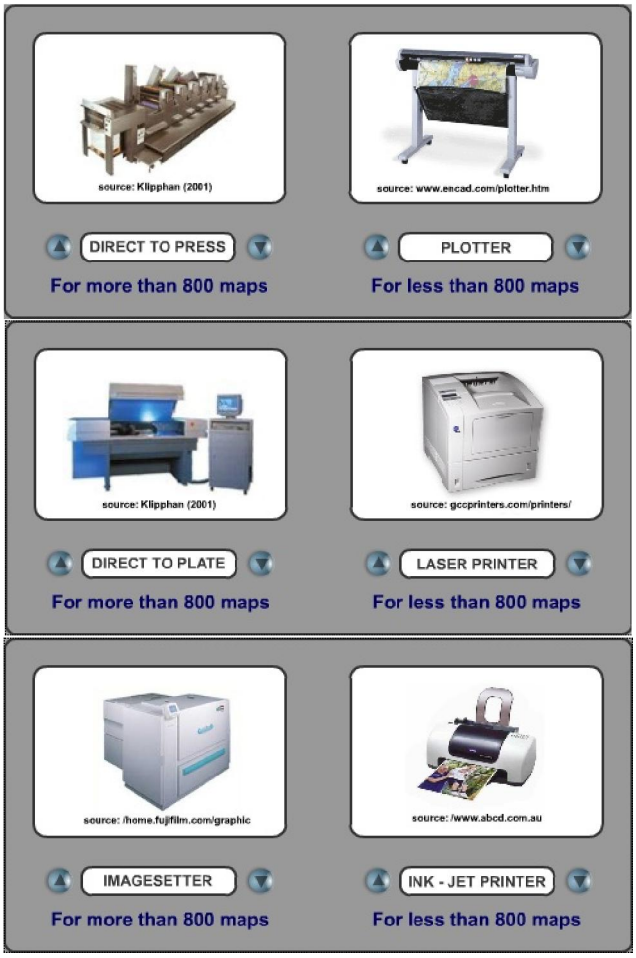
- سرعت چاپ در حالت سیاه سفید : 6ppm
- سرعت چاپ در حالت رنگی: 2ppm
- سرعت چاپ در حالت عکس: 1ppm

مقدار نخست بدین معناست که چاپگر متن را با سرعت 6 صفحه در هر دقیقه انجام میدهد. مقدار دوم بدین معناست که چاپگر متن رنگی را ، که ترکیبی از متن ها و نمودارها یا ترسیم ها میباشد، با سرعت دو صفحه در هر دقیقه انجام میدهد. مقدار سوم هم بدین معناست که چاپگر قادر به چاپ یک تصویر رنگی با سرعت یک صفحه در هر دقیقه میباشد.

ماشینهای چاپ

اگر نیاز به چاپ 800 نسخه و یا بیشتر از آن داشته باشید، چاپ آنها بوسیله انواع دستگاههای چاپ مطمئنا ارزان تر از ترسیمی خواهد شد که از طریق وسایل ترسیم کننده و یا چاپگرها صورت می گیرد. ماشین چاپ بایستی برای کار پرینت آماده شده باشد: کلیشه ایجاد شده و بر روی ماشین چاپ نصب شده باشد، گرچه نقطه عطف با اتوماتیک تر شدن دستگاه چاپ تغییر میکند ولی این امر برای کارهای موقتی مقرون به صرفه نخواهد بود. شکل زیر دستگاههای مختلف چاپ و انواع پرینتر ها و پلاترها را نشان می دهد

[116] Page Per Minute (ppm)



شکل : انواع دستگاههای چاپ، پلاترها و پرینترها

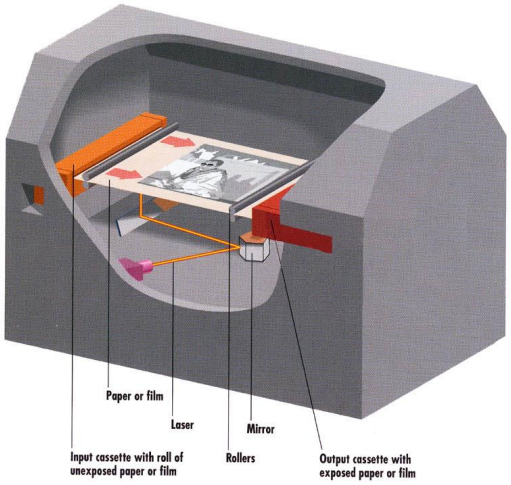
۲ – ۶ – ۹ – گذارنده های تصویر

گذارنده های تصویر[۱۱۷] اساسا از همان تکنولوژی استفاده می کنند که چاپگرهای لیزری بکار می برند، ولی به جای کاغذهای ساده و معمولی، بر روی کاغذهای حساس به نور با قدرت تفکیک بسیار بالاتری عمل چاپ را انجام می دهند. این فیلم ها توسط چاپگرها برای ایجاد کلیشه هایی مورد استفاده قرار می گیرند که منجر به ادامه کار دستگاه چاپ می شود.

[117] Imagesetter

انواع گذارنده هـای تصـویر تخـت مسـطح، چـرخ تسـمه ای و بـا اسـتوانه ای داخلـی و خارجی وجود دارند. در همـه ایـن گذارنـده هـای تصـویر ، نـوردهی هـا بـا اشـعه لیـزر و به صورت نقطه به نقطه در کـل بخـش نـوردهی شـده، انجـام مـی شـود. شـکل زیـر کار یک گذارنده تصویر چرخ تسمه ای را نشان می دهد.

اشعه لیزر به طور مستقیم به کاغذ یـا فـیلم حسـاس بـه نـور برخـورد مـی کنـد. فـیلم خـام بـدور غلتکـی در یـک کاسـت دارای شـکاف باریـک قـرار دارد. ایـن فـیلم در سراسرمسـیر اشـعه لیـزر بـا غلطـک هـای تسـمه ای کشـیده مـی شـود (Pfiffner 1994,p.140).



شکل : گذارنده تصویر

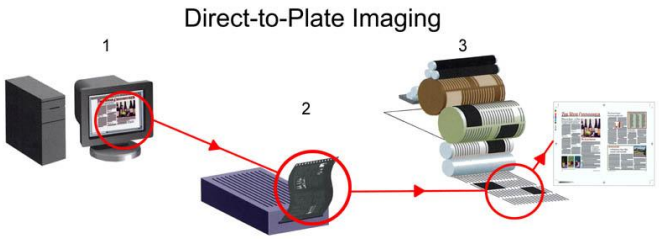
۲ – ۶ – ۱۰ – تصویر سازی با انتقال مستقیم به صفحه فلزی چاپ

تصـویر سـازی از طریـق انتقـال مسـتقیم بـه صـفحه فلـزی چـاپ[۱۱۸] زمـان و هزینـه ایجـاد نگاتیوهـای فـیلم را از طریـق تولیـد نمـودن صـفحه فلـزی چـاپ از داده هـای رقومی به صـورت مسـتقیم بـا اسـتفاده از دسـتگاهی بسـیار شـیبه بـا چـاپگر لیـزری، حذف می کند.

علـی رغـم حجـم سـرمایه گـذاری مـورد نیـاز، انتظـار میـرود کـه ایـن تکنولـوژی در شرکت های چاپ بیشتر و بیشتر مورد استفاده قرار گیرد.

[118] Direct to Plate

شکل زیر عملکرد سیستم تصویر سازی از طریق انتقال مستقیم به صفحه فلزی را نشان می دهد.



شکل : طرزکار سیستم های تصویر سازی از طریق انتقال مستقیم به صفحه فلزی (Pfiffner 1994)

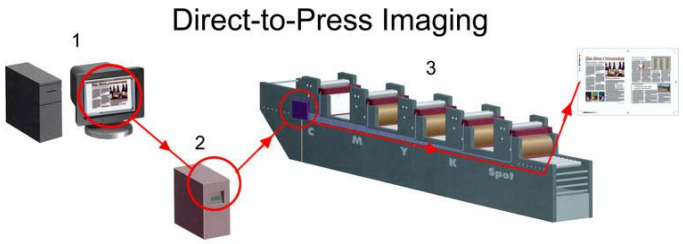
فایل های چاپی طوری آماده می شوند که برای خروجی نهایی فیلم آماده باشند(۱)، ولی به جای ارسال به یک گذارنده تصویر، این فایلها به یک سازنده صفحه ارسال می شوند(۲). این صفحه ساز همانند یک چاپگر لیزری عمل میکند ولی یک صفحه فلزی ویژه و حساس به نور را مورد استفاده قرار می دهد (Pfiffner 1994) تا صفحات چاپ کننده ای را تولید کنند که برای نصب بر روی ماشین چاپ بصورت مستقیم آماده هستند(۳).

۲ – ۶ – ۱۱ – تصویر سازی با انتقال مستقیم اطلاعات به چاپ

در تصویر سازی از طریق انتقال مستقیم اطلاعات به چاپ[۱۱۹] ، صفحات فلزی به صورت همراستا و در درون ماشین چاپ ایجاد می شوند: صفحات خالی بر روی ماشین چاپ نصب شده و سپس بصورت در جا تصویر ساخته می شود. داده های کار چاپ برای ایجاد صفحه چاپ از طریق فرایند مستقیم کار با سیستم مناسب تصویرسازی و مواد صفحه انجام می گیرد.

تصویر زیر عملکرد سیستم تصویر سازی از طریق انتقال مستقیم اطلاعات به چاپ را نشان می دهد.

[119] Direct to Press



شکل : طرزکار سیستم های تصویر سازی از طریق انتقال مستقیم به چاپ (Pfiffner 1994)

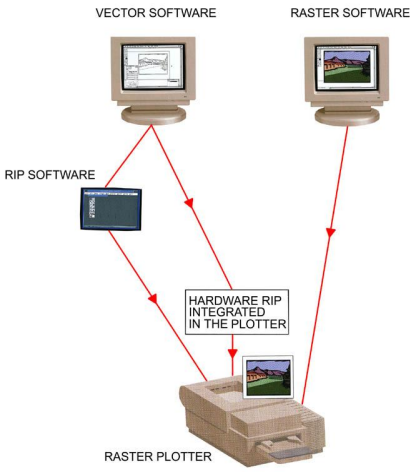
فایل های چاپی برای خروجی نهایی آماده می شوند (۱)، و به کامپیوتر چاپ برای پردازش کننده تصویر رستری[۱۲۰] (۲)ارسال می شوند که آن هم داده های مناسب برای هر رنگ را به سرهای تصویر ساز ارسال می نماید. صفحات خالی ویژه ای بر روی دستگاه چاپ نصب شده و سپس سرهای تصویر ساز علائم را بر روی صفحات می نویسند" (Pififfner 1994) (۳).

۲ – ۷ – پردازش کننده تصویر رستری

نقشه سازی پویا را می توان به عنوان نقشه سازی پیش گستری در نظر گرفت که به قدر کفایت برای ارائه از طریق واسط مجرد منسجم شده است و یا از طریق برنامه ای مجرد ویرایش شده است. هدف از کاوش داده های ویژه از طریق نقشه سازی پویا ، نمایش اطلاعات نامعلوم می باشد که عمدتا از طریق درجه بالایی از تعامل انسانها انجام می گیرد، انیمیشین یک مولفه مهم برای آشکارسازی داده می باشد. ولی کاوش داده فضایی هم ممکن می باشد.

تصویر از طریق پردازش کننده تصویر رستری (سخت افزار یا نرم افزار) به بردار تبدیل می شود تا برای چاپگر قابل خواندن باشد. در حالیکه چاپگر می تواند تصویر رستری را به طور مستقیم بخواند.

[120] Raster Image Processor (RIP)



شکل : پردازش کننده RIP (Pfiffner 1994)

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

فصل هفتم

نمایش رنگها بر روی نقشه

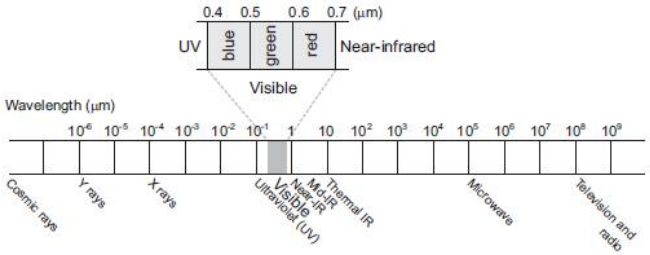
۲ – ۱ – مقدمه

توصیف رنگ در کارتوگرافی مهم است برای این که در طراحی و ساخت نقشه مشخصه های رنگی نماد ها باید مشخص شوند. یک نقشه بوسیله بازتاب نور از سطح کاغذی که بر روی آن نقش بسته یا عبور نور از فیلمی که بر روی آن ثبت شده و یا انتقال نور تابش شده از صفحه نمایش دهنده می تواند دیده شود. پرتوهای نور رسیده به چشم ترکیبی از رنگهای اصلی کاهشی و یا افزایشی هستند. از طرف دیگر یکی از متغیرهای بینایی در ساخت نقشه رنگ می باشد. هر رنگ می تواند به وسیله توالی اعداد نشان داده شود. این اعداد به فضای رنگی معینی ارجاع می گردد. برخی از فضاهای رنگی برای توصیف رنگها در صفحه های نمایش دهنده و بعضی دیگر توصیف کننده رنگهای مورد استفاده در چاپ می باشند. بنابراین در این فصل در مورد فضاهای توصیف رنگ که در ساخت و دیدن نقشه دخالت دارند بحث می گردد.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

۲ – ۲ – نور

نور متشکل از انرژی تابشی در قسمت مرئی طیف الکترومغناطیسی است که بین ۳۸۰ و ۷۷۰ نانومتر می باشد (شکل زیر). نور با سرعت ۳۰۰۰۰۰ km/s در اتمسفر ، خلاء و از میان اشیاء عبور می کند.

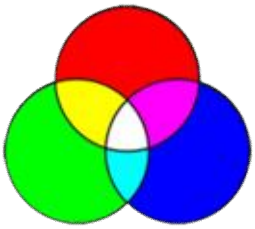


طیف بینایی

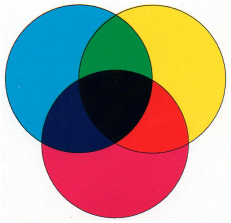
طول موجهای مختلف تابش الکترومغناطیس قدرت نفوذ متفاوت دارند. واژه ای که اغلب برای طول موجهای همسایه نیز استفاده می شود مثلا نور ماوراء بنفش. نور روز نور طبیعی است که بعنوان نور سفید تلقی می شود، و تابش در همه طول موجها در طیف مرئی را دربرمی گیرد. طول موجها در قسمتهای مختلف نور مرئی به صورت رنگهای مختلف دریافت می شوند. نور انعکاس داده شده یا عبور داده شده بوسیله اشیاء طبیعی بندرت از نظر رنگی خالص هستند و احساس یک رنگ ویژه بطور طبیعی در اثر حضور طول موج حاکم است. برخی رنگهای دریافت شده در طیف مرئی وجود ندارند اما ترکیبی از دو یا چند طول موج حاکم می باشند. اگرچه منبع نور برای زمین نور طبیعی خورشید است، اما نور همچنین می تواند بوسیله گرم کردن مواد برای آوردن آنها در محدوده تابش نور مرئی تولید شود. برخی از منابع نور مصنوعی طیف پیوسته گسیل نمی کنند بلکه فقط در خطوط مشخص یا باند مشخصی نور گسیل می کنند. این منابع بطور طبیعی برای دیدن استفاه نمی شوند ولی در برخی از پردازش های تکثیر گرافیکی مهم می باشند.

۲ – ۳ – رنگهای اصلی افزایشی و کاهشی

هر نوع رنگ دلخواه با آمیختن سه مقدار نشاندهنده مقدار نورهای قرمز (R)، سبز(G) و آبی (B) به وجود می آید. این رنگها رنگ های اصلی افزایشی نامیده شده و جمع آنها رنگ سفید را تشکیل می دهد. فضای رنگی RGB یک الگوی رنگی افزایشی و یک مدل متداول رنگی برای گرافیک کامپیوتر است.



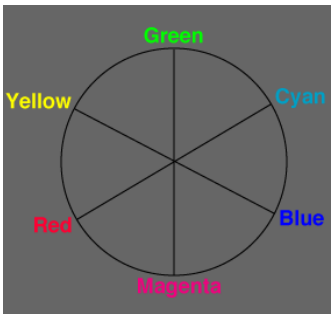
رنگهای اصلی افزایشی



نگ ها صا اهش

فضاهای رنگی دیگری مانند HSV (رنگ، درصد اشباع و مقدار خاکستری[۱۲۱] یا درخشندگی) وجود دارند که برای توصیف رنگ در گرافیک های کامپیوتر استفاده می شوند. دیدن رنگ بر روی کاغذ به بازتاب نور از سطح نقشه کاغذی چاپ شده بستگی دارد. فضای رنگی CMY (K) (آبی آسمانی، صورتی، زرد، مشکی[۱۲۲]) یک الگوی رنگی کاهشی است که برای توصیف رنگهای مورد استفاده در چاپ نقشه ها بکار می رود. بازتاب کلی نور از سطح نقشه کاغذی چاپ شده به خود کاغذ بستگی دارد و برای یک نقشه چاپ شده معمولی ماکزیمم بازتاب از سطح سفید کاغذ حدود ۸۲٪ نور فرودی است. در چاپ و تولید یک تصویر رنگی اگر از سه رنگ اصلی کاهشی استفاده شود به عنوان چاپ سه رنگ ولی اگر سیاه نیز به آن اضافه شود چاپ چهار رنگ نامیده می شود. نور بازتاب یافته فقط دارای طول موج های مربوط به رنگ دانه های رنگی می باشد. دایره رنگی زیر رنگ های اصلی کاهشی و افزایشی را نشان می دهند:

[121] Hue, Saturation, Value or Brightness (HSB)
[122] Cyan, Magenta, Yellow, Black



نگ ها صا فز ش اهش

آبی آسمانی= سبز+ آبی

صورتی= آبی + قرمز

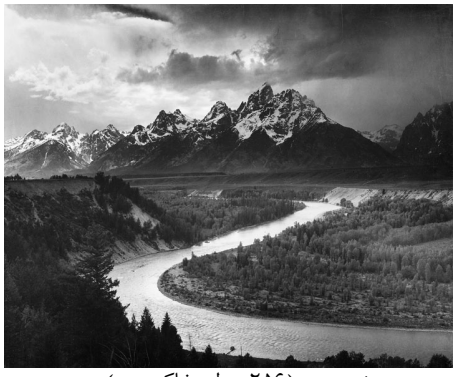
زرد = سبز + آبی

این رنگ ها برای نورهای بازتاب یافته استفاده می شوند. اگر این سه رنگ باهم ترکیب شوند رنگ سیاه را نتیجه می دهند. برای پیدا کردن طول موج نور رنگ مرکب از دستگاهی به اسم اسپکتروفتومتر استفاده می گردد.

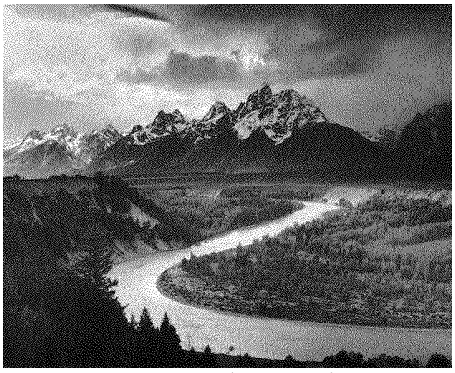
تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

۲ – ۴ – عمق رنگ

عمق رنگ در تصویر به همه رنگ های ممکن برای نمایش یک تصویر بر روی صفحه نمایش دهنده بستگی دارد. یک بیت واحد بنیادی مورد استفاده در محاسبات و عملیات کامپیوتری است. یک بیت[۱۲۳] تنها به طور طبیعی می تواند دو حالت ۰/۱ یا درست/ نادرست[۱۲۴] را ارائه دهد. در مورد رنگ ها یک بیت اجازه تمایز دو رنگ مختلف را می دهد که اغلب بصورت سیاه و سفید در نظر گرفته می شوند. با n بیت می توان ۲^n رنگ را تولید نمود. برای مثال چهار بیت اجازه ارائه ۱۶ رنگ مختلف را می دهد. بنابراین عمق رنگ[۱۲۵] در یک تصویر می گوید که چه تعداد رنگ برای بصری سازی تصویر استفاده می شود.



هشت بیت (۲۵۶ سطح خاکستری)



یک بیت (سیاه و سفید)

شکل زیر عمق های رنگ معمول را نشان می دهد:

[123] bit
[124] True/False
[125] Color depth

هشت بیت (Grayscale)
تعداد رنگهای قابل نمایش ۲۵۶

یک بیت (سیاه و سفید) تعداد رنگهای قابل نمایش ۲

۱۶ بیت، ۵بیت برای رنگ های سبز و قرمز و ۶ بیت برای آبی (High color)
تعداد رنگهای قابل نمایش ۶۵۵۳۶

۲۴ بیت، ۱ بایت برای هر رنگ (True color)
تعداد رنگهای قابل نمایش ۱۶۷۷۷۲۱۶

۳۲ بیت، ۱ بایت برای هر رنگ و α که شامل مقادیری برای شفافیت پیکسل است (True color with 8-bit channel) تعداد رنگهای قابل نمایش α +۱۶۷۷۷۲۱۶

برای هر رنگ اصلی (مثل قرمز- سبز و آبی) اغلب یک بایت[۱۲۶] (یک بایت مرکب از ۸ بیت است) مورد استفاده قرار می گیرد. بنابراین محدوده هر رنگ $۲^{۸}$=۲۵۶ است که از ۰ تا ۲۵۵ می باشد، که در آن ۰ نمایانگر کمترین شدت

[126] byte

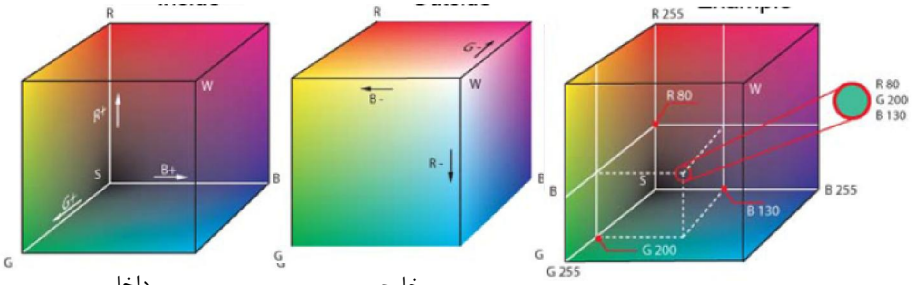
نـور و ۲۵۵ نمایـانگر بـالاترین شـدت مـی باشـد. در نتیجـه، بـا ترکیـب همـه رنـگ هـای اصـلی $۲^{۸}$*$۲^{۸}$*$۲^{۸}$ یـا ۱۶.۷۷۷.۲۱۶ = ۲۵۶*۲۵۶*۲۵۶ رنـگ مختلـف مـی تواند تولید شود.

۲ – ۵ – مکعب رنگی

بـرای اینکـه در گرافیـک کـامپیوتر بـویژه یـک بایـت بـرای هـر رنـگ اصـلی بعنـوان عمـق رنـگ اسـتفاده مـی شـود، اعـداد ۰ تـا ۲۵۵بـرای رمزگـذاری رنـگ هـا از یـک رنـگ اصـلی بـه کـار مـی رونـد کـه در آن ۰ نمایـانگر کمتـرین شـدت نـور و ۲۵۵ نمایـانگر بـالاترین شـدت مـی باشـد. کـد RGB بعضـی رنـگ هـای مهـم در زیـر لیست شده است:

- سیاه (۰و۰و۰)
- سفید (۲۵۵و۲۵۵و۲۵۵)
- قرمز (۰و۰و۲۵۵)
- سبز (۰و۲۵۵و۰)
- آبی (۲۵۵و۰و۰)

تصاویر زیر چگـونگی انجـام کـد سـازی رنـگ هـا در فضـای رنـگ RGB بـا اعـداد ۰ تا ۲۵۵ را نشان می دهد. رنگ های خاکستری در قطر مکعب هستند.



داخل خارج مثال

بطور جـایگزین رنـگ هـا مـی تواننـد بـا اسـتفاده از مفهـوم شـانزده گـان[۱۲۷] توصـیف شـوند. در ایـن حالـت محـدوده مقـادیر از 00 تـا FF مـی باشـد کـه در آن 00

[127] hexadecimal

نمایانگر کمترین شدت نور و FF نمایانگر بالاترین شدت می باشد. کدهای RGB شانزده گان رنگهای مهم به شرح زیر هستند:

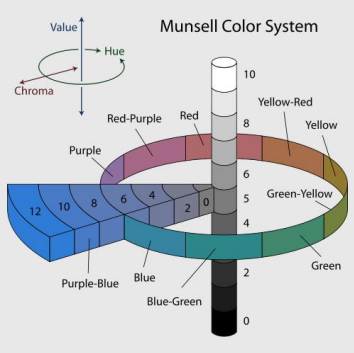
- سیاه #000000
- سفید #FFFFFF
- قرمز #FF0000
- سبز #00FF00
- آبی #0000FF

۲ – ۶ – سیستم توصیف رنگ مانسل

سیستم ترتیب رنگ مانسل بر اساس یک مدل سه بعدی نشان داده شده در درخت رنگی مانسل می باشد. هر رنگ دارای سه کیفیت یا توصیف به شرح زیر است:

- Value درخشندگی یا تاریکی یک رنگ
- Hue یا رنگ از قبیل قرمز، نارنجی، زرد و غیره
- Chroma به معنی اشباع یا درخشندگی یک رنگ

به Value،Hue و Chroma بصورت HVC نیز ارجاع می گردد.



سیستم توصیف رنگ مانسل

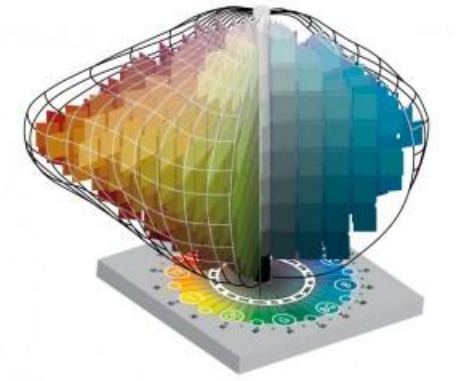
سیستم توصیف رنگ مانسل بصورت یک مقیاس عددی با مراحلی که برای هر کدام از سه توصیف بصورت بصری یکنواخت است، تنظیم می گردد. در مفهوم رنگی مانسل هر رنگ یک رابطه منطقی و بصری با همه رنگهای دیگر دارد.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

۲ – ۶ – ۱ – فضای رنگی مانسل

توصیف های نوع رنگ[۱۲۸]، مقدار خاکستری[۱۲۹] و کروما[۱۳۰] مانسل بصورت مستقل از یکدیگر تغییر می کنند بطوریکه همه رنگها می توانند بر طبق سه توصیف در یک فضای سه بعدی چیده شوند. رنگهای خنثی در امتداد یک خط عمودی با سیاه در پایین و سفید در بالا و همه خاکستریها بین آنها، که محور خنثی نامیده شده ، قرار می گیرند. رنگهای مختلف در زوایای گوناگون اطراف محور خنثی نمایش داده می شوند. درجه کروما عمود به محور با افزایش بسمت خارج است. مثلا رنگ5B8/4 نشان دهنده یک رنگ آبی خالص با سطح خاکستری بالا و در صد اشباع رنگی پایین می باشد. سیستم. این چینش سه بعدی رنگها فضای رنگی مانسل نامیده می شود.

همه رنگها در محدوده یک ناحیه خاص از فضای رنگی مانسل که جامد رنگی مانسل نامیده شده قرار می گیرد. رنگ به دور دایره محدود می شود. درجه مقدار در پایین به سیاه محض، که نهایت سیاهی است که یک رنگ می تواند باشد، و در بالا سفید محض، که نهایت روشنی است که رنگ می تواند باشد، محدود می شود.



سیستم توصیف رنگ مانسل

حتی با عاملهای رنگ کننده از نظر تئوری ایده ال، به ازای یک مقدار خاکستری معین، حدی برای کرومایی که ممکن است وجود دارد. عامل های رنگ کننده واقعی با ویژگیهای کمتر ایده ال، محدودیت های بیشتری به نمایش های فیزیکی جامد رنگ تحمیل می کنند. سیستم های سفارش رنگ مانسل برای همه رنگهای ممکن قابل

[128] hue
[129] value
[130] chroma

کاربرد است. رنگهای زرد با بیشترین کروما مقادیر نسبتا بالایی دارند، در حالی که رنگهای آبی با بیشترین کروما مقادیر کمتری دارند.

۲ – ۶ – ۲ – نوع رنگ مانسل

نوع رنگ توصیفی از یک رنگ است که بوسیله آن قرمز را از سبز ، آبی را از زرد متمایز می کنیم. یک ردیف طبیعی از رنگها که عبارت است از قرمز، زرد، سبز، آبی، بنفش وجود دارد. می توان رنگهای نقاشی رنگهای مجاور در این سری از رنگها را باهم مخلوط نمود و یک تغییر پیوسته ای از یک رنگ به رنگ دیگر را بدست آورد. مثلا ممکن است قرمز و زرد با هر نسبتی با هم مخلوط شوند تا همه رنگهای از قرمز تا زرد را از طریق نارنجی بدست آورد. همین مطلب در مورد زرد و سبز، سبز و آبی، آبی و بنفش، و بنفش و قرمز می تواند گفته شود. این سریها به نقطه شروع برمی گردد، بطوریکه می تواند بدور یک دایره چیده شود. مانسل قرمز، زرد، سبز، آبی و بنفش را نوع رنگهای اصلی نامید و آنها را در فواصل مساوی بدور دایره قرار داد. او با ساختن ده نوع رنگ در کل، پنج نوع رنگ میانی زرد-قرمز، سبز-زرد، آبی-سبز، بنفش-آبی و قرمز-بنفش را نیز وارد نمود. برای ساده سازی از حروف اول واژه های انگلیسی نوع رنگ بعنوان نمادهایی برای تخصیص دادن ده قطاع دور دایره به نوع رنگ ها که عبارتند از R ، YR ، Y ، GY ، G ، BG ، B ، PB ، P و RP استفاده کرد.

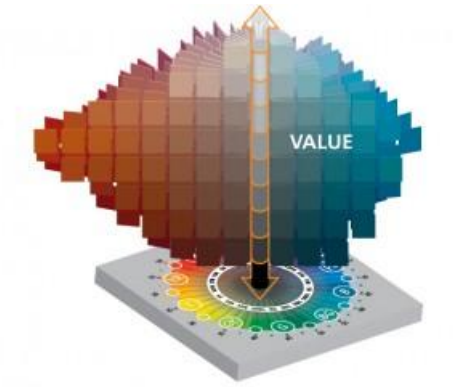
توصیف نوع رنگ مانسل

مانسل دایره نوع رنگ را بصورت دلخواه به صد نوع رنگ با تغییربصری مساوی نوع رنگ تقسیم نمود که در آن نقطه صفر همانطوریکه در شکل بالا نشان داده شده در شروع

بخش قرمز است. رنگ ممکن است بوسیله اعداد از صفر تا ۱۰۰ همانطوریکه در دایره بیرونی نشان داده شده، شناسایی شوند. اینکار ممکن است برای ثبت های آماری، فهرست نمودن و برنامه نویسی کامپیوتری مفید باشد. اما معنی زمانی واضح تر می شود که نوع رنگ بوسیله بخش نوع رنگ و مرحله، با مقیاسی از ده، در محدوده آن بخش شناسایی شود. مثلا نوع رنگ در وسط بخش قرمز "پنج قرمز" نامیده شده و بصورت "5R" نوشته می شود. (مرحله صفر استفاده نمی شود، بطوریکه یک نوع رنگ 10R وجود دارد، در صورتیکه 0YR وجود ندارد.) این شیوه شناسایی نوع رنگ در دایره داخلی نشان داده شده است.

۲ – ۶ – ۳ – مقدار خاکستری مانسل

مقدار خاکستری نشاندهنده روشنی یک رنگ است. درجه خاکستری از صفر برای سیاه محض تا ۱۰ برای سفید محض تغییر می کند. سیاه، سفید و خاکستریهای بین آنها همانطوریکه در شکل نشانداده شده "رنگهای خنثی[۱۳۱]" نامیده می شوند. آنها دارای نوع رنگ نمی باشند. رنگهایی که دارای نوع رنگ هستند "رنگهای رنگی[۱۳۲]" نامیده می شوند. درجه مقدار خاکستری برای رنگهای رنگی به همراه رنگهای خنثی بکاربرده می شود.

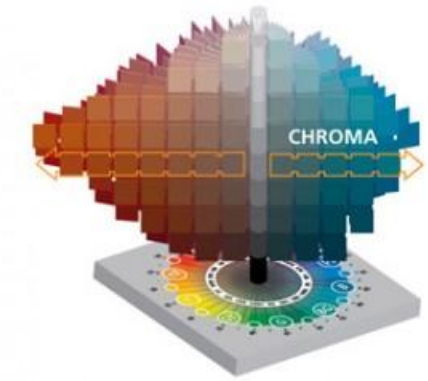


توصیف مقدار خاکستری مانسل

[131] Neutral colors
[132] Chromatic colors

۲ – ۶ – ۴ – کروما مانسل

کروما درجه عزیمت یک رنگ از رنگ خنثی با همان مقدار خاکستری رنگ می باشد. رنگهای با کروما پایین گاهی اوقات "ضعیف" نامیده شده درحالیکه رنگهای با کروما بالا (همانطوریکه در شکل نشان داده شده) "بسیار اشباع شده"، "قوی" یا "زنده" گفته می شوند. تصور کنید یک رنگ قرمز زنده را با یک رنگ خاکستری که دارای همان درجه خاکستری رنگ قرمز زنده است کم کم به مرور زمان مخلوط می کنیم. اگر با خاکستری شروع کردید و بطور تدریجی قرمز اصافه نمودید تا رنگ قرمز زنده بدست آمد، سریهایی از رنگهای بطور تدریجی تغییر کننده افزایش کروما را به نمایش می گذارند.



توصیف کروما مانسل

درجه بندی کروما که تعین می شود باید بطور بصری یکنواخت باشد و بسیار نزدیک به این وضعیت نیز هست. واحدها ثابت هستند. درجه بندی از صفر، برای رنگهای خنثی، شروع شده، اما هیچ پایان دلخواهی برای آن وجود ندارد. به محض اینکه یک ماده رنگی جدید موجود می گردد، تراشه های رنگی مانسل با کروما بالا برای بسیاری از نوع رنگها و مقادیر خاکستری ساخته شده اند. درجه کروما برای مواد بازتاب دهنده معمولی در بعضی از حالات از ۲۰ هم فراتر می رود. مواد فلوئورسانس ممکن است دارای کروماهایی به بزرگی ۳۰ باشند.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

۲ – ۷ – سیستم های رنگ کمیسیون بین المللی برای روشنایی

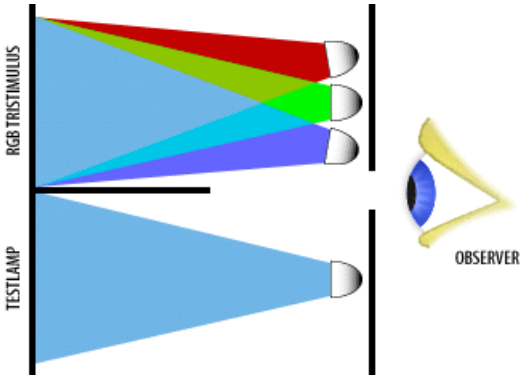
کمیسیون بین المللی برای روشنایی[۱۳۳] بعنوان یک هیئت بین المللی مستقل در سال ۱۹۱۳ تاسیس شد. این کمیسیون یک کمیته فنی با عنوان بینایی و رنگ دارد که در خصوص رنگ سنجی و تهیه استانداردهای مرتبط با آن فعالیت می کند. مدل رنگی توسعه داده شده توسط کمیسیون کاملا مستقل از هر وسیله یا ابزار گسیل یا بازتولید است و براساس این است که چطور انسانها تا حد ممکن نزدیک رنگ را دریافت می کنند. المانهای کلیدی مدل CIE تعریف منابع استاندارد و خصوصیات برای یک مشاهده کننده استاندارد است.

منابع استاندارد شامل منبع A که یک لامپ با فیلامان تنگستن با درجه حرارت رنگ ۲۸۵۴ کلوین است و منبع B که مدلی از نور ظهر خورشید با درجه حرارت ۴۸۰۰ کلوین است و منبع C که مدلی از متوسط نور روز با درجه حرارت ۶۵۰۰ درجه کلوین است، می باشد. بعلاوه CIE یک سری از روشنایی های نور روز را تعریف کرده است که سریهای D نورروز نامیده می شود. این سریها با درجه حرارت ۶۵۰۰ درجه کلوین بیشترین مراجعه را داشته است.

مشاهده کننده استاندارد ترکیبی متشکل از گروه های کوچک افراد (۱۵-۲۰) می باشند که نماینده دید رنگی انسان معمولی می باشند و از تکنیک مطابقت دادن رنگها با یک مقدار معادل سه محرکی[۱۳۴] RGB استفاده می کند. مشاهده کننده یک پرده با ۱۰۰٪ بازتاب (یعنی سفید خالص) که به دو قسمت شده را نگاه می کند. در نصف آن یک لامپ آزمایش یک رنگ طیفی خالص را بر روی پرده می افکند. در نیمه دیگر سه لامپ مقدارهای گوناگونی از نور قرمز، سبز و آبی را گسیل می کنند که سعی می شود با نور طیفی گسیل شده توسط لامپ آزمایش مطابقت داشته باشد. مشاهده کننده پرده را از طریق یک روزنه مشاهده کرده و تعین می نماید چه وقت دو نیمه پرده تقسیم شده

[133] Comission Internationale de l'Eclairage (CIE)
[134] tristimulus

یکسان هستند. از این راه مقادیر معادل سه محرکی RGB برای هر رنگ مجزا می تواند بدست آید.



مشاهده کننده در سیستم CIE

اختلاف مشاهده گرهای استاندارد در سال ۱۹۳۱ و ۱۹۶۴ در این بود که در سال ۱۹۳۱ میدان دید مشاهده گرهای استاندارد ۲ درجه بود که در بسیاری از حالات ناکافی بوده و در سال ۱۹۶۴ به ۱۰ درجه برای گرفتن مقادیر سه محرکی که حساسیت شبکه ای پهن تری را بازتاب می دهد، گسترش یافته است.

۲-۷-۱- مدلهای *CIE*

بخاطر موانع وسعت[۱۳۵]، مدل رنگی RGB نمی توانست همه نور طیفی را بدون معرفی نمودن اثر مقادیر منفی RGB (این مقادیر بوسیله مخلوط نمودن نور سبز، قرمز یا آبی با لامپ آزمایش در زمانهای لازم انجام شد) بازتولید نماید. CIE فکر کرد که سیستمی که از مقادیر منفی استفاده نماید نباید بعنوان یک استاندارد بین المللی قابل قبول باشد. بر این اساس، آنها مقادیر سه محرکی RGB را به مجموعه ای متفاوت از همه مقادیر سه محرکی مثبت که XYZ نامیده شد، منتقل کردند، که اولین مدل رنگی CIE را شکل داد. از این مدل مدلهای دیگر در پاسخ به علائق گوناگون بدست آمدند.

[135] gamut

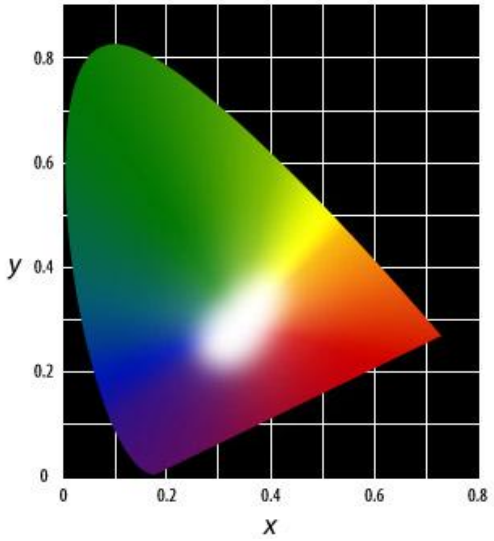
۲ – ۷ – ۲ – مدل *CIEXYZ*

همانطوریکه قبلا گفته شد مقادیر سه محرکی RGB برای ایجاد مدل رنگی استاندارد شده مناسب نبودند. در عوض، آنها یک فرمول ریاضی برای تبدیل نمودن داده های RGB به سیستمی بکار بردند که فقط اعداد صحیح مثبت را بعنوان مقادیر استفاده می کند. این مقادیر مستقیما با مقادیر RGB مطابق نیستند، اما تقریبا به این صورت می باشند. منحنی مقدار سه محرکه Y برابر با منحنی نشاندهنده پاسخ چشم انسان به توان کلی منبع نور می باشد. به این دلیل مقدار Y عامل روشنایی[۱۳۶] نامیده شده و مقادیر XYZ طوری نرمالیزه شده که Y همیشه مقداری از ۱۰۰ دارد.

بدست آوردن مقادیر سه محرکی XYZ فقط بخشی از تعریف کردن رنگ است. رنگ خودش به آسانی بر حسب نوع رنگ و کروما (با استفاده از واژه های مانسل) فهمیده می شود. برای ممکن ساختن این امر، CIE مقادیر سه محرکی XYZ را برای فرموله نمودن مجموعه جدیدی از مختصات رنگی[۱۳۷] که با xyz نشان داده شده، استفاده نمود. لازم بذکر است که مقایر سه محرکی رنگی XYZ همیشه با حروف بزرگ و مختصات رنگی xyz همیشه با حروف کوچک نشان داده می شوند.

مختصات رنگی همیشه در ارتباط با یک دیاگرام رنگی استفاده می شوند که معروفترین آن دیاگرام رنگی xyY سال ۱۹۳۱ CIE به شکل زیر می باشد.

[136] Luminance factor
[137] Chromaticity coordinates

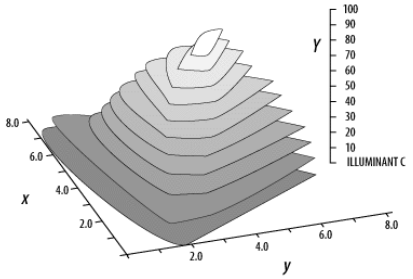


دیاگرام رنگی xyY سال ۱۹۳۱ CIE

فضای نعل اسبی شکل رنگی در یک شبکه با استفاده از مختصات رنگی x و y بعنوان مکان قرار گیری هر مقدار از نوع رنگ و کروما تنظیم می شود. این مطابق با خود رنگ (مثلا نارنجی مایل به قرمز) و میزان پری رنگ یا اشباع است. مختصه z استفاده نمی شود، اما می تواند از دو مختصه دیگر استنتاج گردد، چون مجموع هر سه مختصه همیشه یک است. نقطه سفید در دیاگرام مکان روشنایی را نشان می دهد.

بعد سوم بوسیله مقدار سه محرکی Y نشان داده می شود. همانطوریکه قبلا اشاره شد این مقدار نشاندهنده روشنایی یا درخشندگی رنگ است. درجه Y از نقطه سفید بر روی خطی عمود بر صفحه تشکیل شده بوسیله x و y از ۰ تا ۱۰۰ می باشد. طیف کامل رنگ در ۰ جایی که نقطه سفید با روشن کننده CIE C برابر است، وجود دارد. همانطوریکه مقدار Y افزایش می یابد و رنگ روشن تر می شود، محدوده رنگ یا وسعت کاهش می یابد طوریکه فضای رنگ در ۱۰۰ فقط نقره فامی از ناحیه اصلی است.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری



مختصه Y در دیاگرام رنگی xyY

با استفاده از مقادیر xyY هر دو رنگ می توانند برای تعین اینکه آیا آنها با هم جور هستند، که هدف کلی استانداردهای CIE است، مقایسه گردند. باید توجه گردد که CIE این سیستمها را برای توصیف رنگها یا تولید یک خط نمونه برای استفاده در تولید رنگ ایجاد نکرده است.

استفاده از دیاگرام رنگی بعنوان نقشه ای برای نشان دادن روابط بین رنگها ممکن نیست. دیاگرام یک نمایش مسطح می باشد از آنچه که واقعا یک رویه منحنی است. بنابراین شبیه نقشه جهان در تصویر مرکاتور، تا حدودی از نظر دیداری در ارتباط با یکدیگر دارای اعوجاج هستند. رنگهایی با مقادیر مساوی ظاهر متفاوت در قسمت سبز بیشتر از یکدیگر جدا هستند تا رنگهایی با مقادیر مساوی ظاهر متفاوت که در قسمت قرمز یا بنفش هستند. برای حل مشکل درجه بندی غیر یکنواخت رنگ، CIE دو دیاگرام یکنواخت متفاوت که استاندارهای سال ۱۹۷۶ برای CIELUV و CIELAB شدند را پذیرفت.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

فصل سیزدهم

جنرالیزاسیون

۲ – ۳ – مقدمه

تمام پدیده های روی زمین را نمی توان عیناً برروی نقشه آورد، چون فضای نقشه محدود است و نمایش عوارض بر روی نقشه با ابزار و عناصر گرافیکی انجام می گردد که همین کار نیز به محدودیت ارائه بر روی نقشه می افزاید. کاهش مقیاس از نقشه منبع به یک نقشه هدف منجربه رقابتی برای فضای میان عوارض نقشه شده که این رقابت بوسیله دو اثر انباشته موجب شده که عبارتند از:

در یک مقیاس کاهش یافته، فضای کمتری بر روی نقشه برای قرار دادن نمادهای نمایش دهنده نقشه موجود است، در حالیکه همزمان، اندازه نماد نسبت به زمینی که نماد پوشش می دهد افزایش می یابد برای اینکه روابط اندازه و خوانایی حفظ گردد.

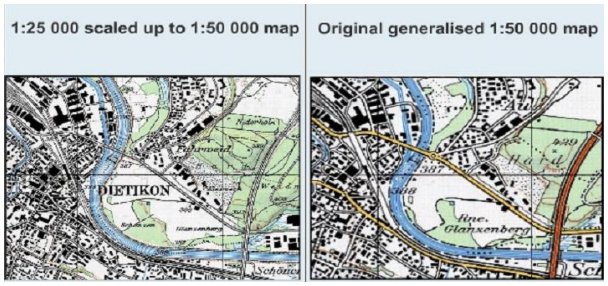
بنابراین محدودیت فضای موجود بر روی نقشه و محدودیت نمایش گرافیکی موجب می گردد برای ارائه اطلاعات بر روی نقشه از جنرالیزاسیون استفاده گردد.

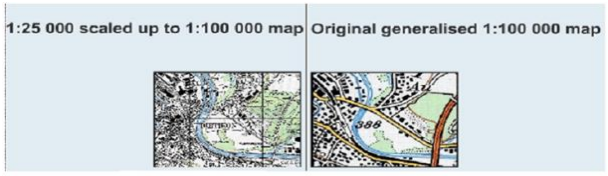
انجمن بین المللی کارتوگرافی جنرالیزاسیون نقشه را بصورت "انتخاب و نمایش ساده شده جزئیات متناسب با مقیاس و /یا هدف نقشه" تعریف می کند. بطور عمومی تر هدف جنرالیزاسیون تامین اطلاعات در سطحی از محتوا و جزئیات است که با اطلاعات لازم برای استدلال صحیح جغرافیایی مطابقت داشته باشد. در سالیان گذشته

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

جنرالیزاسیون خودکار نقشه پیشرفت های قابل ملاحظه ای کرده است. فرآیند جنرالیزاسیون ابزاری کاملا" ضروری و توانمند برای اطلاعات مکانی است که امروزه در کارتوگرافی و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده می شود.

شکل های زیر نشان دهنده تفاوت های میان نقشه ها برای شناخت ضرورت بهترجنرالیزاسیون درکارتوگرافی می باشد.





برای انجام جنرالیزاسیون باید بدانیم که چه نیازهایی را می خواهیم برطرف کنیم. برای انجام جنرالیزاسیون اطلاع از تراکم، تنوع و توزیع اطلاعات مکانی و جغرافیایی ضروری می باشد. برای نمایش اطلاعات مکانی جنرالیزه شده دانستن قوانین و قواعد برای

نمایش اطلاعات به صورت خوانا بر روی نقشه به منظور درک و فهم آن لازم می باشد. همچنین زمان لازم برای انجام جنرالیزاسیون و روش های انجام آن (مثل جنرالیزاسیون دستی، اتوماتیک یا نیمه اتوماتیک) و مقیاسی کوچکتر از مقیاس نقشه اولیه از جمله ورودیهای مهم برای انجام فعالیتهای جنرالیزاسیون می باشد.

عوامل کنترل کننده جنرالیزاسیون

مقیاس نقشه تنها عاملی نیست که جنرالیزاسیون نقشه را تحت تاثیر قرار می دهد. مشخصه های نقشه یکی از عوامل کنترل کننده جنرالیزاسیون می باشد. وقتی که به یک نقشه نگاه می کنیم که نمایش دهنده منظره ای بر روی یک نقشه توبوگرافی یا الگو یا توضیحی بر روی نقشه موضوعی باشد ، یک احساس دیداری از عوارض نمایش داده شده بر روی آن نقشه خواهیم داشت.

در یک نقشه توپوگرافی ممکن است منظره ای را ببینیم که دارای عوارض بزرگی است مثل راه هایی با طول بلند ، سکونت گاه های پراکنده و یا مزارع بزرگ. در یک نقشه موضوعی ممکن است تغییراتی را در چگالی جمعیت مشاهده نموده و یا در یک نقشه خاک ممکن است پوششی از انواع خاک ها مشاهده شود. همه این مثالهای ذکر شده مشخصه های تصویر نقشه است، که به وسیله مشخصه های هر عارضه یعنی شکل هندسه یا الگوی هر عارضه تعین می شود، این ویژگی ها برای کاربر نقشه مهم است.

در یک نقشه توپوگرافی این مشخصه ها باعث می شود که کاربر بتواند یک جهت یابی یا شناسایی خوبی در میدان داشته باشد، پس هنگامی که یک نقشه جنرالیزه می شود بسیار مهم است که مشخصات نقشه حفظ شود مگر اینکه سازنده نقشه بنابر دلایلی قادر به نگهداری مشخصات یک یا چند عارضه برروی نقشه نباشد.

هدف نقشه بطور مساوی و شاید حتی بیشتر مهم است. یک نقشه خوب باید بر روی اطلاعاتی تمرکز کند که برای مخاطبان مورد نظر آن ضروری است. بنابر این نقشه ای برای دوچرخه سواران یک انتخابی از راهها را مورد تاکید قرار می دهد که متفاوت از نقشه ای می باشد که هدف آن رانندگان ماشین است. هدف نقشه همچنین مستقیما انتخاب مقیاس مناسب را تحت تاثیر قرار می دهد بصورتی که فرایندها و پدیده های مکانی باید در سطحی مورد مطالعه قرار گیرند که در آن سطح مرتبط ترین هستند.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

اطلاعات مرتبط با کاربر نسبت به اطلاعات اضافی دیگر از اهمیت بسزایی برخوردار است. عامل اهمیت در نقشه ها دارای سطوح مختلف است. اولین سطح هدف از نقشه و منظور از نقشه است. یک نقشه با هدف خاص مثل نقشه راه از قبل نشان می دهد که چه دسته هایی از عوارض کم تر یا بیشتر مهم هستند. مثلاً در نقشه راه کلاس راه ها کم ترین جنرالیزه را خواهد داشت برای اینکه بیش ترین اهمیت را برای پیدا کردن راه از روی نقشه دارند در حالی که موضوعات دیگر با در نظر گرفتن اهمیتشان برای کاربر نقشه راه بیش تر جنرالیزه می شوند. این نوع از اهمیت مستقل از مقیاس است. سطح دوم اهمیت ، اهمیت نسبی با این مفهوم که اهمیت عوارض در یک کلاس نسبت به هم متفاوت است ، مثلاً یک خانه ی تنها در بیابان به مراتب مهم ترازهمان نوع ساختمان در یک شهر بزرگ است. ساختمان تنها از ارزش بالایی برای جهت یابی و یا شناسایی برخوردار است. یا در همین نقشه راه یک راه کوچک در داخل کشور که یک روستا را به دنیای خارج از کشور متصل می کند هنگام جنرالیزه نقشه حذف نخواهد شد در مقایسه با همان نوع راهی که در منطقه ای با تراکم راه زیاد وجود دارد. سطح سوم اهمیت ، اهمیت در بین کلاس های عوارض است یک روستا اهمیت بیش تری از ساختمان تنها دارد و یا یک شهرمهم تر از روستا است.

جنرالیزسیون باید در سرتاسر نقشه استحکام داشته باشد بدین معنی که درجه جنرالیزاسیون کم و بیش هر جای نقشه و برای هر کلاس عارضه برابر باشد. در حالی که جنرالیزسیون فرایند پیچیده ای می باشد و عاملهایی که آن را کنترل می کند گاهی اوقات در جهت های مخالف کار می کند، رسیدن به استحکام کامل مثل ساختمان تنها و ساختمان متراکم که این دو جهت متفاوت هستند، همیشه دست یافتنی نیست.

عامل توازن با هدفی که جنرالیزاسیون عوارضی که به صورت جغرافیایی با هم ارتباط دارند در نقشه باید متوازن باشند، سر و کار دارد. وقتی که یک راه در کنار رودخانه قرار دارد هنگام جنرالیزاسیون نقشه راه و رودخانه باید با درجه مشابه جنرالیزه شوند به طوری که احساس اینکه راه رودخانه را دنبال می کند ثابت باقی بماند. توازن هنگامی اهمیت پیدا میکند که بخواهیم اطلاعات از منابع مختلف را در کنار همدیگر قرار دهیم و این حالت تقریباً در هر زمانی که بخواهیم نقشه موضوعی تهیه بکنیم وجود خواهد داشت.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

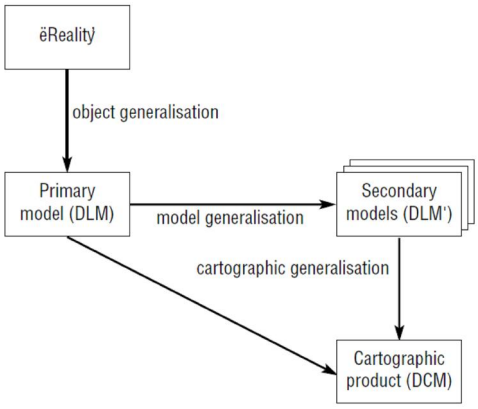
جنرالیزاسیون در سیستم های رقومی

در سیستم های کارتوگرافی رقومی و GIS ، جنرالیزاسیون بصورت یک فرآیندی که انتقالهای میان مدلهای مختلف ارائه دهنده قسمتی از دنیای واقعی را تحقق می بخشد می تواند درک گردد، در حالیکه محتوای اطلاعاتی را با در نظر گرفتن یک کاربرد معین بیشینه می کند. شکل زیر نشان می دهد که چطور انتقالهایی در سه سطح مختلف در راستای جریان کار تولید نقشه و پایگاه داده انجام می گیرد. واژه گان استفاده شده در اینجا در اصل برای پروژه آلمانی[۱۳۸]ATKIS توسعه داده شده بود (Grunreich 1992) ، اما از آن زمان بوسیله نویسندگان دیگر نیز پذیرفته شده بود. جنرالیزاسیون بعنوان قسمتی از:

- ساخت یک مدل اولیه ای از دنیای واقعی که به مدل رقومی منظره[۱۳۹] شناخته شده که این قسمت بعنوان جنرالیزاسیون شئ یا عارضه نیز شناخته می شود.
- استخراج مدلهای ثانویه با محتوا و یا قدرت تفکیک کاهش یافته برای هدف خاص از مدل اولیه که بعنوان جنرالیزاسیون مدل نیز شناخته شده است.
- استخراج نمایش های دیداری کارتوگرافی (مدل رقومی کارتوگرافی[۱۴۰]) از مدلهای اولیه یا ثانویه که بطور معمول بعنوان جنرالیزاسیون کارتوگرافی شناخته شده است.

انجام می گیرد.

[138] Amtliches Topographisch-Kartographisches Information System
[139] Digital Landscape Model (DLM)
[140] Digital Cartographic Model (DCM)



شکل : جنرالیزاسیون بعنوان دنباله ای از عمل های مدلسازی

جنرالیزاسیون شئ یا عارضه در زمان تعریف کردن و ساختن پایگاه داده که در شکل مدل اولیه نامیده شده صورت می گیرد. برای اینکه پایگاه های داده ارائه های خلاصه ای از قسمتی از دنیای ئاقعی هستند، درجه معینی از جنرالیزاسیون باید انجام شود که تنها بعنوان زیر مجموعه ای از اطلاعات مرتبط برای استفاده های مورد درخواست در این پایگاه داده ارائه می گردد.

جنرالیزاسیون مدل در حوزه رقومی جدید و خاص است. در سیستم های رقومی جنرالیزاسیون نه فقط بر گرافیک های نقشه بلکه همچنین بر داده های نقشه مستقیما می تواند اثر بگذارد. هدف اصلی جنرالیزاسیون مدل کاهش کنترل شده داده برای مقاصد گوناگون است. کاهش داده برای ذخیره کردن فضای ذخیره سازی و افزایش دادن بهره وری محاسباتی توابع تحلیلی ممکن است مطلوب باشد. آن همچنین انتقال داده از طریق شبکه ارتباطی را سرعت می بخشد. جنرالیزاسیون مدل بیشتر برای بدست آوردن مجموعه داده هایی با دقت ویا قدرت تفکیک کاهش بافته بکار می رود. این قابلیت بویژه برای یکپارچه سازی مجموعه های داده با قدرت های تفکیک و دقت های مختلف و در زمینه پایگاههای داده با قدرت های تفکیک چند گانه مفید است. در حالیکه جنرالیزاسیون مدل بعنوان یک مرحله پیش پردازش برای جنرالیزاسیون کارتوگرافی ممکن است استفاده گردد، توجه به این نکته مهم است که به سمت نمایش گرافیکی گرایش ندارد.

جنرالیزاسیون کارتوگرافی معمولا برای توصیف جنرالیزاسیون داده های مکانی برای نمایش دیداری کارتوگرافی استفاده می شود. این جنرالیزاسیون فرآیندی است که اغلب

مردم وقتیکه واژه جنرالیزاسیون را می شنوند به آن فکر می کنند. تفاوت میان این و مدل جنرالیزاسیون این است که هدف جنرالیزاسیون کارتوگرافی تولید کردن نمایش های دیداری است و نماد گرافیکی عوارض داده را می آورد. بنابراین، جنرالیزاسیون کارتوگرافی باید شامل عملیاتی باشد که با مسائل ایجاد شده با نماد از قبیل جابجایی عارضه سروکار دارد. اهداف جنرالیزاسیون رقومی کاتوگرافی از اساس همانند کارتوگرافی مرسوم است. اما تغییرات تکنولوژیکی همچنین وظایف جدید بهمراه نیازمندیهای جدید از قبیل بزرگنمایی تعاملی یا بصری سازی برای تحلیل کاوشی داده را به ارمغان آورده است.

روند کار جنرالیزاسیون

جنرالیزاسیون یک عنصر، جنرالیزاسیون عناصر دیگر را تحت تاثیر قرار خواهد داد. پس ضروریست که مراحل به ترتیب صحیح آن دنبال شود. مکان بسیاری از عوارض ساخته دست بشر وابسته به عوارض فیزیکی است، اطلاعات توپوگرافی پایه با عوارض ساخته دست بشر سروکار دارد. بنابراین ترتیب معمول برای جنرالیزاسیون به صورت زیر است:

۱- جنرالیزاسیون عوارض هیدروگرافیکی
۲- جنرالیزاسیون منحنی میزان ها و نقاط ارتفاعی
۳- جنرالیزاسیون و تصحیح موقعیت های مکان ها
۴- جنرالیزاسیون عوارض ساخته دست بشر و همه عوارض مربوط به مکان های مسکونی : جاده ها ، مسیرها و غیره
۵- جنرالیزاسیون کاربری زمین و مناطق گیاهی. اینها در آخر جنرالیزه می شوند برای اینکه محدوده آنها بستگی به هر دوی عوارض فیزیکی و ساخته دست بشر دارد.

جنرالیزاسیون مفهومی و هندسی

یک نقشه مجموعه ای از نمادهای گرافیکی اقتباس شده از دنیای واقعی است که متناسب با هدف مورد نظر می باشد. استفاده کننده باید از طریق این نمادهای گرافیکی نسبت به ساختار و خصوصیاتی که از پدیده های خاص مد نظر بوده است ارتباط برقرار نماید که این امری بسیار حساس و مشکل می باشد. به همین منظور پردازش

جنرالیزاسیون به انتخاب عوارضی می پردازد که برای انتقال اهداف نقشه ضروری بوده و روشهایی را برای نمایش این عوارض برمی گزیند که به روشنی بتواند اطلاعات مورد نظر را به استفاده کننده بنمایاند. هم انتخاب و هم نمایش عوارض فوق می توانند بگونه ای صورت گیرند که تا درجه مشخصی نسبت به واقعیت خلاصه شده باشند. یک شرط اصلی برای تعین میزان محتوای اطلاعاتی نقشه مقیاس می باشد که در واقع مشخص کننده فضای قابل دسترس برای ترسیم نمادهای نقشه می باشد. بنابراین ممکن است جنرالیزاسیون نقشه را میزان خلاصه سازی آن، که وابسته به مقیاس نقشه است بدانند. نمایش گرافیکی اطلاعات مورد نظر، نیاز به نوعی نمادگذاری[۱۴۱] دارد که از جنبه هندسی، وابسته به مقیاس واز جنبه کیفی، وابسته به نوع و تنوع عوارض انتخابی از جهان واقعی است. جنبه هندسی را جنرالیزاسیون هندسی گویند که حاصل تقابل سه وجه جنرالیزاسیون مفهومی، نمادگذاری و شرط مقیاس نقشه می باشد و منظور از آن افزایش میزان خلاصه سازی گرافیکی عوارض نسبت به داده های اصلی آن می باشد.

۲ – ۷ – ۳ – جنرالیزاسیون مفهومی

انتخاب اطلاعات مناسب از پایگاه داده به میزان توانایی فرد در خلاصه سازی اطلاعات وابسته است که به درک شخص از مفاهیم جغرافیایی بستگی دارد. به این جنبه از جنرالیزاسیون، جنرالیزاسیون مفهومی[۱۴۲] گویند. این نوع جنرالیزاسیون با اهداف نقشه مرتبط بوده و به قابلیت تعیین ساختار سلسه مراتبی موجود در اطلاعات جغرافیایی بستگی دارد.

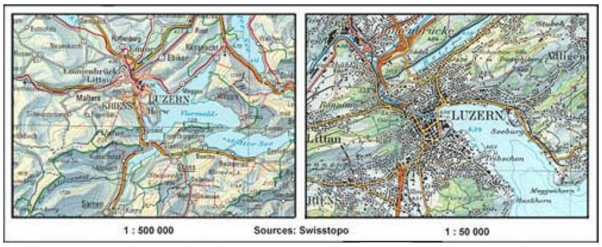
یکی از امکانات اساسی ساختار سلسله مراتبی داده ها، تعیین محتوای اطلاعاتی نقشه است که فاز مفهومی جنرالیزاسیون می باشد. در این ساختار مفاهیم بصورت پایین به بالا[۱۴۳] ، بالا به پایین[۱۴۴] و پهلو به پهلو[۱۴۵] با هم مرتبط می شوند. به این ترتیب می توان با انتخاب سطح مفهومی مناسب در ساختار سلسله مراتبی به عملیات جنرالیزاسیون مفهومی دست زد. در این رابطه دو نوع مدلسازی مفهومی می توان برای جنرالیزاسیون

[141] symbolization
[142] Semantic Generalization
[143] Bottom up
[144] Top down
[145] Side to side

در نظر گرفت: طبقه بندی[۱۴۶] و ترکیب[۱۴۷]. در طبقه بندی می توان ساختار سلسله مراتبی را به بهترین وجه بر مبنای معیارهای کیفی یا کمی پیاده سازی نمود. منظور از ترکیب نیز تجمیع نمودن چندین کلاس داده و ایجاد یک دسته کلی تر می باشد.

قبل از شروع به پردازش جنرالیزاسیون هندسی باید انتخابی از اطلاعات موجود سازگار با هدف نقشه انجام شود. بنابراین فرآیند انتخاب جنرالیزاسیون فرآیند منطقی تصمیم گیری در مورد این است که کدام یک از اطلاعات برای رسیدن به هدف موفقیت آمیز ضروری است. هیچ گونه ویرایش اطلاعات در هنگام انتخاب انجام نمی شود. گزینه بین انتخاب جاده فرعی یا انتخاب نکردن آن و بین نامگذاری کردن یا نکردن همه شهرهایی که جمعیت آنها کمتر از ۵۰۰۰۰ نفر است ، می باشد.

در شکل زیر برای نقشه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ بزرگراههای عمومی انتخاب شده اند در حالیکه در نقشه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ این چنین نیست.



۲ – ۷ – ۴ – جنرالیزاسیون هندسی

جنرالیزاسیون هندسی گاهی مستقیماً ناشی از جنرالیزاسیون مفهومی است (مثلاً حذف مرز بین دو کلاس ترکیب شده). معیار دیگر در این قسمت تغییر نمایش گرافیکی بصورتی است که نمادگذاری کارتوگرافی مناسبی حاصل شود. لذا کاهش مقیاس همیشه همراه با کاهش محتوای اطلاعاتی نقشه بوده و در ابعاد نمادها اغراق شده و نمایش آنها را با اصلاحاتی همراه می سازد.

این جنرالیزاسیون هنگام ترسیم نقشه نیز انجام می شود و شامل انواع فرایند ها مثل نرم سازی خطوط ، حذف جزئیات کوچک و استفاده از خطوط ضخیم تر برای اصلاح خوانایی بعد از کاهش مقیاس است .جنرالیزاسیون هندسی می تواند یک فرایند پیوسته

[146] classification
[147] aggregation

باشد مثلاً می توان به طور پیوسته یک خط را نرم نمود بطوریکه هیچ شکست واضحی در این فرایند دیده نشود . این فرایند وقتی می تواند متوقف گردد که خط به یک خط کاملاً راست یا یک منحنی دایره ای نرم تبدیل شده باشد .

برای تهیه نقشه های بزرگ مقیاس، نقاط و خطوط مستقیماً از نفشه برداری زمینی بدست می آیند. با کاهش مقیاس نقشه، ارتباط بین نقاط و خطوط فوق زیاد شده و فضای کمتری برای نواحی در نقشه تخصیص می یابد. همچنین برای دیدن نمادها باید در ابعادشان اغراق نمود و گاهاً در صورت تراکم عوارض، نمادهای کم اهمیت تر را حذف نمود یا تعداد طبقه بندی ها را کاهش داد. در مواقعی نیز باید متون یا عوارض را جابجا نمود تا نمایش و تفکیک آنها امکان پذیر شود.

انواع گوناگونی از جنرالیزاسیون هندسی قابل تفکیک است که عبارتند از (Shea & McMaster 1989):

- حذف[۱۴۸] هندسه نقاط، خطوط و نواحی.
- کاهش[۱۴۹] جزئیات خطوط، نواحی و سطوح.
- بهبودسازی[۱۵۰] ظاهر خطوط، نواحی و سطوح.
- ادغام[۱۵۱] خطوط و نواحی.
- دگرگونی[۱۵۲] ساختار نواحی به خطوط و نقاط.
- اغراق[۱۵۳] یا بزرگنمایی[۱۵۴] در اشیا ناحیه ای و خطی.
- گونه بندی[۱۵۵] اشیا ناحیه ای و سطحی.
- جابجایی[۱۵۶] نقاط، خطوط و نواحی.

[148] elimination
[149] reduction
[150] enhancement
[151] amalgamation
[152] collapse
[153] exaggeration
[154] enlargement
[155] typification
[156] displacement

فرایندهای جنرالیزسیون

حذف

در فرایند حذف به صورت گرافیکی برخی از عوارض انتخاب شده و حذف می شوند و این حذف انتخابی گرافیکی به وسیله اهمیت نسبی و حفظ مشخصه های نقشه کنترل می شود. مثلا یک ردیف متشکل از ده ساختمان بین دو جاده وقتی که مقیاس نقشه کاهش می یابد نمی تواند کاملا حفظ گردد، برای اینکه فضای کمتری بین دو جاده باقی خواهد ماند. در یک منطقه با جمعیت پراکنده و به عبارت دیگر با تعداد کمی نماد در نقشه عوارض این منطقه نسبت به عوارضی که در آن جمعیت متراکم تراست کمتر جنرالیزه می شوند. برای اینکه عوارض پراکنده در منطقه ای با تعداد کم اغلب به عنوان یک نشانه برای جهت یابی و تعین موقعیت دارای ارزش بالایی هستند در حالی که در مناطق با تراکم زیاد عوارض به علت وجود فضای کم و کم اهمیت تر بودن عوارض برای نشانه و جهت یابی، عوارض با درجه بیشتری جنرالیزه می شوند.

معیار حذف عوارض را می توان به صورت جنرالیزاسیون مفهومی یا با شروط هندسی در نظر گرفت. اهمیت عوارض نه تنها به نوع طبقه بندی و ابعاد آنها بلکه به میزان جدا افتادگی عارضه از عوارض دیگر نیز بستگی دارد. بنابراین حذف عوارض به تعداد عوارض همسایه آن بستگی مستقیم دارد.

مشکلی که در اینجا پیش می آید این است که عوارضی هستند که همسایه های خیلی زیادی دارند و از عوارض همانند خود فاصله زیادی دارند. در این حالت یک راه حل مناسب، استفاده از یک نوع آنالیز خوشه ای است که حاصل آن مناسب ترین عارضه برای باقی ماندن و حذف دیگر عوارض باشد.

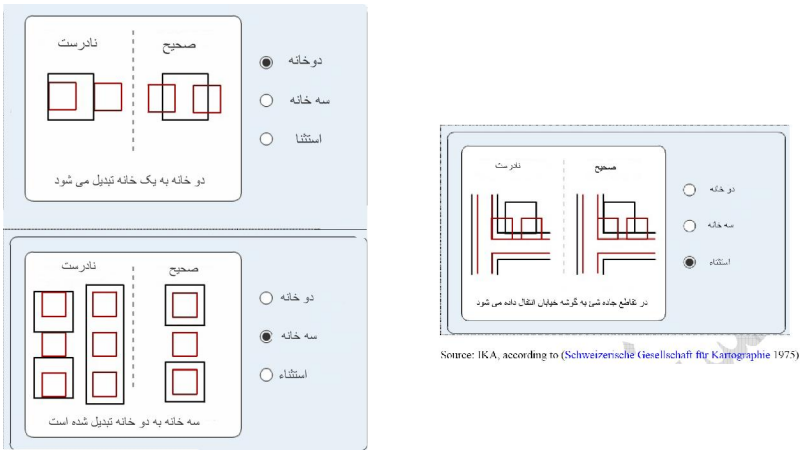
برای کنترل روالهای حذف، باید از میزان محتوای اطلاعاتی نقشه مطلوب اطلاع کافی داشت. بر اساس قانون شعاعی توپوفر رابطه بین مقیاس و تعداد عوارض در نقشه بصورت زیر است

$$n_d = n_j \sqrt{\frac{M_j}{M_d}}$$

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

که در آن n_d تعداد اشیا مطلوب، n_j تعداد کل اشیا، M_j مقیاس اولیه و M_d مقیاس مورد نظر می باشد. این فرمول کلی بوده و میزان تراکم را بصورت محلی برای عوارض متراکم یا پراکنده، محاسبه نمی کند.

وقتی عوارض حذف می شوند نباید در ماهیت ویژگیهای اصلی عوارض تغییری ایجاد شود. شکل، اندازه و فضاهای اصلی باید با وجود کاستن تعداد حفظ شوند. مثال زیر، زمانی که ساختمان ها با مقیاس های مختلف نمایش داده می شوند توصیه های گرافیکی برای حفظ ویژگی اصلی را می دهد.



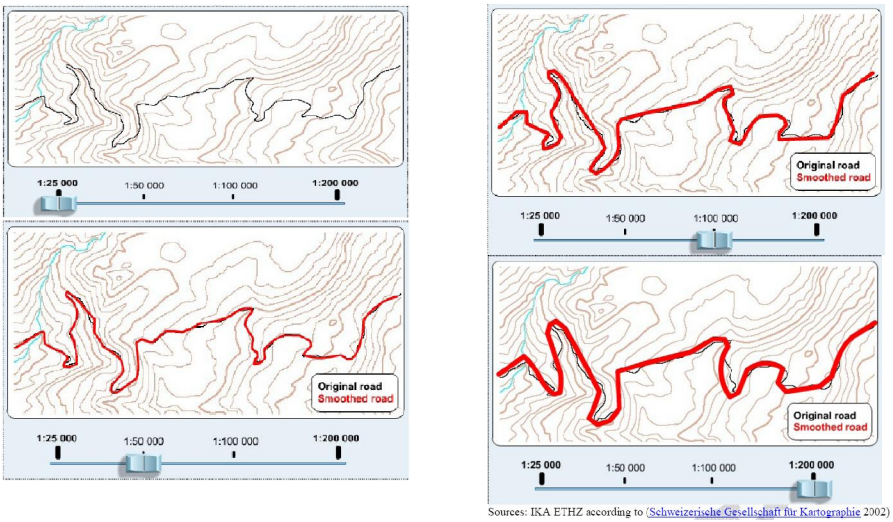
شکل : ساده سازی خانه

۲ – ۷ – ۵ – کاهش

در فرایند کاهش تنها قسمتی از نمایش گرافیکی عارضه حذف می شود و جزئیات عارضه کاهش می یابد. کاهش برای نقاط، همانند حذف می باشد و برای خطوط، نواحی و سطوح معادل با حذف تعدادی از رئوس اضافی است. بطور کلی با این کار حجم مورد نیاز برای ذخیره سازی داده ها بسیار کاهش می یابد.

یکی از روشهای کاهش ساده سازی است. فرایند ساده سازی برای خطوطی که می توانند عوارض خطی یا محدوده ها باشد به کار می رود. هنگام ساده سازی یک خط بی نظمی های کوچک یا تضاریس حذف می شوند در حالی که مشخصه خط حفظ می گردد. مهم این است که هنگام ساده سازی یک عارضه ارتباطات مکانی بین عوارض مجاور مثل خطوط آبی و منحنی میزان حفظ گردد. وقتی که خطوط آبی نرم می شوند

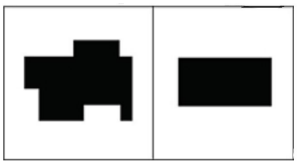
منحنی های میزان که نشان دهنده دره ها و خط القعرها هستند باید طوری حرکت داده شوند و همچنین ساده گردند که نهر ها هنوز در مرکز خط القعرها و دره ها باشد.



Sources: IKA ETHZ according to (Schweizerische Gesellschaft für Kartographie 2002)

شکل : ساده سازی خط

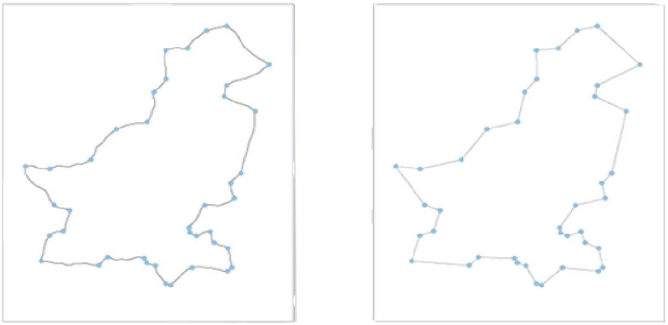
در فرآیند ساده سازی ویژگی های مهم داده ها، حفظ این ویژگی های مهم و حذف جزئیات ناخواسته تعین می گردد. زمانی که یک نقشه را کوچک می کنیم هر کدام از عناصر نقشه به تناسب فضای بیشتری را اشغال می کند. در نتیجه ساده کردن باید به گونه ای انجام گیرد که تصویر درست و خوانایی را ایجاد کند. حذف جزئیات عناصر ناخواسته از نقشه (نقاط یا عوارض) بیشترین استفاده را در ساده کردن دارند. سوال این است که کدام عنصر خاص نقشه باید حفظ شود و کدام باید حذف شود. تصمیم اینکه کدام عنصر خاص نقشه باید حفظ شود به هدف نقشه بستگی دارد. مثلا ساختمان نامنظم در سمت چپ به صورت یک مستطیل در سمت راست ساده شده است.



شکل ساده شده

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

در حذف سیستماتیک نقطه به روش دستی ، نقاط غیر مهم حذف می گردند. احساس این فرآیند حذف کردن احتمالاً پس از تجربه زیاد به دست می آید. نقاط موجود در نقشه سمت چپ به شرطی در نقشه سمت راست حفظ شده اند که با خطوط مستقیم به هم متصل شده باشند



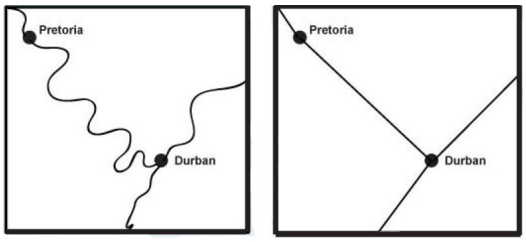
ساده کردن از طریق حذف نقاط

ساده کردن از طریق حذف عارضه اگر به طور دستی انجام شود ممکن است ناهماهنگ باشد. با حذف عارضه بصورت کامپیوتری معیارها ممکن است اندازه، نزدیکی یا ترکیبی از هر دو باشد. در حذف کامپیوتری عارضه فقط مشخص کردن کوچکترین اندازه برای حفظ کردن، بر پایه مقیاس نقشه، پهنای خط و بر طبق قوانین خواندن توسط عامل انجام می شود..

حذف عوارض به کمک رایانه

مثال زیر پایین ارتباط هدف نقشه و ساده سازی را نشان می دهد. راه های ترسیم شده بین شهرها در نقشه سمت راست فقط برای نشان دادن ارتباط بین شهرها نه انتخاب ویژگی های دقیق مکانی جاده می باشد.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری



کم ساده شده　　خیلی ساده شده

۲ – ۷ – ۶ – بهبودسازی

خطوط بدست آمده بعد از ساده سازی از لحاظ نمایشی حالت مصنوعی دارند و بهتر است شکلی طبیعی به آنها داد. البته گاهی نیزمطلوبست همان شکل مصنوعی تقویت گردد. شکستگی موجود در رشته خطوط ترسیمی را میتوان با روالهای نرم سازی مختلفی برطرف نمود که عبارتند از:

- تعدیل موقعیت نقاط موجود.
- برازاندن منحنیهایی که دقیقاً از روی نقاط موجود میگذرند.
- تقریب زدن مسیر نقاط با منحنیهایی که از نزدیک نقاط میگذرند.

یک روش ساده برای نرم سازی سازی اعمال عملگر متوسط گیری[۱۵۷]می باشد که منجر به شیفت نقاط موجود می شود. سپس مختصات هر نقطه با جایگذاری آنها با نقاط واقعی یا با متوسط وزن دار مختصات نقطه و نقاط همسایه هایش(۳ تا ۵ نقطه) تعدیل می گردد. در این حالت به نقاط مرکزی تر وزن بیشتری داده میشود تا جابجایی زیادی صورت نگیرد. این اپراتور را می توان بصورت یک بعدی به خطوط یا بصورت دو بعدی به سطوح بشکل یک فیلتر کلی[۱۵۸] اعمال نمود.

این روش منجر به نرم سازی با افزایش زوایای محدب بین لبه های متوالی می شود. یک روش مؤثرتر برای نرم سازی اضافه کردن نقاط دیگر می باشد. اینکار بصورت ریاضی بوسیلهٔ منحنیهای spline قابل انجام است که بصورت دقیق یا تقریبی به نقاط فیت میگردند. b-spline ها یکنوع از این منحنیها هستند که بسته به درجهٔ آن(Cubic ،Quadratic و..) میزان برازنده شدن، درجهٔ پیوستگی بین آنها و بازه ای که منحنی

[157] Moving-average operator
[158] Global filtering

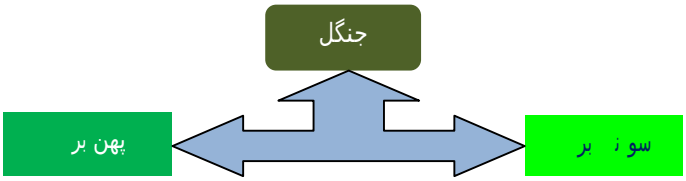
بر نقاط داخل آن برازش می یابد رامشخص می نمایند. علاوه بر موارد فوق نحوهٔ کنترل کاربر در میزان و چگونگی هموار سازی رشته خط دخالت دارد.
نرم سازی بی شک در بهبود ظاهر خطوطی که بصورت مصنوعی شکسته هستند مفید می باشد. در حالت خاص مانند جاده ها و رود خانه ها ، این نرم سازی عموماً به خوبی خصوصیت واقعی عارضه مورد نمایش را منعکس می سازد اما بسیاری عوارض طبیعی وجود دارند که انتظار میرود ناهموار یا زیر ظاهر شوند. ریچاردسون با اندازه گیری طول خط ساحلی در مقیاس های مختلف مشخص نمود که تقریباً تکانه های[۱۵۹] چنین خطوطی نامحدود است (Richardson 1961). این امر این نکته را مشخص نمود که یک نوع خود شباهتی[۱۶۰] در شکل وجود دارد و می توان با پردازش فراکتالی[۱۶۱] آن را مدل سازی نمود. خاصیت مهم در خطوط فراکتالی این است که الگوهای موجود در قدرت تفکیک پایین خط در قدرت تفکیکهای بالاتر به طور مکرر تقریباً همانگونه ظاهر میگردد.

۲ – ۷ – ۷ – ادغام

پردازش ادغام[۱۶۲] به ترکیب چند عارضه و تبدیل آنها به یک عارضه اطلاق می گردد. این امر موجب باز شدن فضای مورد نیاز برای نمایش عوارض و توصیفات آنها هنگام کوچک شدن مقیاس می گردد. تک ساختمانهای مجاور هم بصورت یک بلوک ساختمانی نمایش داده می شوند و دریاچه های مجاور هم با جزایر ریز کنار هم ادغام می گردند و تنها شرط مورد نیاز برای این ترکیب یکی بودن کلاس عوارض ریز مجاور هم می باشد.
برای ادغام عوارض خطی نیز باید عوارض مفهوماً در سطح کلاس بالاتری ادغام گردند. راههای جیپ رو مربوط به یک راه اصلی که جدا و تقریباً موازی باشند اما بهم وصل باشند یا کانالهای مربوط به یک رودخانه می توانند در هم ادغام گردند. تعیین دقیق این نوع ادغامها پیچیده بوده و به جنرالیزاسیون مفهومی بر میگردد. در حالاتی که هدف ترکیب دو ناحیه باشد، کافیست مرز مشترک آنها حذف گردد.

[159] Wiggliness
[160] Self_similarity
[161] fractal
[162] Amalgamation or Combination

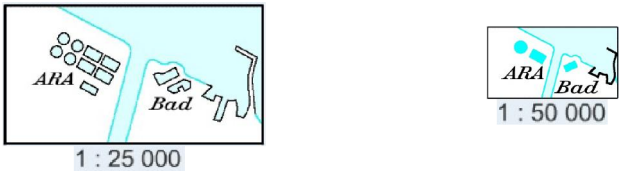
طبقه بندی مجدد به صورت مفهومی عوارض را در کلاس های جدید طبقه بندی می کند و کاری شبیه فرایند گرافیکی ترکیب را انجام می دهد .هنگام طبقه بندی مجدد کلاس های عوارض، عوارضی که تا حدودی ماهیت آن ها با هم ارتباط دارند با همدیگر دسته بندی شده و تمایز گرافیکی بین آن ها از بین می رود . به طور مثال ممکن است در نقشه های بزرگ مقیاس تمایزی بین جنگلهای پهن برگ و سوزنی برگ وجود داشته باشد که این تمایز با رنگ نشان داده شده است. با این حال در یک نقشه کوچک مقیاس این دو نوع پوشش گیاهی می توانند با یک دیگر بطور مفهومی ادغام شده و در کلاس جنگل قرار گیرند .



شکل : طبقه بندی مجدد

در طبقه بندی[۱۶۳] عوارضی که توصیفات شبیه به هم دارند در یک طبقه قرار داده می شوند. طبقه بندی سادگی و نظم را به همراه می آورد.

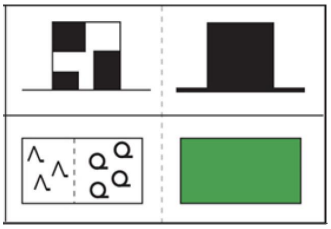
در تجمیع[۱۶۴] عوارض باید دارای توصیفات دقیقا یکسان باشند و با نماد یکسانی نمایش داده شوند. مثل گروهی از ساختمانها می توانند به صورت یک ساختمان منفرد تجمیع شوند.



شکل : تجمیع

بنابراین در تجمیع عوارض، نماد نشان دهنده عارضه تجمیع شده با نماد عوارضی که تجمیع شده اند یکسان هستند در حالیکه در طبقه بندی برای نمایش عارضه جدید طبقه بندی شده نیاز به نماد جدیدی می باشد.

[163] classification
[164] aggregation



شکل : تجمیع و طبقه بندی

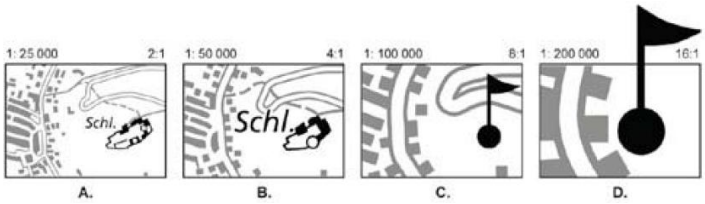
در نقشه های موضوعی ، طبقه بندی می تواند با اطلاعات کیفی یا کمی انجام گیرد.

۲ – ۷ – ۸ – فروپاشی

رقابت برای تخصیص فضا بین عوارض مختلف در حالاتی که نتوان عوارض را متناسب با ابعاد واقعی آنها نشان داد ایجاب می کند که از پردازش فروپاشی[۱۶۵] استفاده نمود. اینکار موجب کاهش ابعاد عوارض شده و سطوح به خطوط و نقاط تبدیل می شوند. یک پلیکون نشان دهندهٔ شهر به یک سمبل نقطه ای در مرکز آن تبدیل می شود یا رودخانهٔ دارای مرز در طرفین آن تبدیل به عارضه ای خطی میگردد که باید با روش مناسبی نماد گذاری شود.

در حقیقت هر خط یا نقطه ای در روی نقشه نمادی از واقعیت است. هنگامی که یک چهار ضلعی ترسیم می کنیم و آن را یک ساختمان می نامیم این نماد ساختمان دقیقا همان نقشی رادارد که یک دایره با یک نقطه در مرکز آن به عنوان نماد یک شهر دارد. برای مثال ، نمایش منطقه مسکونی در نقشه های بزرگ مقیاس که هر ساختمان به صورت مجزا با شکل حقیقی و موقعیت درست آن نمایش داده می شود. وقتی مقیاس کاهش می یابد منطقه مسکونی به وسیله اجزای آن نشان داده نمی شود، بلکه با یک عارضه سطحی که فضای بین راه ها را پر نموده و با محدوده ساده شده شهر نشان داده می شود. در نهایت در نقشه هایی با مقیاس کوچک شهرها به وسیله یک نماد دایره ای یا چهارگوش نمایش داده می شوند.

[165] collapse



شکل : نشان دادن قلعه به صورت دید پلان (A). نشان دادن قلعه به صورت دید پلان ساده شده (B).
نشان دادن قلعه با نماد بدون دید پلان (C). نشان دادن قلعه با اندازه نماد متشابه (D)

فرآیند کاهش ابعاد ناحیه و تبدیل آن به خطوط ساختاری آن را تبدیل میانی محور[۱۶۶] و نتیجهٔ حاصله را اسکلت[۱۶۷] گویند که در واقع مکان هندسی امواج صادره بهم رسیده از لبه ها یا نقاطی که بیشترین فاصله از مرزها را دارند. روش رستری برای انجام این کار را اسکلت سازی گویند که با اعمال متوالی ماسک ها قابل انجام است. پیاده سازی اینکار در حالت برداری بسیار پیچیده است و یک راه معقول برای آن انجام مثلث بندی دلونی و اتصال مراکز ثقل مثلثها به یکدیگر است. بعد از پیدا کردن اسکلت می توان آنرا ساده سازی و نرم سازی نمود.

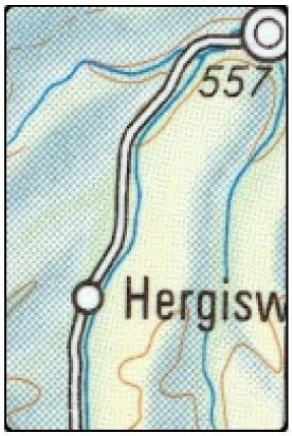
۲ – ۷ – ۹ – اغراق

زمانی که عوارض هم نوع خیلی به هم نزدیک هستند، حذف و ساده کردن با فرآیند اغراق همراه می شوند، فرآیندی که خود می تواند با جابه جایی و جهت یابی همراه گردد. اغراق فرآیندی است که عوارض را از واقعیت آنها بزرگتر و مهم تر نمایش می دهد.

مثلا بزرگراه عمومی که روی نقشه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ نشان داده شده دارای ضخامتی به اندازه ۰/۵ میلیمتر است. پهنای این جاده در واقعیت ۵ متر است باید به تناسب مقیاس پهنای آن ۰/۰۰۵ میلی متر باشد درحالیکه کوچکترین پهنای ضخامت یک خط روی کاغذ سفید ۰/۰۵ میلیمتر است.

[166] Medial Axis Transformation
[167] skeleton

بدون بزرگ نمایی



با بزرگ نمایی

۲ – ۷ – ۱۰ – گونه بندی

انجام گونه بندی ارتباط شکل عوارض در هنگامی می باشد که فضای نقشه اجازه نمایش هندسی دقیق همه عوارض را نمی دهد. برای مثال یک ردیف حاوی تعدادی بالکن در امتداد هم مربوط به ساختمان های یک بلوک، در یک نقشهٔ بزرگ مقیاس بصورت مستطیل هایی کوچک و در کنار هم نشان داده می شوند در حالیکه در نقشه های کوچک مقیاس بصورت یک مستطیل یکپارچه ظاهر می شود و شاید بالکن های طولانی بصورت منفرد روی آن تفکیک شوند. مثال دیگر جاده ای کوهستانی پیچ در پیچ است. برای جنرالیزاسیون این جاده اگر آن را با خطوط مستقیم جنرالیزه کنیم ویژگی اصلی شکل آن که پیچ در پیچ بودن آن است از بین می رود، بنابراین در هنگام جنرالیزاسیون جاده لازم است این ویژگی حفظ گردد اما می توان تضاریس کوچک را که اثری در شکل کلی راه ندارد را حذف نمود.

گونه بندی نوعی کاهش هندسی می باشد که تاکید آن بر بهبود شکل کلی عارضه مطابق با واقعیت عارضه می باشد ولی در بارزسازی با افزایش جزئیات هندسی شکل را به واقعیت نزدیک می سازند.

۲ – ۷ – ۱۱ – جابجایی

نیاز به جابجایی وقتی پیش می آید که نمادهای عوارض همسایهٔ هم، با هم همپوشانی

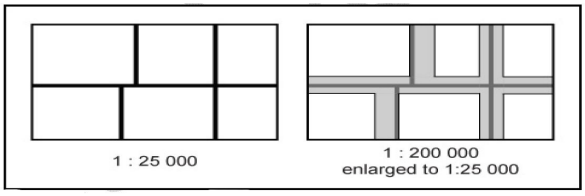
داشته یا آنقدر به هم نزدیک شوند که امکان تفکیک آنها از هم وجود نداشته باشد. برای حل این مشکل باید بعضی از عوارض را حذف نمود یا در عوارض دیگر ادغام نمود و یا آنها را جابجا کرد. به خاطر عدم بهم ریختگی ارتباط بین عوارض، ممکن است کلیهٔ عوارض مربوطه با هم جابجا شوند یا اینکه تنها یکی از عوارض جابجا شود.

اتوماسیون در جابجایی یکی از مشکل ترین کارها در جنرالیزاسیون می باشد. زیرا مثلاً گاهی نیاز به جابجایی تنها قسمتی از یک عارضه می باشد و مدل سازی این امر به صورت ریاضی مشکل میباشد. مسئلهٔ دیگر این است که اگر جابه جایی در یک قسمت صورت گیرد ممکن است در جای دیگری مشکل پیش آید.

جابجایی خطوط را می توان با چند عامل کنترل نمود که بسته به اهداف نقشه اهمیت هر یک متغیر می باشد. عامل اول بهم ریختگی توپولوژی نقشه می باشد که برای اجتناب ازآن عوارض نباید از روی هیچ خطی عبور نمایند و پیوستگی آنها در نقاط دو سر خط باید ثابت باقی بماند. عمل دوم مسئلهٔ نگهداری شکل عارضه در حد امکان می باشد. این امر ممکن است با انتشار جابجایی در طول عارضه به جای جابجایی کلی آن انجام شود. عامل سوم میزان جابجایی و خطای مکانی می باشد که باید حداقل گردد.

البته بعضی عوارض را میتوان نسبت به عوارض دیگر بیشتر جابجا نمود و این به ساختار هندسی آن بر میگردد. مثلا به هر نقطه می توان یک وزن داد که میزان آزادی در جابجایی آن را نشان می دهد این وزن برای ندها متناسب با تعداد خطوطی است که به آن میرسد و برای نقاط میانی متناسب با فاصلهٔ آن نقطه تا ندهای مربوطه می باشد.

اغراق اغلب با جابه جایی همراه می شود. در شکل زیر می توان دید که چگونه اغراق در خیابانها بر روی جابه جایی تأثیر می گذارد تا ویژگی کلی حفظ شود.



بزرگنمایی ارتباط نزدیکی با جابه جایی دارد

وقتی که عناصر نقشه بعد از تغییر مقیاس خیلی به هم نزدیک شوند باید جابجا شوند تا از ادغام تصویری آنها جلوگیری شود. همچنین جابجایی زمانی ایجاد می شود که تفاوت های کوچک در موقعیت برای کسی که از نقشه استفاده می کند مهم می باشد.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

وقتی که در یک عارضه در نقشه اغراق می شود کوچکترین فاصله بین این عارضه و سایر عوارض اغلب در نظر گرفته نمی شوند. در شکل زیر پس از اغراق خم یک جاده با جاده دیگر تقاطع نموده است بنابراین باید جابجا شود بطوریکه ارتباطی که دو جاده در جهان واقعی با هم دارند حفظ گردد.

جابه جایی جاده

۲ – ۸ – جنرالیزاسیون اتوماتیک

بعضی از پردازشهای اساسی برای تهیه نقشه کارتوگرافی رقومی مانند جنرالیزاسیون را به راحتی نمی توان اتوماتیک نمود. با وجود اینکه کلیهٔ جنبه های جنرالیزاسیون مفهومی و هندسی شناخته شده و از هم تفکیک شده است اما هنوز فرایند اتوماسیون در آن به کندی پیش میرود زیرا در عمل تمامی این جنبه ها با هم ارتباطات پیچیده ای دارند و هر یک روی دیگری تأثیر می گذارد. برای انجام یک جنرالیزاسیون نیمه اتوماتیک موفق نیاز به تعامل بین کامپیوتر و اپراتور متخصص می باشد. البته در کنار آن حتماً باید از دستورالعمل مشخص و واضحی استفاده نمود تا نتایج کار اپراتورهای مختلف با هم همگون گردد.

اتوماسیون در جنرالیزاسیون مانند این است که مثلاً بخواهیم طبیعت ژئومورفولوژیکی یا فرهنگی عوارض را از طریق کامپیوتر در نقشه ها شناسایی و تشخیص دهیم. اعمال این دانش ساختاری[۱۶۸] نیازمند بکارگیری روشهای تشخیص الگوی اتوماتیک[۱۶۹] می باشد. بعلاوه برای اینکه بتوان این دانش ساختاری را کسب نمود، باید همانند قابلیت سیستم بینایی انسان، نمادها در نقشه شناسایی و نظم دهی شده و روابط منطقی و مفهومی آنها استخراج گردد.

[168] Structural knowladge
[169] Automatic pattern recognition

پیشنهادهایی برای آموزش دانش کارتوگرافی و چگونگی انجام و کنترل جنرالیزاسیون روی سیستم های مبتنی بر دانش[۱۷۰] داده شده است. اما این سیستم ها هنوز کامل نشده اند همچنین عملیات مطرح در کارتوگرافی گسترده و پیچیده بوده و تمامی آنها بر یکدیگر اثر می گذارند.

۲ – ۸ – ۱ – الگوریتم های جنرالیزاسیون

در سالیان گذشته جنرالیزاسیون خودکار نقشه پیشرفت های بسیار بزرگی را به خود دیده است. الگوریتم های جنرالیزاسیون بلوک های سازنده فرایند اتوماتیک سازی را تشکیل می دهند.

الگوریتم های جنرالیزاسیون بیشتر برای انواع مجزایی از عوارض مثل خط ها یا چند ضلعی ها متداول است. چندین الگوریتم برای جنرالیزاسیون استفاده می شوند و معروفترین آنها به صورت زیر طبقه بندی می شوند:

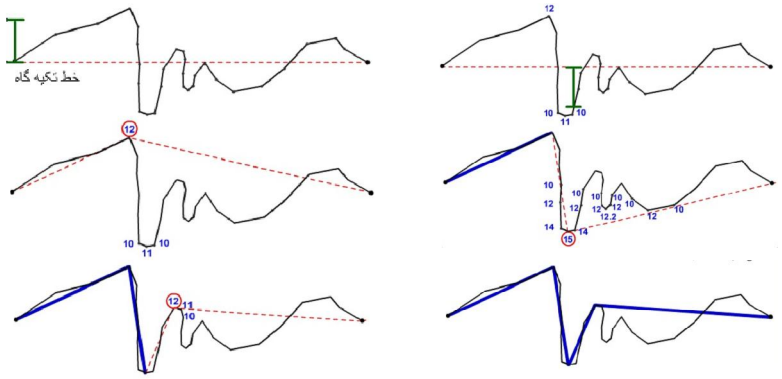
- الگوریتم برای ساده کردن: اینها شامل الگوریتم های مستقل از نقطه هستند. مثل انتخاب تصادفی نقاط ، الگوریتم های پردازش محلی و الگوریتم داگلاس پوکر از معروفترین این الگوریتم ها می باشد.
- الگوریتم های بهبود: که شامل فرایند های اغراق و نرم سازی هستند.
- الگوریتم های فروپاشی: این عملیات عمدتا برای رودخانه های وسیع استفاده می شود. برای اینکه معمولا خطوط ساحلی آنها رقومی می شوند اما نیازمند این هستند که به یک خط مرکزی کاهش یابند.

۲ – ۸ – ۲ – الگوریتم ساده کردن داگلاس پوکر

جهت درک هندسی الگوریتم جنرالیزاسیون داگلاس پوکر[۱۷۱] می توانید تصاویر زیر را دنبال کنید. این الگوریتم ساده و قابل فهم برای ساده کردن عوارض خطی استفاده می شود. کارتوگراف فقط باید مقدار تلرانس را بر طبق درجه جنرالیزاسیون تعریف کند و سپس عارضه خطی قسمت به قسمت جنرالیزه خواهد شد. ابتدا در این روش مقدار تلرانس مشخص می گردد. خطی فرضی بعنوان خط تکیه گاه در نظر گرفته می شود که

[170] Knowladge based systems
[171] Douglas-Peucker

ابتدا و انتهای خطی را که می خواهد جنرالیزه شود را بهم وصل می کند. فواصل عمودی نقاط خط در حال جنرالیزه اندازه گیری شده و با مقدار تلرانس مقایسه می گردد. از بین نقاطی که فاصله عمودی آنها از خط تکیه گاه بیشتر از مقدار تلرانس است نقطه ای که بیشترین فاصله را دارد (نقطه با فاصله ۱۲ سانتی متر در روی شکل) در نظر گرفته و خط تکیه گاه فرضی جدیدی از نقطه ابتدای خط جنرالیزه شونده به این نقطه و از این نقطه به نقطه انتهایی خط جنرالیزه شونده وصل می گردد. آن بخش از خط تکیه گاه جدید فرضی که از نقطه ابتدا به نقطه ای با بیشترین فاصله از خط تکیه گاه فرضی قبلی (نقطه با فاصله ۱۲ سانتی متر در روی شکل) وصل شده جایگزین قسمتی از خط جنرالزه شونده است که بین این دو نقطه قرار دارد. الگوریتم داگلاس پوکر برای جنرالیزه نمودن قسمت دوم خط تکرار می شود و نقطه ای با بیشترین فاصله از خط تکیه گاه جدید که در ضمن فاصله آن از مقدار تلرانس نیز بیشتر است (نقطه با فاصله ۱۵ سانتی متر در روی شکل) انتخاب گردیده دو باره خط تکیه گاه جدیدی که این نقطه را نیز دربرمی گیرد ترسیم می شود و قسمت اول خط تکیه گاه جدید جایگزین بخش دیگری از خط می شود که ابتدای آن نقطه با بیشترین فاصله قبلی و انتهای آن نقطه با بیشترین فاصله کنونی می باشد. این روش برای بخشهای بعدی خط تکرار می شود تا خط بصورت کامل جنرالیزه گردد.

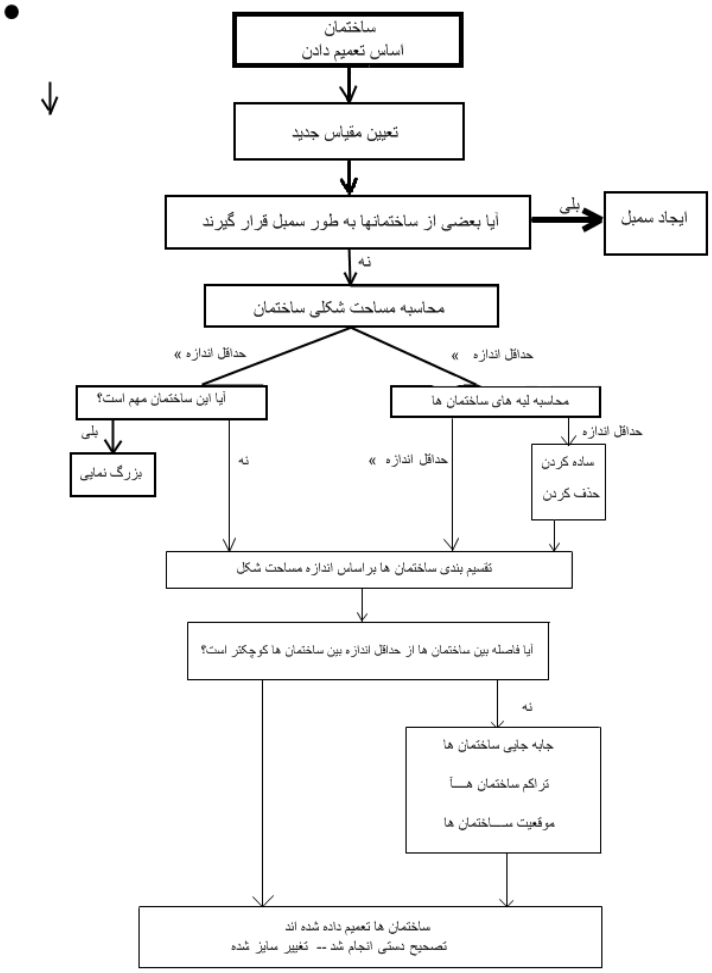


شکل : جنرالیزه خط به روش داگلاس پوکر

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

۲ – ۸ – ۳ – نمودار جریان جنرالیزاسیون ساختمان

شکل زیر نمودار جریان یک مثال نوعی از جنرالیزاسیون ساختمان توسط کامپیوتر است. این نمودارها فقط می توانند برای یک مکان خاص مورد استفاده گیرند : تراکم خانه ها نباید زیاد باشد (مرکز تاریخی) یا خیلی کم باشد (دهکده) در غیر اینصورت این روش جنرالیزاسیون نمی تواند مورد استفاده قرار گیرد.



نتیجه جنرالیزاسیون نمودار تغییرات را در پایین ببینید.

- تصویر سمت چپ نقشه اصلی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ است.
- تصویر وسطی نتیجه جنرالیزاسیون نمودار تغییرات قبلی است.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

- تصویر سمت راست نتیجه جنرالیزاسیون همراه با تصحیح دستی است (خانه های بالای نقشه)

نقشه تعمیم داده شده به همراه تصحیح دستی

نقشه تعمیم داده شده

نقشه اصلی

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

فصل نهم

کارتوگرافی به کمک کامپیوتر

۱ – ۱ – مقدمه

درکارتوگرافی به کمک کامپیوتر[۱۷۲]کارتوگراف برای انجام فعالیت های کارتوگرافی خود از کامپیوتر کمک می گیرد که گاهی اوقات از واژه کارتوگرافی رقومی نیز برای این منظور استفاده می شود. برای استفاده از کامپیوتر در کارتوگرافی همه داده های مورد استفاده باید به شکل رقومی باشد و اولین نیاز این است که داده ها بر روی رسانه های ذخیره سازی مناسب کامپیوتری به فرمت و شکل مناسبی برای پردازش های بعدی قرار گیرند. یکی از روشهای استفاده برای انجام اینکار رقومی نمودن اسناد و مدارک گرافیکی است. البته با به کار بردن کامپیوتر بخشی از کارهای کارتوگرافی به صورت اتوماتیک انجام می شود و به همین دلیل در گذشته از واژه کارتوگرافی اتوماتیک برای این منظور استفاده می شده است که در حال حاضر منسوخ گردیده است. اهمیت اصلی کارتوگرافی به کمک کامپیوتر این است که کارتوگراف از کامپیوتر و وسایل پیرامونی آن مثل ترسیم کننده، چاپگر، اسکنر، دیجیتایزر و غیره استفاده می نماید.

[172] Computer Assisted Cartography(CAC), computer assisted map production, Digital cartography

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

در اوایل سال ۱۹۵۰ اولین تلاش های موفقیت آمیز برای تولید نقشه به وسیله کامپیوتر انجام شد و در اواسط ۱۹۷۰ تولید واقعی به کمک فنون کامپیوتری عملی شد و در اواخر سال ۱۹۸۰ کامپیوتر عملا جایگزین میزهای ترسیم در کارتوگرافی گردید و کارتوگرافی به کمک کامپیوتر جایگزین کارتوگرافی سنتی شد.

۱ – ۲ – نمایش کارتوگرافی جهان واقعی

نقشه ها نمایش دوبعدی پدیده های واقع شده بر روی زمین هستند. عناصر مجزای نقشه عوارض کارتوگرافی هستند که پدیده های جهان واقعی را نمایش می دهند. هر پدیده بر روی نقشه با یک روش ساده شده ای با نماد کارتوگرافی نمایش داده می شود. درجه جنرالیزاسیون در لحظه جمع آوری تعیین می گردد. عوارض کارتوگرافی می توانند بعدا بیشتر ساده گردند اما هرگز نمی توانند با جزئیاتی بیشتر چزئیات زمان جمع آوری داده نمایش داده شوند.

یک عارضه کارتوگرافی بر روی نقشه بوسیله موقعیت آن بر روی نقشه و معنی آن که بوسیله نماد کارتوگرافی نمایش داده شده، مشخص می گردد. اگر نماد در مکان صحیح خود قرار داده شده باشد و شکل آن بدرستی طراحی شده باشد بنابراین می توان هم زمان ویژگیهای مکانی و معنی آن را مشاهده نمود. در کانپیوتر نمایش مکان و معنی بطور مجزا مورد بررسی قرار می گیرند.

هر عارضه برای نمایش کامپیوتری نیز باید با اطلاعاتی مربوط به مکان آن و ویژگیهای پدیده ای که می خواهد نمایش دهد همراه باشد. بنابراین هر نماد باید دو نوع داده را نمایش دهد که عبارتند از:

- داده موقعیتی
- داده توصیفی

داده های موقعیتی یا گرافیکی نشانگر مکان عارضه بر روی زمین یا نقشه و بطور ضمنی شکل عارضه می باشد. داده های توصیفی حاوی اطلاعاتی مربوط به ویژگیهای عارضه مثل شهر، مرکز، یک میلیون سکنه، ۱۰ کیلومتر مربع و غیره می باشد. دو نوع اطلاعات توصیفی را می توان از یکدیگر متمایز نمود:

- داده های کمی (مثل اندازه، مساحت، ph موجود در خاک درجه حرارت و غیره)
- داده های کیفی (مثل کلاس عارضه، نام، نوع خاک و غیره)

هر کدام از این داده ها می توانند در کامپیوتر ذخیره گردند. در کارتوگرافی سنتی انواع نمادهای کارتوگرافی نقطه ای ، خطی و سطحی وجود دارند عوارض کارتوگرافی رقومی نیز برای ارتباط با کارتوگرافی سنتی به عوارض نقطه ای، خطی و سطحی تقسیم می شوند. عوارضی که برای نمایش بعد سوم نیاز است عوارض نمایش رویه زمین می باشد که می نواند شامل نمایش توپوگرافی سطح زمین نیز باشد. اما در کارتوگرافی سنتی توپوگرافی سطح زمین بوسیله نقاط ارتفاعی و منجنی میزانها نمایش داده می شوند.

۱ – ۳ – فعالیتهای کارتوگرافی با کمک کامپیوتر

کامپیوتر ، وسایل پیرامونی کامپیوتر و برنامه های کامپیوتری ابزارهایی هستند که کارتوگراف را در اجرای وظایفی مثل طراحی نقشه، جنرالیزه نقشه، نمایش نقشه، تولید، انتشار وبایگانی نقشه کمک می کند.

یک سیستم تولید نقشه به کمک کامپیوتر می تواند فعالیتهای زیر را انجام دهد:

۱. جمع آوری داده
۲. ایجاد پایگاه داده
۳. پردازش نمودن داده
۴. طراحی نقشه
۵. انجام طراحی و صفحه بندی
۶. انتشار نقشه
۷. توزیع نقشه ها

کامپیوترها می توانند بصورت ابزاری دیده شوند که اجازه نمایش اطلاعات جغرافیایی مخصوصا به شکل نقشه را می دهد. آماده سازی داده برای نمایش در یک محیط کارتوگرافی به کمک کامپیوتر به بخشی از پردازش داده و بطور کامل به طراحی نقشه و انجام طراحی و صفحه بندی می پردازد. در مورد پردازش داده مخصوصا به آن مراحل پردازشی می پردازد که درگیر استخراج داده های مورد نیاز از پایگاه داده است.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

۱ – ۴ – جمع آوری داده های مکانی

جمع آوری داده اولین مرحله در روند تولید نقشه می باشد. جمع آوری داده های مکانی معمولا بوسیله متخصصین حوزه های مختلف مثل نقشه برداری زمینی، نقشه برداری هوایی، زمین شناسی، آمار، جامعه شناسی و غیره انجام می گردد. داده های خام جمع آوری شده باید برای تولید اطلاعات مورد نیاز گروه خاصی از کاربران مورد پردازش قرار گرفته و به شکلی کارآمد نمایش داده شوند.

این دید عمومی بصورت برابر هم برای تولید نقشه به روش آنالوگ و هم به روش کارتوگرافی به کمک کامپیوتر معتبر می باشد. اما برای استفاده از روشهای کامپیوتری داده های جمع آوری شده باید به شکل قابل خواندنی بوسیله کامپیوتر تبدیل گردیده و برروی رسانه های قابل خواندنی بوسیله کامپیوتر مثل نوارهای مغناطیسی، CD های فشرده، دیسک های سخت و غیره ذخیره گردند. که این روند رقومی سازی نامیده می شود و در بخشهای بعدی به آن می پردازیم.

داده های رقومی جمع آوری شده به شکل خام کاربرد خاصی ندارند. آنها باید توسط برنامه های کامپیوتری مورد پردازش قرار گرفته یا بصورت محاوره ای (کنش واکنش) مورد دستکاری قرار گیرند تا اطلاعات مورد نیاز از آنها بدست آیند. مثالی ساده می تواند به این صورت بیان گردد که داده های آماری می تواند برای بدست آوردن اطلاعات در مورد چگالی جمعیت مورد پردازش قرار گرفته و سپس به شکل یک نقشه نقطه ای (dot map) نمایش داده شود. البته اغلب اوقات ممکن است پردازش اطلاعات مکانی بسیار پیچیده باشد.

داده های مکانی به دو گروه داده های موقعیتی و داده های توصیفی تقسیم می شوند. داده های موقعیتی مربوط به یک نقشه خاص ممکن است مستقیما طی یک فعالیت میدانی (نقشه برداری زمینی) یا به کمک عکس یا تصویر(نقشه برداری هوایی) جمع آوری شوند. روش های نقشه برداری زمینی، هوایی و سنجش از دور ممکن است داده ها را مستقیما بصورت رقومی و سازگار با کامپیوتر تحویل دهند.برای این منظور وسایل نقشه برداری هوایی و ژئودتیک باید با وسایلی که قادر به ثبت مستقیم رقومی داده ها هستند، همراه باشند. داده های جمع آوری شده از طریق سنجش از دور غالبا به شکل رقومی در دسترس می باشند. مثال دیگر از جمع آوری داده به صورت اتوماتیک نقشه

برداری دریایی یا آبنگاری می باشد. تمایل عمومی به سمت اتوماتیک نمودن هر چه بیشتر روشهای نقشه برداری می باشد. در سیستم های نقشه برداری به کمک کامپیوتر مرز روشنی بین فعالیتهای کارتوگرافی و نقشه برداری وجود ندارد. همکاری خوب و بهینه بودن کلی سیستم امری ضروری می باشد.

اغلب اوقات داده های کارتوگرافی به شکل گرافیکی و آنالوگ دردسترس هستند بنابراین بکارگیری فنون رقومی سازی به کمک کامپیوتر امری اجتناب ناپذیر است که نوعا یک فعالیت کارتوگرافی محسوب می گردد. مدارک گرافیکی آنالوگ ممکن است نسخه های خطی با ترسیم دستی و یا نسخه های خطی تالیف شده بوسیله نقشه برداری زمینی و یا نقشه برداری هوایی، نقشه های عکسی، نقشه های منتشر شده و غیره باشد. ابزار پیرامونی خاصی مثل دیجیتایزرها و اسکنرها برای تولید داده های رقومی از اسناد و مدارک گرافیکی در دسترس می باشند که در مورد این وسایل و روشهای استفاده از آنها در بخشهای بعدی به تفضیل توضیح داده خواهد شد.

داده های توصیفی ممکن است در هنگام تفسیر میدانی در زمینه توپوگرافی، زمین شناسی، خاک شناسی، جنگل داری و غیره جمع آوری شوند. داده های توصیفی دیگر ممکن است حاصل استفاده از رویه های جمع آوری مثل سرشماری، نامهای جغرافیایی، آمارها، خصوصیات و غیره و یا پایش محیط زیست مثل میزان بارندگی، درجه حرارت، جاذیه مغناطیسی و غیره باشد. تفسیر همچنین ممکن است به کمک عکس یا تصویر انجام گیرد. برای وارد نمودن داده های توصیفی از وسایل مختلفی مثل صفحه کلید، سوئیچ ها، منوها، وسایل ورودی صدا و غیره می توان استفاده نمود.

جمع آوری داده های مکانی و رقومی سازی یک فعالیت مستعد خطا می باشد. برای کمینه نمودن خطا روشهای آشکارسازی خطا و تصحیح آن باید بهمراه رقومی سازی انجام شود. اینچنین رویه هایی ویرایش کردن داده ها نامیده می شوند. ویرایش کردن داده ها باید بعنوان بخشی از فعالیت های رقومی سازی در نظر گرفته شود. کنترل نمودن خطا در داده های موقعیتی به شکل رقومی تا حدود مشکل است بنابراین برای آشکارسازی خطاها در داده های موقعیتی باید آنها را بصورت گرافیکی بر روی صفحه نمایش دهنده نمایش داد یا از آنها چک پلات تهیه نمود.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

۱ – ۵ – ایجاد پایگاه داده

در روشهای سنتی از کامپیوتر بعنوان یک ابزار قدرتمند محاسباتی برای تبدیل مجموعه ای از داده ها به مجموعه دیگری از داده از طریق پردازشهای پیچیده و وقت گیر استفاده می گردید. مثلا از یک مدل حمل و نقل می توان برای پیش بینی جریانهای ترافیکی سالیانه استفاده نمود. ورودیهای این سیستم داده های جمعیتی و شبکه راههای منطقه مورد مطالعه بوده و نحوه پیش بینی جریانهای ترافیکی بصورت یک برنامه کامپیوتری می باشد. خروجی برنامه فایلی است که حاوی داده های پیش بینی شده جریانهای ترافیکی می باشد. این روش گاهی اوقات پردازش کننده فایل نیز نامیده می شود برای اینکه داده های ورودی و خروجی در فایلهای جداگانه ذخیره می گردند. یکی از عیوب این روش تکرار زیاد داده و پردازش می باشد. لیکن در روشی دیگرکامپیوتر بعنوان مخزنی سودمند از داده ها عمل می نماید که امکان ورود، ذخیره و بازیابی داده ها را می دهد. در این روش داده های ذخیره شده می توانند در دسترس قرار گرفته و به شیوه ای استاندارد ویرایش و آنالیز گردند. در این روش این اطمینان وجود دارد که داده ها و توابع هرگز تکرار نمی گردند. کامپیوتر بعنوان ماشین محاسباتی قوی برای پردازش فایلها و بعنوان مخزن داده ها نقاط انتهایی یک بازه هستند. اما اغلب کاربردها به توازنی بین محاسبات یا پردازش داده ها و مخزنی از داده ها نیاز دارند که پردازش بر روی آن عمل می کند که روش پایگاه داده این توازن را می تواند برقرار نماید.

پایگاه داده مجموعه زیادی از داده های بهم مرتبط می باشد که در داخل محیط کامپیوتر ذخیره می گردد. در اینچنین محیط هایی، داده پایدار[۱۷۳] است، بدین معنی که داده در برابر مشکلات نرم افزاری و سخت افزاری پابرجا می ماند (بجز حالتهای خراشهای سخت دیسک). حجم زیاد داده و پایداری آن، دو ویژگی اصلی پایگاههای داده در مقابل اطلاعات دستکاری شده بوسیله زبانهای برنامه نویسی هستند که کم حجم اند و در حافظه اصلی کامپیوتر قرار می گیرند و هنگام توقف اجرای برنامه این اطلاعات از بین می روند.

[173] persistent

انواع داده هایی که در کارتوگرافی به کمک کامپیوتر و تهیه نقشه های رقومی با آن سرو کار داریم می توانند به داده های مکانی (داده های موقعیتی) و داده های توصیفی (داده های حرفی-عددی) تقسیم بندی شوند. داده ها می توانند بصورتی دستی یعنی بر روی کاغذ، فیلم و یا رسانه هایی از این قبیل نگهداری شوند و همچنین می توانند به شکل رقومی در داخل کامپیوتر و یا برروی رسانه های رقومی مثل دیسک فشرده ، نوارهای مغناطیسی و غیره ذخیره گردند.

داده های توصیفی با ساختارهای شبکه ای، سلسله مراتبی، رابطه ای، شئ گرا، رابطه ای –شئ گرا می توانند در داخل پایگاه های داده ای که هر یک از این ساختارها را پشتیبانی می نمایند ذخیره گردند. البته ساختارهای شبکه ای و سلسله مراتبی بعلت عدم انعطاف پذیری بواسطه استفاده از اشاره گرها برای کد نمودن رابطه ها در حال حاضر استفاده نمی گردد. ساختارهای رابطه ای، رابطه ای-شئ گرایی و شئ گرایی از جمله ساختارهایی هستند که در حال حاضر بصورت متداول توسط پایگاههای داده پشتیبانی می گردند.

انواع پایگاههای داده مکانی که برای سیستم های اطلاعات مکانی، کارتوگرافی به کمک کامپیوتر و تهیه نقشه های رقومی استفاده می شوند عبارتند از:

- پایگاههای داده کارتوگرافی (مثل چارتهای رقومی جهان در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ ، نقشه های توپوگرافی پوششی در مقیاسهای مختلف و غیره)
- پایگاه داده منابع طبیعی (مثل داده های کاربری و پوشش زمین)
- پایگاه های داده رابطه ای آماری (مثل داده های TIGER)
- پایگاه های داده ارتفاعی رقومی (مثل مدلهای رقومی ارتفاعی ایران)
- پایگاههای داده کاداستر
- پایگاه های داده تاسیسات زیرزمینی

پایگاه داده معمولا مخزن ذخیره سازی مقدار زیادی داده است و توابع گوناگونی برای انجام عملیات بر روی داده های ذخیره شده فراهم می کند. چند کاربر بطور همزمان می توانند از پایگاه داده استفاده کنند. تعدادی از فنون را برای ذخیره داده ارائه نموده و اجازه استفاده از کارآمدترین آنها را می دهد یعنی ذخیره بهینه را پشتیبانی می نماید. پایگاه داده اجازه اعمال قواعدی بر داده های ذخیره شده را می دهد که پس از هر

بهنگام سازی داده ها این قواعد بطور اتوماتیک داده ها را کنترل می کنند یعنی بی عیبی داده را پشتیبانی می نماید. همچنین یک زبان دستکاری داده را ارائه می دهد که به آسانی استفاده می گردد که اجازه اجرای همه نوع استخراج و بهنگام سازی داده را می دهد بعنی پایگاه داده امکان اجرای پرسش را می دهد.

معماری سه سطحی یا شکلهای دیدن داده در سه سطح در سیستم مدیریت پایگاه داده شامل دید داخلی یا دید فیزیکی، دید مفهومی و دید خارجی یا محلی می باشد. دید داخلی یعنی اینکه چطور داده بصورت فیزیکی بر روی دسک سخت کامپیوتر ذخیره می گردد. دید مفهومی یا مدل داده نحوه سازماندهی داده ها را بیان می کند. و دید خارجی بیان کننده دیدگاههای محلی کاربران پایگاه داده از داده ها می باشد.

در ساختارها یا مدل های رابطه ای و رابطه ای- شئ گرایی داده ها به شکل جدول هایی سازماندهی می شوند و بصورت گسترده ای برای دستکاری داده های مکانی و توصیفی مورد قبول واقع گردیده اند. داده ها شامل هستنده ها و توصیف ها می باشند. در سیستم اطلاعات مکانی هستنده عارضه ای (مثل یک ساختمان، یک درخت، یک قطعه زمین و غیره) می باشد که موجود بوده و مورد نظر کاربردی خاص می باشد. در این ساختارها به جدول رابطه و یا هستنده نیز گفته می شود. توصیف نیز بعنوان کیفیت خاص یک هستنده تعریف می گردد. تمایز میان یک هستنده و یک توصیف همیشه واضح نیست.

هر جدول از تعدادی سطر و ستون تشکیل یافته که به هر سطر، ردیف، tuple، رکورد و instance نیز گفته می شود. محل تلاقی هر سطر و ستون یک سلول نامیده شده و مقداری که در داخل هر سلول ذخیره شده مقدار یا ارزش توصیف و یا occurrence نامیده می شود. در هر جدول یک ستون و یا ترکیبی از چندستون بعنوان کلید اصلی که به آن کلید شناسه نیز می گویند و برای شناسایی منحصر به فرد هر ردیف بکار می رود، نیز تعریف می گردد. مفاهیم دیگر شامل کلید کاندید ستونی است که در ترکیب ستونهای دیگر می تواند یک شناسه را تعریف نماید، کلید خارجی که کلید اصلی یک جدول می باشد که برای ایجاد رابطه با جدول دیگر بعنوان ستون کلید خارجی در آن جدول قرار می گیرد. جدول استخوان بندی جدول عاری از مقادیر توصیف است که دارای نام جدول و نامهای ستونهای جدول می باشد. هر رابطه بعنوان یک همبستگی بین هستنده ها تعریف می گردد. سه نوع روابط بین هستنده عبارتند از:

۱. رابطه یک به یک (1:1)
۲. رابطه یک به چند (1:m)
۳. رابطه چند به چند (m:n)

همچنین کلاسهای عضویت هستنده الزامی یا غیر الزامی هستند.

هر آیتم در پایگاه داده رابطه ای می تواند بصورت منحصر بفردی بصورت زیر مورد خطاب قرار گیرد:

- نام جدول
- مقدار کلید اصلی
- نام ستون

پایگاه داده ممکن است تعداد زیادی جدول داشته باشند که هر کدام نوع معینی از داده ها را ذخیره می کنند. هر جدول ممکن است هزاران یا حتی صدهها هزار ردیف داده داشته باشد. مثلا در یک پروژه برای مطالعه و بررسی پدیده النینو اندازه گیریهای درجه حرارت در سطح آب دریا و عمق های مختلف، میزان رطوبت ، سرعت باد و غیره که توسط سنسورهای نصب شده بر روی بویه ها اندازه گیری می شد بطور روزانه در یک جدول بزرگ مجزا به شکل زیر ذخیره می گردد

DAYMEASUREMENTS

Buoy	Date	SST	WS	Humid	Temp10	...
B0749	1997/12/03	28.2 °C	NNW 4.2	72%	22.2 °C	...
B9204	1997/12/03	26.5 °C	NW 4.6	63%	20.8 °C	...
B1686	1997/12/03	27.8 °C	NNW 3.8	78%	22.8 °C	...
B0988	1997/12/03	27.4 °C	N 1.6	82%	23.8 °C	...
B3821	1997/12/03	27.5 °C	W 3.2	51%	20.8 °C	...
B6202	1997/12/03	26.5 °C	SW 4.3	67%	20.5 °C	...
B1536	1997/12/03	27.7 °C	SSW 4.8	58%	21.4 °C	...
B0138	1997/12/03	26.2 °C	W 1.9	62%	21.8 °C	...
B6823	1997/12/03	23.2 °C	S 3.6	61%	22.2 °C	...
...	...	...	...	...	...	...

جدول ۲ : جدول ذخیره شده (بخشی از آن) از اندازه گیری های روزانه بویه.

تصویر نشانداده شده، فقط اندازه گیری های روز سوم دسامبر ۱۹۹۷ است ، اگر چه اندازه گیریهای مربوط به تاریخهای دیگر نیز در جدول هستند. رطوبت هوا درست بالای دریا در Humid و اندازه گیری دمای آب در عمق ۱۰ متر در Temp10 ذخیره شده اند. اندازه گیری های دیگر نمایش داده نشده اند.

هر جدولی که قواعد زیر را برآ.رده سازد یک جدول رابطه ای یا بطور مختصر یک رابطه نامیده می شود:

۱. ترتیب بندی ردیف های جدول مهم نمی باشد.

۲. ترتیب بندی ستونهای جدول مهم نمی باشد.
۳. هر تقاطع یک سطر با یک ستون که یک سلول نامیده می شود حاوی یک مقدار توصیف است و سلول خالی مجاز نمی باشد.
۴. هر ردیف در یک جدول باید متمایز باشد.

طراحی پایگاه داده می تواند به سه مرحله تقسیم بندی شود که این سه مرحله به شرح زیر می باشند:

۱. تحلیل نیازها (منظور نیازهای داده یا اطلاعات می باشد)
۲. طراحی مفهومی و یا منطقی (مدلسازی داده)
۳. طراحی فیزیکی (پیاده سازی مدل)

مدلسازی پایگاه داده برای کارهای طراحی به منظور سازماندهی یک پایگاه داده انجام می شود. طراحی پایگاه داده تعیین می کند که چه جداولی وجود دارند و چه نوع ستونهایی (توصیف هایی) هر جدول خواهند داشت. طراحی کامل پایگاه داده اسکیما یا طرح واره پایگاه داده نامیده می شود. مدلسازی داده منجر به مجموعه ای از داده ها بدون افزونگی خواهد شد و مراحل مدلسازی داده عبارتند از:

۱. شناسایی هستنده هایی که پایگاه داده آنها را توصیف خواهد نمود.
۲. شناسایی روابط بین هستنده ها و کلاسهای عضویت
۳. طراحی یک دیاگرام هستنده-رابطه به نحوی که مجموعه ای از جداول نرمالیزه شده بدست آید.
۴. اختصاص توصیف ها به هستنده ها و روابط به طریقی که مقدار توصیف منحصرا به مقادیر کلید اصلی و ستونهای کلیدی کاندید شده آن جدول بستگی داشته باشد.
۵. ایجاد جداول استخوان بندی و شناسایی کلید اصلی و خارجی

برای طراحی فیزیکی پایگاه داده مراحل زیر می باید انجام شود:

۱. پیاده سازی مدل داده شامل ایجاد ساختارهای جدول و مشخص نمودن یک نوع داده برای هر توصیف با استفاده از نرم افزار سیستم مدیریت پایگاه داده
۲. وارد نمودن داده بداخل جداول

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

۳. توسعه دادن برنامه های کاربردی

۴. آزمایش عملکرد پایگاه داده و اگر نیاز است اصلاح نمودن عملکرد آن از طریق چینش مجدد بر روی سخت افزار، بهینه سازی پرسشها یا تنظیم نمودن مدل داده.

نرم افزارهای مختلف پایگاه داده برای پیاده سازی فیزیکی می توانند مورد استفاده قرار گیرند که از جمله انها می توان به Oracle، SQLServer ، DB2 ، PostgreSQL اشاره نمود.

زبان ساختار یافته پرسش (SQL) یک زبان پایگاه داده رابطه ای است که بر روی داده تماما بصورت مجموعه های منطقی که جداول نامیده می شوند، عمل می کند. یک تعداد کمی از دستورات آن به شما امکان تعریف کردن، نمایش دادن و بهنگام نمودن اطلاعات در جداول را می دهد. مثلا با دستور زیر امکان بازیابی داده ها از جداول و اتصال جداول از یکدیگر وجود دارد:

```
SELECT <attributes>
        FROM <tables>
        WHERE <conditions>
```

یک عملگر اتصال رابطه ای جداول را بهم دیگر متصل می نماید که مثال زیر استفاده از دستور select زبان ساختار یافته پرسش برای اتصال دو جدول house و owner می باشد:

```
Select * from house, owner
        Where house.o_id = owner.o_id
        And o_Iname = "Jansen"
```

از کاربردهای سنتی پایگاه داده شامل مدیریت کارکنان، انبار داری، رزرو جا برای سفر و امور بانکی می باشد. بسیاری از کاربردهای غیراستاندارد پایگاه داده اخیرا پدیدار گشته

که از میان آنها می توان به پایکاههای داده مکانی، تصاویر، طراحی و ساخت به کمک کامپیوتر[۱۷۴]، پایگاههای داده متنی، مهندسی نرم افزار و بیوانفورماتیک اشاره نمود.

همانطوریکه که بیان گردید یک پایگاه داده ممکن است از چندین فایل تشکیل شده باشد که بر روی سخت افزار حافظه خارجی از قبیل دیسکت ذخیره شده است. اکرچه نوشتن برنامه کاربردی که دسترسی مستقیم به این فایلها داشته باشد امکان پذیر است، اما اینچنین معماری موجب بروز مشکلاتی در ارتباط با امنیت، هم زمانی و پیچیدگی دستکاری داده ها می شود. یک سیستم مدیریت پایگاه داده[۱۷۵] مجموعه ای از نرم افزارها می باشد که ساختار پایگاه داده را مدیریت می کند و دسترسی به داده های ذخیره شده در آن راکنترل می نماید. بصورت کلی، یک DBMS اهداف زیر را دربر دارد:

- ورود، ذخیره سازی و ویرایش داده
- آنالیز داده و بازیابی اطلاعات
- روش های گوناگون دسترسی داده و دید های چندگانه کاربر از داده
- ذخیره سازی داده مستقل از کاربردها
- کنترل دسترسی به داده (حفاظت از داده با استفاده از کلمه عبور، قفل های سخت افزاری یا فایل های فقط خواندنی)
- حفظ یکپارچگی و کیفیت داده
- اجتناب از افزونگی و ناسازگاری داده (جلوگیری از خارج از محدوده بودن داده)

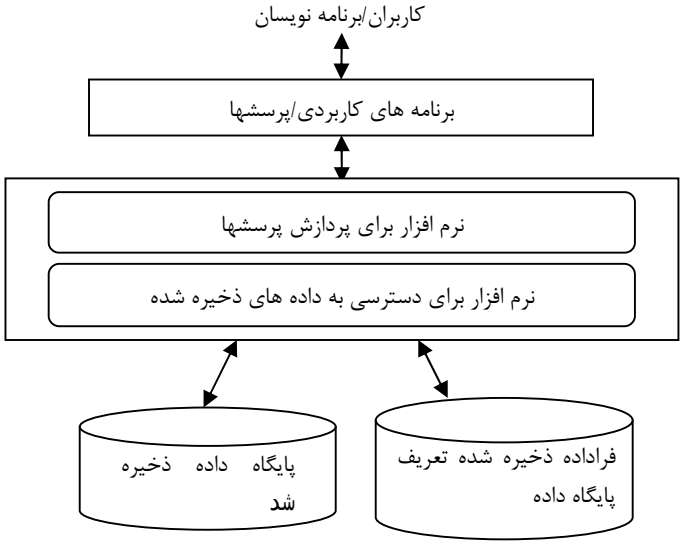
یک سیستم مدیریت پایگاه داده کارهای زیر انجام می دهد:

- تعریف یک پایگاه داده؛ یعنی مشخص کردن نوع، ساختار داده و قیودی که برای آن باید مد نظر قرار داد.
- ساختن پایگاه داده؛ یعنی ذخیره نمودن خود داده در یک مکان ذخیره پایدار (داده در زمانی خاص بعنوان نمونه[۱۷۶] ای از پایگاه داده یا حالت پایگاه داده نامیده می شود.)
- دستکاری نمودن پایگاه داده

[174] Computer Aided Design/Computer Aided Manufactureing (CAD/CAM)
[175] DataBase Management System (DBMS)
[176] instance

- بهنگام سازی پایگاه داده (تغییر مقادیر)

شکل زیر نشان میدهد که چطور یک DBMS می تواند بصورت میان گیر[۱۷۷] میان کاربران یا برنامه های کاربردی و سخت افزاری که داده ها بر روی آنها قرار گرفته اند، عمل کند. نرم افزار DBMS شامل دو قسمت می باشد. قسمت بالاتر پرسش کاربران را پردازش می نماید و قسمت پایین تر به شخص اجازه دسترسی به خود داده (که در شکل به "stored database" دلالت دارد) و فراداده[۱۷۸] ای را می دهد که برای فهمیدن تعریف و ساختار پایگاه داده ضروری است.



شکل : محیط یک سیستم پایگاه داده ساده شده

۲ – ۹ – پایگاه داده مکانی

نوع خاصی از پایگاه داده است که ارائه های پدیده های جغرافیایی در دنیای واقعی را ذخیره می کند. این پایگاه داده از مدل شئ گرایی برای ذخیره داده های موقعیتی پدیده های جغرافیایی استفاده می کند بنابراین مدل اجرائی که پایگاه داده مکانی برای ذخیره داده های مکانی و توصیفی استفاده می نماید مدل رابطه ای شئ گرایی نامیده می شود. پایگاه داده مکانی دارای قابلیتهای پایگاه داده مثل همزمانی، ذخیره کننده،

[177] mediator
[178] metadata

کنترل بی عیبی و پرسش گری داده ها درخصوص داده های مکانی است اما فقط بر آنها متمرکز نمی گردد. علاوه برآن داده های مورد نیاز برای داشتن اطلاعات در مورد سیستم های مرجع مکانی، قابلیتهایی مثل محاسبه مساحت و مسافت، درونیابی های مکانی، مدلهای ارتفاعی رقومی GIS باید در پایگاه داده مکانی ذخیره گردند.

در طراحی اسکیمای یا الگوی پایگاه داده مکانی فرض این است که پدیده های جغرافیایی مرتبط در فضای اقلیدسی دو بعدی و سه بعدی وجود دارند. بطور غیر رسمی فضای اقلیدسی مدلی از فضا تعریف می شود که در آن مکانها بصورت مختصات دوبعدی (x, y) صفحه اقلیدسی و یا سه بعدی (x, y, z) تعریف می شود. پدیده هایی که نمایشهای آنها در پایگاه داده مکانی ذخیره می شوند خصوصیات نقطه، خط و سطح و یا تصویر را دارند. تکنیکهای مختلف ذخیره سازی برای هر کدام موجود است که در بخش بعدی در مورد آن توضیح داده خواهد شد.

انتخاب مهم در طراحی پایگاه این است که پدیده مورد نظر با کدام خصوصیت بهتر ارائه می گردد. مثلا شهرها در بعضی مقیاسها بصورت نقطه ای و در بعضی دیگر بصورت سطحی ارائه می گردد. برای پشتیبانی این موارد پایگاه داده باید ارائه پدیده های جغرافیایی را به شیوه ای ذخیره کند که بدون مقیاس[۱۷۹] و بدون مرز[۱۸۰] باشد.

در حالت بدون مقیاس همه مختصات بصورت مختصات جهانی با واحدهایی که بطور طبیعی به عوارض در دنیای واقعی (با استفاده از یک سیستم مختصات مرجع مکانی) اشاره می کنند، ذخیره می گردند. در این حالت محاسبات به آسانی اجرا شده و مقیاس برای نمایش مناسب می تواند انتخاب گردد.

در وضعیت بدون مرز محدوده های برگه های نقشه یا سایر تقسیم بندیهای دیگر فضای جغرافیایی غیر از اینکه بوسیله خود عوارض اعمال شوند نشان داده نمی شود.

پدیده های جغرافیایی دارای روابطی میان یکدیگر هستند. آنها دارای توصیفات هندسی، موضوعی و زمانی هستند. پدیده ها بسته به هدف پایگاه به لایه های داده موضوعی مثل توپوگرافی، کاداستر، کاربری زمین و نوع خاک دسته بندی می شوند.

[179] scaleless
[180] seamless

۱ – ۶ – طراحی نقشه

کارهای طراحی نقشه با کمک کامپیوتر و به روش سنتی با هم یکسان می باشد. اما در حالت کارتوگرافی به کمک کامپیوتر کمکهای اضافی از طریق کامپیوتر می تواند در اختیار طراح قرار گیرد بشکلی که بتواند دید سریع از طراحی داشته باشد بدون اینکه مواد و زمان کاری تلف شده داشته باشد.

برای پیاده سازی یک طراحی قبل از اینکه داده ها نمایش داده شوند باید بصورت مناسبی، به شکل گرافیکی مورد نیاز و بهمراه دستورات ترسیمی که دسترسی به ماشین ترسیم را برقرار می کند، آماده شوند. اینکار می تواند از طریق برنامه ترسیم انجام شود. اینچنین برنامه هایی دادههای توصیفی را قبول می کنند و داده های موقعیتی را به شکل گرافیکی تبدیل می کنند (مثلا خطوط موازی دوگانه برای نمایش را تولید می کنند در حالیکه راه بوسیله یک خط تنها ارائه داده می شود). داده های موقعیتی به سیستم مختصات وسیله ترسیم انتقال می یابد و دستورات ترسیم را برای استفاده از وسیله ترسیم در اختیار می گذارد. برای نمایش گرافیکی داده های رقومی وسایل خروجی گرافیکی از جمله پلاترهای برداری و رستری و نمایش دهنده های گرافیکی در دسترس می باشند.

۱ – ۷ – نیازمندیهای نرم افزاری سیستم کارتوگرافی

کمترین نیازمندیهای نرم افزاری که یک سیستم کارتوگرافی به کمک کامپیوتر باید برای طراحی نقشه، ذخیره طراحی در یک فایل داده کارتوگرافی و ترسیم نقشه داشته باشد عبارتند از:

۱- توانایی انتخاب داده از طریق توصیف و موقعیت داده مکانی
۲- توانایی نماد گذاری رقومی (طراحی)
۳- توانایی تولید نمادهای نقطه ای
۴- توانایی انجام الگو گذاری خطی با استفاده از رنگ، نوع و ضخامت خط
۵- توانایی انجام الگو گذاری سطحی با استفاده الگوهای نمادهای نقطه ای و هاشور زنی
۶- توانایی کار با حروف یا نوشته

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

۷- توانایی آماده سازی فایل برای ترسیم

توانایی انتخاب داده: گاهی از اوقات لازم است برای اهداف و منظورهای نمایش کارتوگراف قادر به استخراج عوارض خاصی از مجموعه داده ها باشد . عوارض انواع مختلفی از توصیفات مثل توصیفات گرافیکی ،توصیفات معنایی ، توصیفات توپولوژیکی و غیره دارد . براین اساس راه های بسیار متنوعی برای انجام استخراج اطلاعات بر اساس اطلاعات توصیفی دارند. همچنین عوارض دارای مکان هستند و کارتوگراف ممکن است نیاز به انتخاب عوارضی داشته باشد که در یک منطقه از نظر هندسی تعریف شده قرار گرفته اند . این منطقه ی از نظر هندسی تعریف شده را Window گویند .

یک window معمولا حداقل با دو نقطه در گوشه هایش تعریف می شود . نرم افزاهای کارتوگرافی برای انتخاب عوارض این امکانات زیر را در اختیار کارتوگراف قرار می دهند.

1- selection by Attribut
2- selection by Geometery

در برخی از شرایط پنجره بصورت هندسی تعریف شده دو منطقه ای را می پوشاند (برای دلایل اداری یا مدیریت پایگاه داده) که در پایگاه داده مجزا از یکدیگر نگاه داشته شده اند. اگر داده ها بصورت مجزا جمع آوری شوند این کار اغلب اتفاق می افتد. در صورت وقوع این رویداد نیازی برای ادغام دو مجموعه داده وجود خواهد داشت. هنگامی که داده نقشه از دو پایگاه داده مختلف که منطقه جغرافیایی یکسانی را پوشش می دهند باید با هم ترکیب شوند یا برروی هم قرار گیرند، مسئله مشابهی بوجود می آید. عدم تطابق ها بین عوارض مثل ظاهر شدن ساختمانها در دریاچه یا آبریزهایی که با منحنی میزانها تطابق ندارند بروز خواهد کرد.

قابلیت نماد گذاری رقومی : صفحه نمایش دهنده گرافیکی که کارتوگراف می تواند برروی آن کار انجام دهد جایگزین میز ترسیمی گردیده که دارای صفحه بزرگی بوده و کاغذ ترسیم برروی آن قرار گرفته و ترسیم کننده می توانسته نقشه ای با جزئیات تولید نماید. بنابراین نرم افزار و سخت افزار برای ایجاد مجدد جزئیات باید قابلیت هایی مثل رنگ، شکل، الگو داشته باشد. اندازه یک مشکل است. صفحه نمایش دهنده به بزرگی میز ترسیم نمی باشد و طراح و سازنده نقشه مجبور است این اندازه را با ترکیبی از

بزرگ نمایی-کوچک نمایی[۱۸۱] وحرکت بر روی نقشه[۱۸۲] تقلید نماید که ممکن است به نمادی با جزئیات و خامی بیش از حد منجر شود.

رویکرد فعل و انفعالی اجازه پاک شدن های مکرر و تجربه با طراحی نماد های نقطه ای، خطی، سطحی و نوشته را می دهد. یک صفحه نمایش دهنده گرافیکی فعل و انفعالی قابلیت انعطاف به مراتب بیشتری از میز ترسیم در این جنبه های طراحی را دارد.

قابلیت تولید نمادهای نقطه ای : نرم افزار باید امکان ایجاد و ذخیره سازی نماد های گرافیکی را داشته باشد. این کار می تواند از طریق دیجیتایز کردن یک نمونه گرافیکی یا به وسیله ترسیم محاوره ای[۱۸۳] با انجام کار بر روی صفحه نمایش دهنده انجام گردد.

برای ذخیره سازی نماد معمولا کتابخانه های[۱۸۴] نماد در نرم افزار وجود دارند که می توانیم نمادهای ایجاد شده را در این کتابخانه ها ذخیره کنیم. نمادهای موجود در کتابخانه می تواند در هر موقعیت خواسته شده کپی شود.

قابلیت تولید نمادهای خطی : نمادهای خطی با استفاده از سبک[۱۸۵] و رنگ از یکدیگر تفکیک می شوند . در نرم افزارهای کارتوگرافی باید امکان ایجاد خط با سبک و رنگ های مختلف وجود داشته باشد. سبکهای خط حداقل با چهار پارامتر می توانند توصیف شوند. اولین پارامترها الگوهایی را توصیف می کنند که باید باشند مثل Solid ، dotted ، dashed ، unequal dashed ، dash-dot .

دومین پارامترتکرارهای الگو در واحد سانتی متر یا طول الگو را بیان می کند. یک خط با الگوی dashed به طول یک میلی متر یعنی اینکه هر یک میلی متر یک خط تیره شروع می شود.

سومین پارامتر نسبت فاصله به خط را تعریف می کند. مثلا یک خط تیره دارای طول الگوی یک میلی متری ممکن است شامل ۰/۷ میلی متر خط و ۰/۳ میلی متر فاصله یا ۰/۵ میلی متر خط و ۰/۵ میلی متر فاصله باشد.

چهارمین پارامتر ضخامت خط را تعریف می کند. برخی از سیستم ها اجازه کنترل ضخامت خط از طریق انتخاب ابزار ترسیم با ضخامت های مختلف را می دهد. در

---

[181] Zoom in-zoom out
[182] pan
[183] interactive
[184] library
[185] style

سیستم های دیگر اجازه ترسیم کردن تکراری خطوط با کمی افست از یکدیگر برای افزایش پهنای خط را می دهد.

رنگ یکی از توصیفات گرافیکی است. برخی وسایل خروجی نسخه سخت تک رنگ می باشد. برخی وسایل نسخه سخت سه رنگی هستند، که محصول نمایش داده شده با چند صد رنگ می توانند تولید کنند. برخی وسایل دو رنگ(سفید/سیاه) دارند و برخی دیگر چندین سایه خاکستری تولید می کنند. امروزه معمولی ترین وسایل می توانند چندین رنگ را که از یک پالت با چندین میلیون رنگ انتخاب شده را نمایش دهند.

قابلیت تولید نمادهای سطحی : الگوها یا پترن های سطحی ، شیوه های نمایشی هستند که به واسطه آن سطوح یا مناطق مشخص شده با الگویی از نماد های نقطه ای ، هاشور یا رنگ و یا ترکیبی از آنها پر می شوند. برای انجام الگوهای سطحی پلی گونهایی که قرار است پترن گردند باید از قبل تعریف شده باشند که انجام اینکار بعهده الگوریتم های تولید پلی گون می باشد.

در حالت الگونی سازی با نماد نقطه ای نماد مورد استفاده باید در کتابخانه نماد موجود باشد. در این روش که مخصوصا برای الگو سازی عوارض گیاهی استفاده می شود، آرایه ای از نمادها برای پر کردن سطح استفاده می شود. سیستم های کامپیوتری اجازه آماده سازی سریع الگو سازی نسبتا جذاب و خاص را فراهم می سازند.

روش دیگر تهیه الگو استفاده از هاشورهای متفاوت است. این شکل از الگوی سطحی معمولی ترین روش پرکردن سطح در کارتوگرفی به کمک کامپیوتر است. این قابلیت در نرم افزارهای کارتوگرافی وجود دارد و به اسانی قابل اجرا می باشد.

در روش سوم یک سطح یا یک منطقه می تواند با رنگ خاصی پر شود البته ترکیبی از رنگ، هاشور و الگو نیز می تواند برای پوشش یک سطح مورد استفاده قرار گیرد.

روش Digital screening بصورت ماتریسی از نمادهای می تواند در نظر گرفته شودکه در آن ماتریس متراکم و نمادها ساده شده هستند. در روش رستریdigital screening ماتریسهایی مثلا ۴ در ۴ یا ۶ در ۵ از پیکسلها هستند که در آن پیکسلهای گوناگون برای تولید تراکم های متفاوت نمایش می توانند خاموش یا روشن باشند. مثلا یک نمابش ۱۸/۷۵٪ وقتی که ۳ تا از ۱۶ پیکسل روشن هستند یا نمایش ۶۲/۵۰٪ وقتی که ۱۰ تا از ۱۶ پیکسل روشن هستند، می توانند تولید گردند.

تالیف: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

قابلیت کار با نوشته یا حروف: نوشته عنصر مهمی در طراحی نقشه است. بنابراین قابلیت های کامل کار با نوشته باید در نرم افزار موجود باشد. این قابلیت ها می تواند شامل قرار دادن نوشته ، دوران نوشته ، تغییر مقیاس نوشته ، تنظیم یک نوشته در امتداد یک خط از قبل مشخص شده است. همچنین فونت های مختلفی برای نوشته باید در نرم افزار موجود باشد.

نوشته نتنها شامل رشته ای از حروف می باشد بلکه همچنین فضا اشغال می کند. این فضا ممکن است به صورت داشتن ابعاد معینی باشد که از آن می توان ارتفاع ، پهنا و زاویه حروف را تعیین نمود. فضا بر طبق یک نقطه توجیه قرار داده می شود که می تواند نقطه سمت چپ پایین ، مرکز پایین، مرکز، راست بالا و غیره رشته حروف نوشته باشد. اگر رشته حروف نامی است که باید برروی نقشه قرار داده شود، قرار دادن نام دربرگیرنده تعیین موقعیت این فضا خواهد بود.

فضا معمولا فقط یک مستطیل یا یک متوازی الاضلاع است ، اما در بعضی از حالت ها نرم افزار اجازه خواهد داد که فضا غیر منظم یا منحنی الخط با دو طرف موازی باشد مثل وقتیکه فضا با نام یک رودخانه اشغال شود. فضای منحنی الخط ممکن است بوسیله رقومی نمودن یک خط پایه تعریف شود. قواعد کارتوگرافی وجود دارند که برای کنترل نمودن تعیین موقعیت این فضاها بکار می روند.

اندازه نوشته با پهنا و ارتفاع و همچنین زاویه ای مشخص می گردد که برای ایجاد نوع ایتالیک حرف معرفی می شود.

قابلیت آماده سازی فایل ترسیم : سیستم دارای نرم افزاری است که برای تبدیل داده های انتخاب شده و نماد گذاری شده به یک فایل ترسیم برای تولید یک نقشه کاغذی استفاده می شود.

۱ – ۸ – آماده سازی نمایش برای وسایل خروجی گرافیکی

آماده سازی داده برای نمایش در وسایل خروجی گرافیکی انجام می شود که آنها را می توان به چهار گروه زیر تقسیم نمود:

- وسایل رستری نسخه سخت مثل پلاترها /پرینترهای Epson
- وسایل رستری نسخه نرم مثل مونیتورهای کامپیوترهای شخصی

- وسایل برداری نسخه سخت مثل پلاترهای Calcomp
- وسایل برداری نسخه نرم این تکنولوژی درحال حاضر قدیمی است ولی در گذشته وسایل مهمی بودند. در حال حاضر صفحات نمایش دهنده رستری جایگزین آنها شده اند.

دیاگرام زیر همه مراحل تولید بین ایجاد پایگاه داده و نمایش داده بر روی یکی از چهار گروه وسایل نامبرده شده در فوق را نشان می دهد. توالی دنبال شده از طریق این مراحل در یک محیط تولید متغیر است.

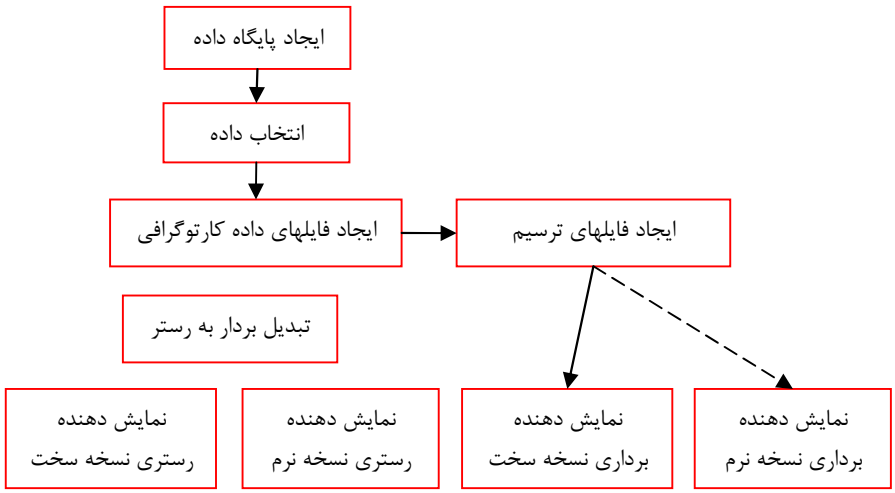
شکل : مراحل گوناگون تولید در آماده سازی برای نمایش

۱ – ۹ – روشهای مختلف آماده سازی داده های مکانی برای نمایش

روشهای مختلفی برای تبدیل داده های مکانی ذخیره شده در پایگاه داده و آماده سازی آن برای نمایش استفاده می گردد.

روش یک) جمع آوری بصورت برداری و نمایش هم بصورت برداری: فرض بر این است که پایگاه داده دارای داده های برداری است که از نظر هندسی صحیح بوده و دارای داده های توصیفی درستی نیز می باشد. برای نمایش داده هایی از آن انتخاب می شوند که یک منطقه جغرافیایی مورد نیاز را پر می کنند. این داده ها پس از نمادگذاری

و انجام پردازش های کارتوگرافی می توانند به وسایل نمایش دهنده خروجی نسخه نرم یا سخت برداری فرستاده شوند.



شکل : روش اول

در حالت استفاده از وسایل نمایش دهنده خروجی نسخه سخت برداری یک فایل ترسیم می تواند شامل دستورات ابزار ترسیم مانند دستورات زیر باشد:

Move to location 2 with pen down (ترسیم خط از نقطه ۱ تا ۲)

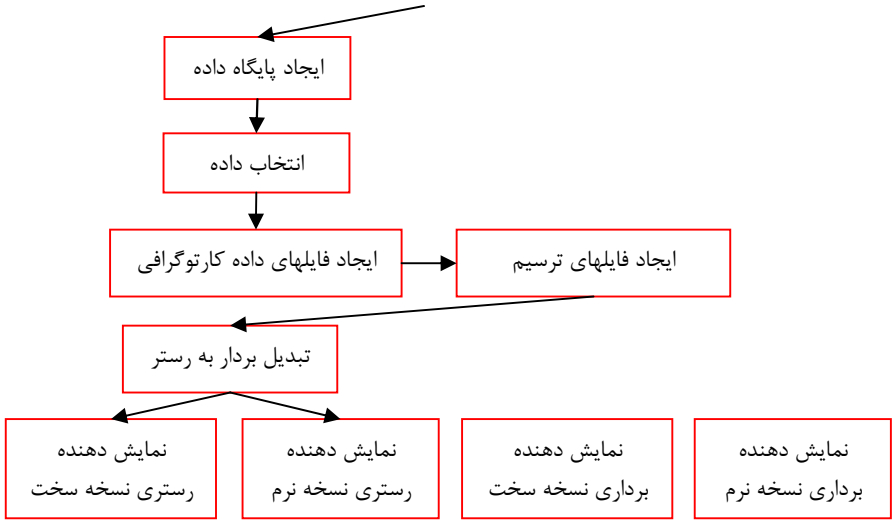
Move to location 1 with pen up (بازگشت قلم به نقطه ۱ بدون ترسیم خط)

فایلهای ترسیمی که باید ایجاد شوند حاوی دستورات ترسیم مثل قلم پایین/بالا و حرکت قلم و تبدیل داده های رقومی به حرکتهای آنالوگ قلم می باشد.

روش دوم) جمع آوری بصورت برداری و نمایش بصورت رستری: این خط تولید شبیه خط تولید روش اول است و تنها اختلاف آن با روش اول این است که وسیله نمایش دهنده وسیله نمایش رستری نسخه سخت یا نرم می باشد. برای کاربر سیستم این اختلاف قابل لمس نیست. برای اینکه فایل ترسیم باید تبدیل به رستر شده که اینکار به وسیله یک برنامه تبدیل بردار به رستر متصل شده به برنامه انجام می شود.

در حالت وسیله نمایش رستری نسخه نرم دستورات گرافیکی بجای نرم افزار گرافیکی و فایل ترسیم بهمراه یک BIT MAP و کنترل کننده نمایش قرار می گیرد. وسایل نمایش نسخه نرم رستری نیاز به تازه سازی برای حفظ تصویر نمایش و نمایش وضعیت

بهنگام داده ها بصورت سریع دارند. بازنویسی تصویر بر روی صفحه نمایش ۳۰ تا ۶۰ بار در ثانیه رخ می دهد که بوسیله کنترل کننده نمایش اجرا می شود. هر چند کنترل کننده نمایش برای اینکه چطور صفحه نمایش را تازه سازی کند فایل داده های کارتوگرافی یا فایل ترسیم را مد نظر قرار نمی دهد. آنچه که کنترل کننده هر ۱/۳۰ یا ۱/۶۰ ثانیه بر روی صفحه نمایش بازنویسی می کند یک نقشه باینری است که در حافظه BIT MAP ذخیره می شود و هر زمان که کنترل کننده بخواهد صفحه را تازه نمایید به آن دسترسی دارد.



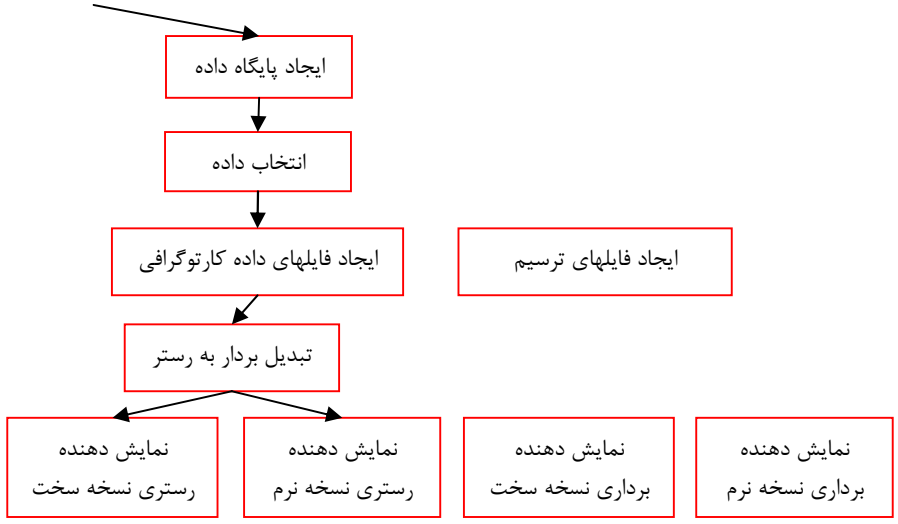
شکل : روش دوم

نمایش دهنده رستری نسخه نرم یک شکل پویای نمایش دهنده است و بخاطر این روش ایستای رستری ایجاد کردن فایلهای ترسیم استفاده نمی شود. در عوض دستورات گرافیکی بر روی bit map عمل می کنند و بنابراین نمایش تغییر می کند. این دستورات گرافیکی ممکن است شبیه به عبارات در نرم افزار گرافیکی باشند که فایل ترسیم تولید می کنند و بخاط ماهیت پویای وسایل نمایش دهنده رستری نسخه نرم دستورات گرافیکی بلافاصله تاثیر می گذارند.

روش سوم) جمع آوری بصورت رستری و نمایش بصورت رستری بهمراه دستکاری برداری داده در مراحل میانی: در این حالت نقشه اسکن شده با داده های

برداری ترکیب می شود. این روش درز سازمانهای بزرگی استفاده می شود که سیستم های اطلاعات در سطح ملی را برای انتشار تعداد ریادی نقشه با کیفیت بالا نگهداری می کنند. این سازمانها می توانند فیلم رایترهای با قطع بزرگ که می توانند فیلم های مثبت محصول نهایی را برای انتشار تعداد زیاد نقشه تولید کنند را برای جلوگیری از اتلاف زمان و هزینه بخدمت بگیرند. همچنین پلاترهای رستری چند رنگی با قدرت تفکیک بالای الکترو استاتیک در این سازمانها برای تولید تعداد کم نقشه می تواند استفاده شود.

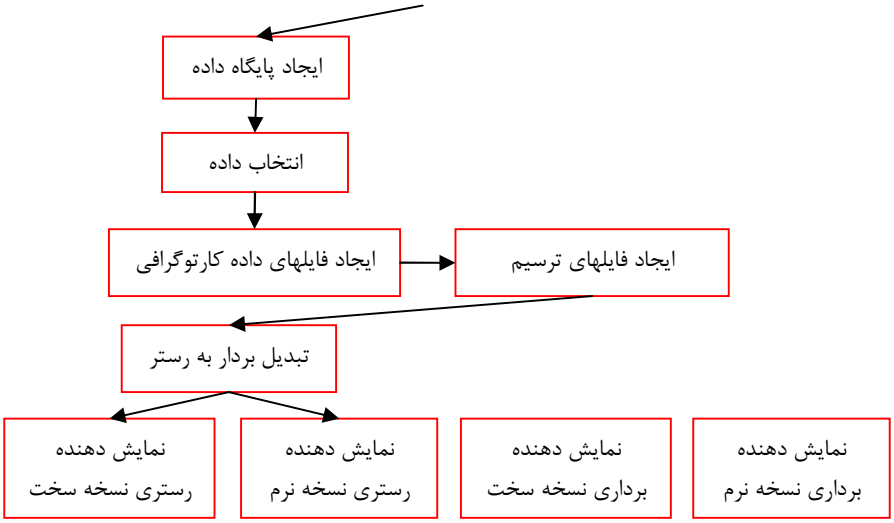
در وضعیت هایی نیز وسیله نمایش دهنده نسخه نرم رستری در محیطی لازم است که دیجیتایز کردن اتوماتیک بکار می رود.



شکل : روش سوم

روش چهارم) رقومی سازی اتوماتیک بدون برداری نمودن بعدی و بدون اتصال داده های توصیفی و با نمایش با وسایل رستری: در این حالت از اسکنر رنگی استفاده شده و فرآیند آن شبیه به جمع آوری بهبودو نمایش داده های ماهواره ای می باشد، اما در محیط کارتوگرافی شئی که اسکن می شود یک نقشه چند رنگی بجای کره زمین است، و خود سنجنده اسکنر چندین میلیمتر نه چند صد کیلومتر بالای سطح اسکن شونده است. آماده سازی داده برای نمایش ممکن است در برگیرنده تغییر دادن

رنگ ثبت شده در هر پیکسل ، جمع آوری گروهی از پیکسل ها با خواص معین (مثلا جمع آوری همه پیکسلهای همسایه با رنگ سبز بطوریکه مناطق کوچک که قبلا بصورت درختکاری بر روی نقشه ظاهر می شدند بوسیله یک منطقه جایزین شوند) ، ضخیم سازی رشته ای از پیکسلها یا برعکس آن نازک سازی[۱۸۶] آنها و غیره باشد.



شکل : روش چهارم

۱ – ۱۰ – محصولات کارتوگرافی

محصول کارتوگرافی سنتی یک نقشه است که بر روی کاغذ، پلاستیک یا هر نوع رسانه ترسیم شوند دیگر نقش می بندد. اینچنین محصولی نیز مورد نظر اصلی کارتوگرافی به کمک کامپیوتر است که نسخه سخت نامیده می شود. نسخه سخت می تواند با استفاده از ماشینهای ترسیم و در صورت امکان وسایل تکثیر تولید شوند. علاوه بر آن نوع جدیدی از محصول کارتوگرافی نیز هست که یک نوع نقشه نمایش داده شده برروی صفحه نمایش دهنده می باشد و می تواند با خاموش کردن یک سوئیچ ناپدید گردد. اینچنین محصولی نسخه نرم نامیده می شود.

محصول جدید دیگری با عنوان نقشه رقومی نیز اهمیت یافته است. این محصول تصویر یک نقشه است که بر روی رسانه قابل خواندن بوسیله کامپیوتر مثل CD فشرده،

[186] skeletonizing

دیسک سخت و غیره ذخیره می شود. نسخه نرم در اختیار کاربرانی قرار می گیرد که می خواهند از این محصول مستقیما در کامپیوتر استفاده نمایند. کاربرد موثر اینچنین محصولی نیاز به استاندارد سازی ساختار و فرمت داده دارد.
علاوه بر خروجی گرافیکی، داده های رقومی با استفاده از پردازشی که تولید گزارش نام دارد، می توانند به شکل لیست ها یا جداول های چاپ شده نیز ارائه گردند.

۱ – ۱۱ – ارتباط کارتوگرافی و نقشه با سامانه اطلاعات مکانی

یک سامانه اطلاعاتی، اطلاعات مورد نیاز کاربر را بصورت لیست ها، جداول، متن ها، گرافیک ها شامل گراف ها، دیاگرام ها، چارت ها ، نقشه ها یا حتی علائم صوتی تولید می کند. اما طبق تعریف ESRI (شرکت تولید کننده نرم افزار ArcGIS) سامانه اطلاعات مکانی عبارت است از مجموعه ای سازماندهی شده از نرم افزارها و سخت افزارهای کامپیوتری ، نیروی انسانی و داده های جغرافیایی یا مکانی که بطور کارآمدی برای جمع آوری، ذخیره سازی، بهنگام سازی، دستکاری، تحلیل و نمایش همه شکلهای اطلاعاتی که بطور جغرافیایی مرجع شده اند طراحی شده است. بنابراین آماده نمودن نقشه ها روشن ترین راهی است (اگرچه تنها راه نیست) که یک سامانه اطلاعات مکانی می تواند اطلاعات را برای کاربر فراهم نماید و کارتوگرافها برای اطمینان از اینکه نقشه های تولید شده بوسیله GIS مناسب هستند باید با این سیستم سرو کار داشته باشند.
امروزه وظایف و قابلیت های یک سیستم کارتوگرافی به کمک کامپیوتر در سامانه های اطلاعات مکانی یکپارچه شده اند. بنابراین یک کارتوگراف از سامانه اطلاعات مکانی نیز می تواند برای انجام وظایف کارتوگرافی خود استفاده نماید. بعلاوه انجام فعالیت های کارتوگرافی منجر به تولید نقشه می شود. نقشه می تواند هم بعنوان داده های ورودی و هم بعنوان اطلاعات خروجی سیستم اطلاعات مکانی مورد استفاده قرار گیرد. اما نقطه قوت سامانه اطلاعات مکانی در تحلیل و پردازش اطلاعات مکانی قرار دارد که رسانه طبیعی آن به شکل نقشه می باشد.بنابراین دیدن نقشه بعنوان ابزار اصلی GIS طبیعی می باشد. مثالی متقاعد کننده در مورد این حقیقت استفاده از هم پوشانی نقشه برای آنالیز داده های مکانی و مدلسازی است.
اغلب کارتوگرافها بطور سنتی نقشه را بعنوان یک ابزار نمایشی می بینند. این دید محدود شده تحت تاثیر GIS تغییر نموده است. در حال حاضر نقشه ها در کنار کار

نمایشی خود، بعنوان ابزار مدلسازی برای کاوش اطلاعات مکانی نیز استفاده می شوند. با این مفهوم نقشه بیشتر و بیشتر یک رابط بین سیستم-انسان (GIS) برای هدف تحلیل داده (هم پوشانی نقشه)، شبیه سازی (مناظر فرضی)، و مدلسازی می شود، تا پاسخ پرسشهای "What if" از قبیل تحلیل تخصیص-مکان[۱۸۷] را دهند. بنابر این نقشه ها نه تنها برای رواج یک پیام (دید سنتی)، بلکه برای ارتقای یک فرضیه در تحقیقات علمی (دید جدید)، و بعنوان کمک برای تصمیم سازی استفاده می شوند. بعنوان مثال شبیه سازی تغییرات محیط زیست (آلودگی هوا، گیاهان) ناشی از ساخت یک بزرگراه می باشد. در چارچوب اکتشاف داده در GIS، نقشه ها اغلب برای پرسش از داده استفاده می شوند (چطور چندین پدیده بهم ارتباط دارند؟، چطور مقادیر مکانی با زمان تغییر می کنند؟و غیره)

[187] Location-allocation