مقاله

مدل سازی مجازی شهری با استفاده از GIS

نوشته: جفری شان - دانشگاه پرودو
ترجمه: ابراهیم زارعی - کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه تهران

چکیده:
این مقاله از موضوعات متنوعی در مدلسازی شهری با تمرکز بر تجسم ساختمانی بحث می‌کند. داده‌های مختلف جغرافیایی حاضر شامل DEM، DOQ، DRG و نقشه برداری خیابان می‌باشد که در ابتدا ثبت و سپس در یک چارچوب کلی با استفاده از GISژئورفرنس می‌شوند. برای اطمینان از صحت بالای مدلسازی شهری، عکس‌های هوایی در مقیاس بزرگ از طریق همپوشانی و موزائیک بندی یکپارچه می‌شوند. عوارض شهری مانند زمین‌های سبز، پارکینگ ها، مکان‌های تفریحی، راه‌ها و ساختمان‌ها به طور مشروح در محیط GISبا وضوح بسیار بالا ترسیم می‌گردند. ارتفاع زمین و ساختمانها برای ایجاد یک ساختار TINیکپارچه، ادغام می‌شود، که بر روی آن بافت تصاویر عکسهای هوایی، به گونه‌ای انداخته می‌شود که یک تصویر واقعی حاصل می‌گردد. تصویر تولید شده می‌تواند از طریق پایگاه داده مورد بررسی قرار گیرد و از طریق اینترنت جستجو شود.

مقدمه

برنامه ریزی شهری و فعالیتهای مدنی و اجتماعی به یک تجسم واقع بینانه برای کمک به فرایند تصمیم گیری در این فعالیتها نیاز دارد. مجموعه داده‌های جغرافیایی و مدلسازی واقع بینانه، یک شرط لازم برای ایجاد یک ارائه قابل تصور می‌باشد، که GIS ابزار موثری را برای انجام این امر فراهم می‌آورد. داده‌های جغرافیایی رایج که در دسترس هستند شامل این موارد است:
مدل ارتفاعی رقومی(DEM)[1] در وضوح تصویر فضایی متنوع، مدل قائم رقومی(DOQ)[2]، نمودارهای رستری رقومی(DRQ)[3] و برخی دیگر از داده‌های موضوعی برداری شکل مانند خیابان، آب و توپوگرافی.
هر چند برای کاربردهای شهری (در سطح ناحیه کوچک)با مقیاس بزرگ، داده هایی با جزئیات بیشتر مورد نیاز است که شامل نقشه راهها، چمنزارها، پارکینگ ها و اکثر ساختمان ها می‌باشد. همه اینها نیاز دارند تا در محیط GIS یکپارچه شده، به صورت مناسبی مدل بندی شوند و در یک محیط سه بعدی به نمایش درآمده و در نهایت کد گذاری گردند.
در این مقاله یکپارچگی داده‌های جغرافیایی مختلف و مدلسازی ویژگی‌های جغرافیایی شهری با جزئیات بیشتر، مخصوصاً

ساختمانها با هدف تجسم عکس واقع بینانه[۴]، مورد بحث قرار می‌گیرد. داده‌های جغرافیایی در دسترس وارد محیط GIS شده، سپس با استفاده از ابزارهای قدرتمند GIS ثبت و ژئورفرنس می‌شوند. به منظور دستیابی به مدلسازی شهری با جزئیات زیاد، عکس های هوایی با مقیاس بزرگ همپوشانی و موزائیک بندی می‌شوند. جزئیات عوارض شهری مانند چمنزارها، پارکینگ ها، مکان‌های تفریحی، راهها و نیز ساختمانها مبتنی بر تصاویر ماهواره‌ای تصحیح شده، ترسیم می‌شوند. دقت ساختمانها و توپولوژی با بهترین دقت در طی فرایند تجمیع نگهداری می‌گردد. برای تجسم عکس واقع بینانه، یک شبکه مثلثی یکپارچه شده TIN با ادغام داده‌های DEM با مدل ساختمانی سه بعدی ایجاد شده، که با مرزهای بیرونی ساختمانی، بر طبق تعداد طبقات فراهم می‌گردد. بافت تصاویر از عکس های هوایی گرفته شده و سپس بر روی این مدل TINیکپارچه، انداخته می‌شود که در این صورت یک تصویر واقعی ایجاد می‌گردد. در ادامه در ابتدا داده‌های در دسترس خلاصه گردیده و سپس یکپارچه می‌شوند. بعد از این مرحله جزئیات عوارض شهری، مخصوصاً ساختمانها مطرح شده و در ادامه نماهای عکس واقع بینانه برای ناحیه پردیس پوردو[۵] ارائه و در پایان توضیحات بیان شده است.

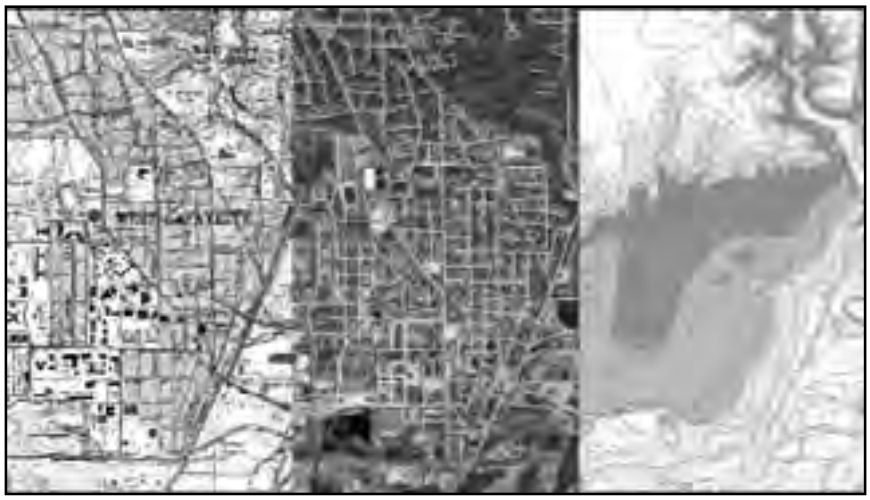
یکپارچگی داده‌ها

داده‌های جغرافیایی اغلب از منابع مختلف برای مقاصد گوناگون جمع آوری می‌شوند. این داده‌ها ممکن است فرمت ها، وضوح‌های تصویری، مرجع ها، صحت، مقیاس‌ها و سطوحی از جزئیات مختلف داشته باشند. داده‌های جغرافیایی در دسترس برای شهر لافایت غربی[۶]، ایندیانا[۷] که با هدف مدلسازی شهری جمع آوری شده شامل مدل ارتفاعی رقومی(DEM)، نقشه توپوگرافیک اسکن شده (DRG) در مقیاس ۱: ۲۴۰۰۰، تصاویر قائم (مدل قائم رقومی) با وضوح تصویر ۱ متر، عکس‌های هوایی و داده‌های برداری مختلف مانند نقشه‌های خیابان تایر[۸] و جی دی تی[۹] می‌باشد. در جدول شماره ۱ خصوصیات این دسته از داده‌ها به صورت خلاصه آورده شده است. به منظور ایجاد یک مدل شهری، داده‌های مورد نیاز برای ثبت و ژئو رفرنس کردن در یک قالب کلی جمع آوری می‌شوند. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ابزار قدرتمند و راحتی را برای اجرای این وظایف فراهم می‌آورد. محصولات GIS شرکت ESRI شامل ArcView و ArcInfo برای انجام این وظایف مورد استفاده قرار می‌گیرند. همه داده‌ها در سیستم تصویر UTM با سطح مبنای NAD۸۳ طرح ریزی می‌شوند. شکل شماره ۱ نتایج همپوشانی داده‌های برداری را با داده‌های رستری نشان می‌دهد.

سازگاری داده‌های جغرافیایی مختلف برای مدلسازی مناسب، خیلی مهم است. ناهمخوانی در میان مجموعه داده‌های گوناگون، بعد از ثبت و ژئورفرنس کردن پدیدار می‌گردد. این نکته خیلی مورد توجه است که اکثر اشتباهات ثبتی در سطح محلی است و الگوی پایه‌ای سیستماتیکی در این زمینه وجود ندارد، به جز برخی انحرافات محسوس که بین خیابانها و تصاویرDOQ مشاهده می‌شود. با مقایسه دیگر منابع داده ها، ما می‌فهمیم که اشتباه ثبتی باعث می‌شود که کیفیت محلی داده‌های DOQ از بین برود که امکان دارد این اشتباهات در محلهای دیگر با دقت اصلاح شود.

جدول شماره ۱- ویژگی داده ها

فرمت	مبنای ارتفاعی	سیستم تصویر	مقیاس	اندازه سلول(فاصله نمونه زمینی)	نوع	داده
TIFE ۶.۰ w/Geo TIFE tags	NAD۲۷	UTM	۱:۲۴k	۲/۴۳۸۴m	رستر	DRG۷/۵ دقیقه
Mr.SID	NAD۳۸	UTM	۱: ۲۴k	۱x۱m	رستر	DOQ۳/۷۵ دقیقه
USGS DEM	WGS۸۴	غیر جغرافیایی(واحدها = ثانیه‌های اعشاری)	۱: ۲۵۰k	۳"x ۳"	رستر	DEMدرجه۱
ESRI GRID	NAD۸۳	UTM	N/A	۳۰x۳۰ m	رستر	DEM۷/۵ دقیقه
SDTS	NAD۲۷	UTM	۱: ۲۴k	N/A	بردار	DLG(نقشه برداری)
ESRI Shapefile	NAD۲۷	غیر جغرافیایی(واحدها = ثانیه‌های اعشاری)	N/A	N/A	بردار	لایه‌های هدف
ESRI Shapefile	NAD۲۷	غیر جغرافیایی(واحدها = ثانیه‌های اعشاری)	N/A	N/A	رستر	سایر (خیابان جی دی تی)
TIFE ۶.۰	N/A	N/A	۱: ۳۶۰۰	۳۰ µm	رستر	عکسهای هوایی



ج- DLGو ۷/۵ دقیقه DEM ب- خیابانها و DOQ الف - واحدهای سرشماری و DRG

شکل شماره ۱- داده‌های جغرافیایی یکپارچه (لافایت غربی، IN)

مدل شهری به سطوح متفاوتی از جزئیات نیاز دارد. در حال حاضر داده‌های جغرافیایی در دسترس به طور وسیع یا حتی بدون محدودیت نمی‌توانند به تمامی‌ابعاد مورد نیاز کاربرد وضوح تصویر بالا دست پیدا کنند، که در این خصوص داده‌های اضافی هم مورد نیاز است. ما در این مطالعه عکس‌های هوایی با مقیاس بزرگ منطقه پردیس پرودو را یکپارچه کرده ایم. به منظور ایجاد مدل مجازی به هم پیوسته، تصاویر مورد نیاز باید هم پوشانی و موزائیک بندی شوند که برای رسیدن به این هدف، سطوح خاکستری و رنگهای تکی بر هم منطبق گشته‌اند. شکل شماره ۲ بخشی از نتایج هم پوشانی و موزائیک بندی را نشان می‌دهد.

ب- بعد از موزائیک بندی الف - قبل از موزائیک بندی

شکل شماره ۲- موزائیک بندی تصویر (پرودو)

مجموعه عوارض شهری

جزئیات عوارض شهری از طریق داده‌های موجود که در محیط GISیکپارچه می‌شوند، همانطور که در بالا مشاهده می‌نمایید، قابل دسترس نیستند. این ویژگی‌ها شامل راه‌های جدید، چمنزارها، پارکینگ ها، مکان‌های تفریحی، ساختمانها و غیره می‌شود. در برخی آثار راه حلهای اجتناب ناپذیری برای این موضوع ارائه می‌شود. هرچند اکثر اینها هنوز هم بصورت جاذبه‌های تحقیقی در حال توسعه می‌باشند. بعنوان یک راه حل مداخله گر، اما عملی و موثر، فروشندگان GIS و تصاویر، ابزار مفیدی برای گردآوری داده‌های GIS سه بعدی دستی فراهم می‌آورند. استفاده‌های اخیر از بسته‌های GISموجود، ممکن است مدل‌های شهری قابل قبولی را فراهم آورد، هرچند، این نوع فقط به انواع معینی از منابع داده‌ها محدود می‌شود، مانند داده‌های ارتفاعی لیدار[۱۰]. در این مطالعه، جزئیات عوارض شهری، شامل راه ها، پارکینگ، فضاهای باز و ساختمان ها، به صورت دستی، بر پایه تصاویر هوایی در محیط GIS، ترسیم می‌شود.

محدوده نمونه با عوارض مشخص شده در شکل شماره ۳ نشان داده شده است. پلی گن‌های سبز نشان دهنده محوطه‌های چمن و پارکهای رقومی‌شده، خطوط قرمز خیابانهای رقومی‌شده، پلی گن‌های خاکستری محوطه‌های پارکینگ، زرد مناطق تفریحی و آبی نشان دهنده ساختمان‌های رقومی‌شده است. برای خیابان ها، خطوط مرکزی آنها ترسیم می‌شود. تقاطع راهها به عنوان گره‌های عمومی‌بکار می‌رود، بنابراین توپولوژی راه در رقومی‌سازی نگهداری می‌شود. این مورد برای کاربرد تحلیل‌های شبکه‌ای مفید خواهد بود. در شکل شماره ۴ مقایسه تصاویر اصلی و ویژگی‌های عوارض رقومی‌شده نشان داده شده است.

توصیف ساختمان‌ها با مشکل تکنیکی عمده‌ای در فرایند مدلسازی شهری مواجه است، مخصوصاً زمانی که از عکس‌های هوایی با مقیاس بزرگ استفاده می‌شود. در ابتدا، سایه‌ها از بین رفته و جابجایی‌ها اصلاح می‌شود، و نکته قابل ذکر اینکه فقط سقف ساختمان‌ها می‌تواند ترسیم شود و این بدین دلیل است که

شکل شماره ۳- عوارض مشخص شده

شکل شماره ۴- تصویر و عوارض مشخص شده

ساختمان‌ها از محل‌های صحیح هندسی جابجا می‌شوند. ساختمان‌ها در حاشیه‌های تصویر، در مقابل موارد دیگر در بخش مرکزی تصویر، اثر اصلاحی بیشتری دارند. در هر دوی این حالات، فقط سقف ساختمان‌ها می‌تواند ترسیم شود و بافت تصاویر برای نماهای ساختمان ها، البته نه بطور کامل، می‌تواند استفاده شود. شکل شماره ۵ دو نمونه ساختمانی را نشان می‌دهد یکی در مرکز و دیگری در حاشیه عکس هوایی.

مشکل دیگر در توصیف ساختمان، لمس پیچیدگی شکل ساختمان و توپولوژی آن است. حاشیه‌های ساختمان یا جزئی از آن بوسیله فعال کردن لبه‌ها و گره‌های تقاطع ها تشخیص داده شده و اجرا می‌شود. اگرچه عدم صحت توپولوژی یا اختلاف لبه‌ها یا گره‌ها ممکن است در نتایج تجسم چارچوبی قابل توجه نباشد، ولی زمانی که بافت‌های تصویر عکس‌های هوایی، بر روی سقف ساختمانها و حتی نمای آنها انداخته می‌شود، این عدم صحت مشخص می‌شود. بنابراین، دقت توصیف و توپولوژی صحیح برای ساختمان‌های مجتمع برای تجسم عکس واقعی مهم می‌باشد.

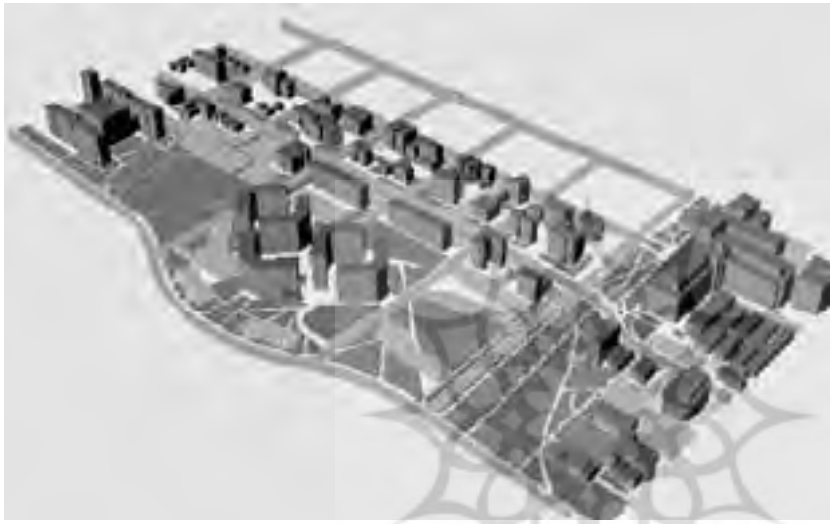
توضیح: چون اصل این تصویر رنگی بوده، از رنگ‌ها در شرح تصویر یاد شده است.

از آنجایی که فقط عکس ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد، بعد سوم ساختمان ساده شده، یعنی فرض می‌شود که سقف آنها مسطح است. ما تعداد طبقات ساختمان‌ها را تخمین می‌زنیم و از آن به عنوان ارزش مشخصه ساختمان استفاده می‌کنیم. شکل سه بعدی ساختمان به وسیله در آوردن مرز آن، بر طبق تعداد طبقات به دست می‌آید.

شکل شماره ۶ یک نمای رنگ بندی شده سه بعدی از عوارض شهری مشخص شده، است.

علاوه بر محلهای هندسی، خصوصیات موضوعی عارضه نیاز به این دارد که وارد محیط GISشود. اکثر خصوصیات موضوعی می‌توانند با تفسیر عکسهای هوایی و استفاده از نقشه پردیس پوردو موجود مشخص شود. همان طورکه ارتفاع ساختمان‌ها به عنوان یکی از خصوصیات آنها نگهداری می‌شود، متعلقات کوچک بر روی بدنه اصلی ساختمان به صورت زرد رنگ در شکل شماره ۷ به طور جداگانه مورد استفاده قرار می‌گیرد، بنابراین آنها می‌توانند به همان صورتی که به طور صحیح نمایش داده می‌شوند مورد ارزیابی قرار گیرند. به این منظور، دو خصوصیت را برای توصیف ارتفاع ساختمان مورد استفاده قرار می‌دهیم: یکی تعداد سقف بدنه اصلی ساختمان و دیگری مخصوص متعلقات، برای نمایش انحرافات ارتفاعی در بالای ساختمان اصلی. در این روش، در بررسی پایگاه داده، نتیجه کامل و صحیح گزارش داده می‌شود.

شکل شماره ۵- اصلاح جابجایی



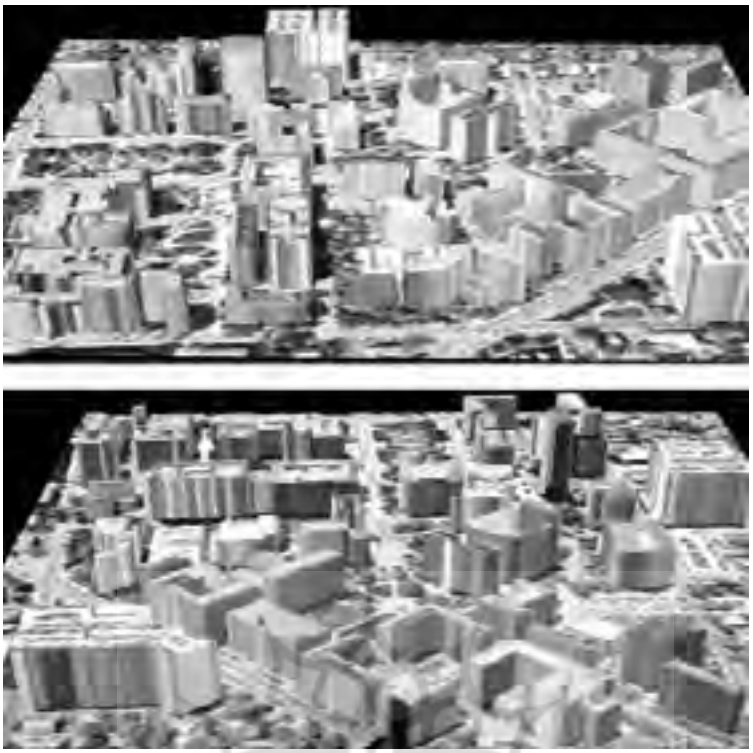
شکل شماره ۶- نمای سه بعدی کد بندی شده رنگی قسمتی از پرودو. ساختمانها (قرمز)، چمنزارها (سبز)، پارکینگها (خاکستری)، محوطه گلف (صورتی)، خیابانها (خاکستری روشن)

نمای عکس واقعی

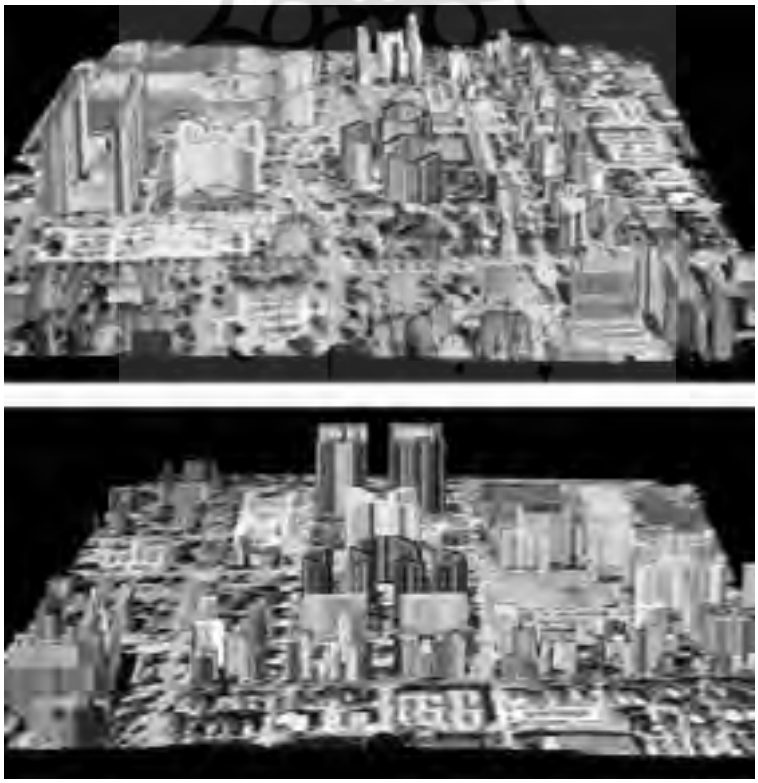
این نما، برای روی هم گذاری تصویر هوایی یا دیگر تصاویر بر روی زمین و به همان صورت بر روی ساختمانها می‌باشد. بدین منظور، DEMدر ابتدا به شبکه با قاعده مثلثی (TIN) تبدیل شده و سپس با ساختمان‌های سه بعدی شکل ادغام می‌شود. تصاویر هوایی و داده‌های TINیکپارچه شده، روی هم گذاری می‌شوند که در این صورت یک نمای عکس واقع بینانه ایجاد می‌گردد. همان طور که در شکل شماره ۸ نشان داده شده، اکثر ساختمان‌ها در شکل صحیح آنها، نشان داده شده است. تصاویر

شکل شماره ۷- بدنه اصلی ساختمان و متعلقات آن

سقف بخوبی بر روی مدلهای ساختمان با بافت‌های بسیار درست با جزئیات انداخته شده است. همان طور که در ابتدا مطرح گردید، بافت نما یک بافت نامعین و متفاوتی را نمایان می‌کند که در



شکل شماره ۸- نمای عکس واقعی از پرودو (بخش غربی)

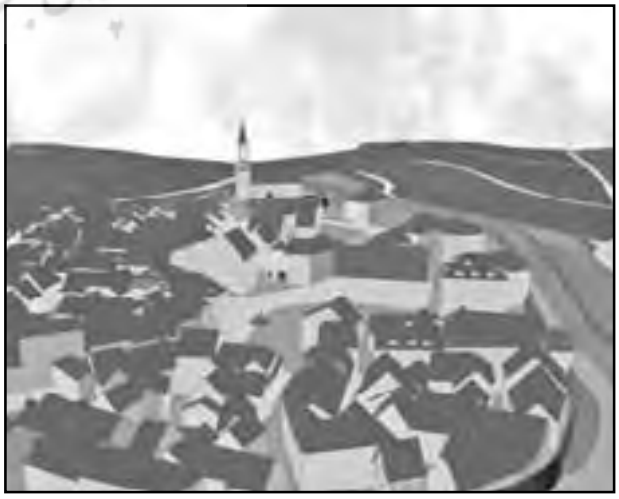


شکل شماره ۹- نمای عکس واقعی پرودو (بخش شرقی)

محل‌های متفاوت با از ساختمان‌های یکسان نمایش داده می‌شود. ساختمان هایی با بافت‌های یکسان ممکن است به صورت متفاوتی در دید به آن نگریسته شود. این مشکل بدون استفاده از بافت‌های تصاویر که از عکسبرداری زمین فراهم می‌گردد، و در ارتباط با هر نمایی در فرایند مدل ساختمان، نمی‌تواند کاملاً حل شود. به علاوه، اختلاف بین مرزهای ساختمان و تصویر آن، ناهماهنگی توپولوژیکی ساختمان‌های مجتمع و گروه‌های ساختمانی، ممکن است باعث دید مکانی غیر واقع از برخی سقف‌های ساختمانی می‌شود. استفاده از مدلهای ساختمانی دقیق تر و واقعی‌تر مانند شیب سقف‌ها با استفاده از کامپیوتر با ابزار طراحی (CAD) با کارکردهای معین GIS سه بعدی مرتبط می‌شود، که این مشکل برای یک مقیاس بزرگ اجتناب ناپذیر می‌باشد. این درخواست‌ها باعث کنش متقابل موثر بین CAD و GIS می‌شود.

جمع بندی و نتیجه گیری

GIS می‌تواند به عنوان یک ابزار مفید و سودمند در برنامه ریزی شهری و دیگر فعالیتهای اجتماعی و مدنی مورد استفاده قرار گیرد. داده‌های مختلف جغرافیایی که در دسترس هستند، می‌توانند به راحتی در محیط GIS یکپارچه، ثبت و ژئورفرنس شود. برای رسیدن به سطح بالایی از تجسم درست، نیاز به این است که جزئیات عوارض شهری گردآوری شده و در محیط GIS یکپارچه، ثبت و ژئورفرنس شود. برای رسیدن به سطح بالایی از تجسم درست، نیاز به این است که جزئیات عوارض شهری گردآوری شده و در محیط GIS یکپارچه شود. عکس‌های هوایی با مقیاس بزرگ می‌تواند به عنوان یک منبع داده مناسب برای تعیین جزئیات عوارض شهری استفاده شود. برای رسیدن به نمای عکس واقع بینانه، نیاز به این است که توپولوژی ساختمان با احتیاط بکار گرفته شود، به عبارت دیگر عدم تطابق قابل توجه ممکن است زمانی که بافت تصاویر روی ساختمان‌ها انداخته می‌شود، پیدا شود. TINمی تواند به عنوان ساختار داده‌ای مناسبی برای یکپارچه کردن مدل ساختمانی سه بعدی و مدل ارتفاعی زمین برای تجسم عکس واقع بینانه بکار رود. طرح‌های تحقیقی آتی تلاش خود را برای یکپارچه کردن عکسبرداری فضایی و قابلیت CAD سه بعدی در محیط GIS، به منظور ایجاد مدل درستی از مجموعه ساختمان ها، توپولوژی و بافت آنها معطوف خواهند کرد.■



پی نوشت:

1)Digital Elevation Model
2)Digital Ortho Quard
3)Digital Raster Graphic
4)Photorealistic
5)Purdue
6)West Lafayette
7)Indiana
8)Tiger
9)GDT
10)Lidar

منابع:

[1] Batty, M, Dodge, M., Doyle,S., Smith, A., 1998. Modeling virtual urban environments, available at http://www.casa.ucl.ac.uk

[2] F?rstner, W., 1999. 3-D-City models: Automatic and semiautomatic acquisition methods. In: D. Fritsch and R. Spiller (eds.), Photogrammetric Week '99, Herbert Wichmann Verlag, Heidelberg, pp. 291-303.

[3] Palmer,T., Shan,J., 2001. Urban modeling from LIDAR data in an integrated GIS environment. CD-ROM Proceedings of the ASPRS Annual Conference, St.Louis, MO.

[4] Stojic, M., 2000, Digital photogrammetry unleash the power of 3-D GIS, GeoWolrd, May.

[5] Sugihara, K., 2000. GIS Based System for Generating 3D Virtual City and the Evaluation of Land Use System and Construction Regulations, URISA Annual Conference.