Archive of SID

نشریه علمی- پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره هشتم، شماره ۱، شهریور ماه ۱۳۹۷

ارائه‌ی یک مدل داده‌ی فراگستر به منظور استخراج روابط مکانی

سید محسن موسوی*[۱]، ابوالقاسم صادقی نیارکی[۲]، علی حسینی نوه احمدآبادیان[۲]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
sm_kh13@yahoo.com

[۲] استادیار دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
{a.sadeghi, hosseininaveh}@kntu.ac.ir

(تاریخ دریافت فروردین ۱۳۹۶، تاریخ تصویب آذر ۱۳۹۶)

چکیده

قابلیت استفاده از اطلاعات مکانی در زمان ها و مکان های مختلف بر اساس استفاده از تکنولوژی فناوری اطلاعات(IT) و زیرساخت‌های مختلف مانند شبکه ی حسگرها، اینترنت و ارتباطات مورد نیاز در سیستم، نیازمند بهره گیری از مدل داده ی مکانی فراگستر در این زمینه است که قابلیت های سرویس دهی در هر مکان، با هر دستگاه، برای هر کاربر، توسط هر داده را فراهم سازد. لازم به ذکر است که به منظور ایجاد یک مدل داده‌ی فراگستر مبتنی بر GIS فراگستر نیاز به استفاده از استانداردهای نرم افزاری و سخت افزاری مناسب در این زمینه خواهد بود. استفاده از این استانداردها نقش مهمی در تبادل مناسب اطلاعات بین بخش های مختلف سیستم های مورد استفاده در GIS فراگستر را خواهند داشت. هدف این مقاله ارائه ی یک مدل داده ی فراگستر به منظور استخراج روابط مکانی مبتنی بر استانداردهای مناسب در راستای پوشش دادن سرویس های GIS فراگستر در حوزه‌ی استخراج روابط مکانی است. روش های مورد استفاده در ارتباط با انواع روابط مکانی از قبیل روابط جهتی، تصویری، فاصله ای و توپولوژی در این مقاله بیان خواهد شد. از آن جایی که نمی توان با استفاده از یک روش معین، روابط مکانی مختلف را از اشیاء به دست آمده توسط حسگرها استخراج کرد، از روش bounding box در مدل داده ی ارائه شده به عنوان یک روش مبتنی بر اطلاعات سه بعدی به دست آمده از حسگر کینکت، به عنوان یک حسگر نمونه جهت استخراج روابط توپولوژی استفاده شده است. توسعه ی یک زبان مکانی تحت عنوان Ubi-OCL برای بیان المان های مورد استفاده در مدل داده ی ارائه شده بستری برای تعامل پذیری بالاتر بین کاربر و این مدل داده ایجاد می سازد. در این زبان امکان انتخاب نوع حسگر و نوع رابطه ی مکانی به کاربر داده می شود از این رو متناسب با شرایط انتخاب شده روابط مکانی استخراج می گردد. در ارتباط با ارزیابی نتایج به دست آمده از عملکرد این زبان به نمایش رابطه ی مکانی توپولوژی از داده ی فراهم شده در این زمینه پرداخته خواهد شد. نتایج به دست آمده از این مقاله بیانگر قابلیت های مدل داده ی فراگستر ارائه شده برای استخراج روابط مکانی در GIS فراگستر است.

واژگان کلیدی: مدل داده‌ی فراگستر، استخراج روابط مکانی، GIS فراگستر، زبان مکانی Ubi-OCL

* نویسنده رابط

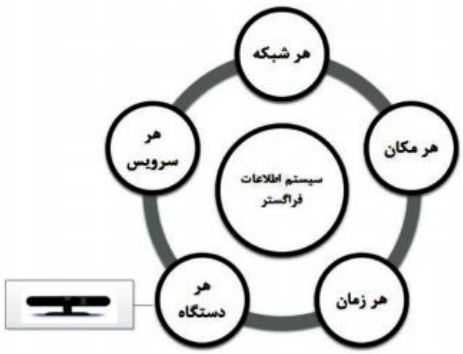
www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

نسل جدیدی از سیستم اطلاعات مکانی، نسل GIS فراگستر است که در این نسل قابلیت سرویس‌دهی به هر کاربر، در هر زمان و مکانی با استفاده از هر حسگری فراهم می‌شود. در این نسل با استفاده از تکنولوژی های مبتنی بر فناوری اطلاعات(IT)[۱] و زیرساخت های مختلف مانند شبکه ی حسگرها و اینترنت قابلیت تعامل پذیری کاربر با محیط افزایش پیدا می کند. اجزای مورد استفاده در سیستم اطلاعات فراگستر در (شکل۱) نمایش داده شده است.

GIS فراگستر مجموعه ای از مفاهیم، عملکردها و استانداردهایی است که سیستم اطلاعات مکانی را مجهز به استفاده از قابلیت های رایانش فراگستر[۲] در کاربردهای مختلف می سازد. استفاده ی هر کاربر از هر سرویس GIS فراگستر، در هر زمان و مکان توسط هر حسگر در قالب هر شبکه اشاره به این موضوع دارد. در راستای بهره برداری از سرویس های فراگستر نیازمند استفاده از یک مدل داده ی فراگستر در این زمینه است که قابلیت های سرویس دهی در هر مکان و هر زمان با هر دستگاه برای هر کاربر توسط هر داده را فراهم سازد.



شکل۱- اجزای به کار رفته در GIS فراگستر

بهره گیری از یک مدل داده ی مکانی، متناسب با قابلیت های رایانش فراگستر، امکان استخراج روابط مکانی در هر زمان و هر مکان را در قالب هر سرویس فراهم می سازد. برای بیان روابط مکانی، روش های گوناگونی مورد بررسی قرار می گیرند که هر کدام از آن ها به جنبه ای خاص از فضای محیط مرتبط می شوند. یک رابطه‌ی مکانی متناسب با شرایط مورد نظر می تواند در یکی از قالب های چهارگانه ی روابط جهتی[۳]، فاصله مبنا[۴]، تصویری[۵] و توپولوژی قرار بگیرد.

توپولوژی از جمله ویژگی های اساسی فضا به شمار می رود که بیشتر از سایر روابط مورد توجه قرار گرفته است. مدل داده ی ارائه شده در این مقاله تحت عنوان " مدل داده ی مکانی فراگستر UGDM[۶]" ،روابط مکانی مختلف از جمله روابط جهتی، فاصله مبنا، تصویری و توپولوژی را پوشش می دهد. و از طرف دیگر امکان استخراج این روابط را متناسب با الگوهای مدل سازی فراهم می سازد.

لازم به ذکر است که به منظور ایجاد یک مدل داده ی فراگستر مبتنی بر GIS فراگستر نیاز به استفاده از استانداردهای نرم افزاری و سخت افزاری مناسب در این زمینه خواهد بود. استفاده از این استانداردها نقش مهمی در تبادل مناسب اطلاعات بین بخش های مختلف سیستم های مورد استفاده در GIS فراگستر را خواهند داشت. از این رو در این مقاله به استانداردهای مورد استفاده در GIS فراگستر و همچنین مدل داده ی ارائه شده پرداخته شده است.

هدف این مقاله ارائه ی یک مدل داده ی فراگستر (UGDM) به منظور استخراج روابط مکانی مبتنی بر استانداردهای مناسب در راستای پوشش دادن سرویس های GIS فراگستر در حوزه ی استخراج روابط مکانی است. استفاده از یک مدل داده ی فراگستر نسبت به مدل داده های سنتی مورد استفاده در سیستم اطلاعات مکانی نسل های قبلی، امکان استخراج روابط مکانی را در هر زمان و مکان با استفاده از هر وسیله در قالب سرویس های مختلف را فراهم می سازد.

در بخش پیشینه ی تحقیق روابط مکانی مختلف و همچنین استانداردهای مورد نیاز برای مدل سازی روابط مورد بررسی قرار خواهند گرفت. در بخش سوم به بیان مدل داده ی ارائه شده در این مقاله برای استخراج روابط مکانی پرداخته شده است. در بخش چهارم به الگوی مدل سازی روابط مکانی در مدل داده پرداخته شده است. در بخش

۱ Information Technology
۲ Ubiquitous computing

۳ directional
٤ Distance-based
٥ projection
٦ Ubiquitous Geospatial Data Model

www.SID.ir

Archive of SID

پنجم یک زبان مکانی برای ارتقای تعامل پذیری کاربر با مدل داده‌ی مکانی توسعه داده شده است. و در نهایت نتایج به دست آمده از استخراج رابطه‌ی توپولوژی اشتراک به صورت نمونه از مدل داده، نمایش داده شده است.

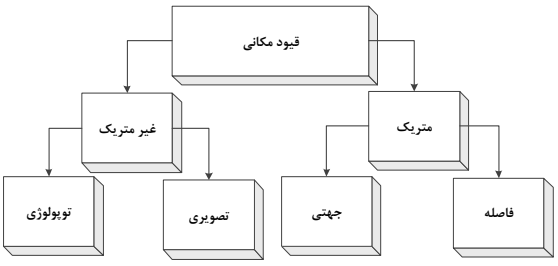
۲- پیشینه‌ی تحقیق

لحاظ کردن قیود مکانی به عنوان یک موضوع اصلی، کمک به درک درستی از روابط مکانی در محیط می کند. در سال ۲۰۰۰ شخصی به نام Waller در ارتباط با مطالعه ی یادگیری کجایی افراد روابط مکانی را به دو گروه، متریک و غیر متریک طبقه بندی کرد[۱]. هدف اصلی او از این کار استخراج روابط مشترک بین این دو گروه بود. در روابط متریک که بر پایه ی فاصله و زاویه استوار بودند استخراج روابط مکانی وابسته به اطلاعاتی از قبیل مختصات دو شئ و هو چنین زاویه ی بین آن ها محدود می شد. در حالی که در روابط غیر متریک بیشتر به اطلاعاتی از قبیل همسایگی های و جهت های بیان شده در گروه توپولوژی و گروه جهتی محدود می گردید. نتایج به دست آمده از این تقسیم بندی حاکی از اهمیت روش های غیر متریک برای درک کجایی کاربر در مکان های مختلف بود، از این رو در سال های بعد بر روی روابط غیر متریک بیشتر تمرکز شد.

در سال ۲۰۰۴ شخصی به نام Cockroft قیود مکانی را به دو گروه قیود ثابت و قیود پویا تقسیم بندی کرد[۲]. قیود ثابت به قیودی تعلق می گرفت که به مرور زمان تغییر نکرده و ثابت بودند مانند اینکه نمی شود بیان کرد صندلی در هوا معلق است. در حالی که قیود پویا امکان تغییر کردن از نقطه نظر مکانی را دارند. برای نمونه روابط مکانی مرتبط با فاصله برای دو شئ مختلف در مکان های متفاوت ثابت نمی باشد. با توجه به قیود ثابت این شخص تمایزی بین قیود توپولوژی، معنایی و قوانین تعریف شده توسط کاربر ارائه کرده است. در این حالت قیود توپولوژی مرتبط با ویژگی های هندسی تعریف می شوند برای نمونه اینکه پلی گون باید بسته باشد. در ارتباط با قیود معنایی متناسب با معنا مفهوم بیان می شود برای نمونه اینکه جاده نمی تواند داخل دریاچه قرار بگیرد. و در مورد قوانین تعریف شده توسط کاربر نیز امکان بررسی قیود مکانی موجود می باشد.

Louwsma در سال ۲۰۰۶ با اضافه کردن تعدادی معیار به قیود بیان شده توسط Cockroft تقسیم بندی قیود مکانی را کامل تر و جامع تر نمود [۳]. از جمله معیارهای مورد استفاده توسط او، بیان تعداد اشیاء، کلاس ها و یا صفات مورد مقایسه برای استخراج روابط مکانی می باشد. معیار دیگر نوع رابطه ی مکانی مورد بررسی برای استخراج روابط است. برای نمونه می توان به رابطه ی توپولوژی و یا رابطه ی فاصله اشاره کرد. از طرف دیگر ابعاد مورد نظر را نیز به این معیارها اضافه کرد. در حالت کلی می توان قیود مکانی مورد استفاده در فضاهای سه بعدی را می توان به صورت (شکل ۲) تقسیم بندی نمود.

بر مبنای شکل نمایش داده شده، طرح کلی روش های پیاده سازی شده برای استخراج روابط مکانی در فضای سه بعدی نمایش داده شده است. از جمله ملزومات دیگر برای لحاظ کردن در قیود مکانی نمایش داده شده، می توان به تعداد هستنده های مورد بررسی و یا تنوع کلاس ها و صفات آن ها نیز توجه داشت که در فرآیند مدل سازی مکانی مورد بررسی قرار می گیرند. در قسمت بعدی با بررسی دقیق تر جزئیات مرتبط به هر قید مکانی نمایش داده شده در (شکل ۲) که شامل مدل های توپولوژی، تصویری، جهتی و فاصله ای می باشند به فعالیت های پرداخته شده در این زمینه اشاره خواهد شد.



شکل۲- چارچوب های قیود مکانی مورد استفاده در فضاهای سه بعدی

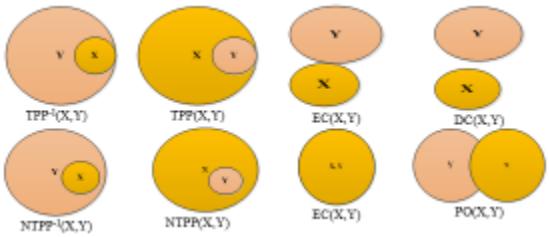
۲-۱- چارچوب‌های مدل سازی روابط توپولوژی

از آن جایی که توپولوژی یکی از ویژگی های مهم فضای مکانی به شمار می رود، روابط مورد نظر نیز در این فضا استخراج می شوند. روابط توپولوژی در طی تغییرات توپولوژیکی همچون دوران، تغییر مقیاس و یا جا به جایی بدون تغییر باقی می مانند و روابط خود را حفظ می کنند.

www.SID.ir

Archive of SID

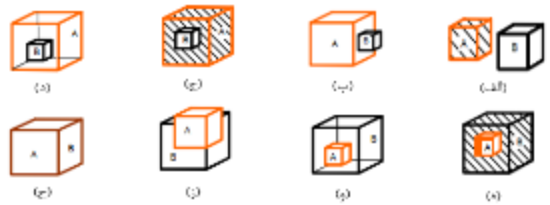
دو رویکرد اساسی برای مدل سازی روابط توپولوژیکی مورد استفاده قرار گرفته است که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به محاسبه ی منطقه ی ارتباطی[۱] توسط Randell در سال ۱۹۹۲ [۴] و همچنین روش استفاده از مدل ۹- اشتراکی توسط Egenhofer در سال ۱۹۹۱ [۵] اشاره کرد. بر مبنای سطوح مختلف ارتباطی بین دو منطقه ی مورد نظر، مدل RCC با تعریف هشت رابطه ی پوشش دهنده که عبارت اند از: " عدم اتصال[۲]"، " اتصال از خارج[۳]"، " اشتراک جزئی[۴]"، " مماس بودن[۵]"، " مماس بودن معکوس[۶]" ، " عدم مماس بودن[۷]"، " عدم مماس بودن معکوس[۸]" و در نهایت رابطه ی " برابری[۹]" که هشت مدل تعریف شده توسط مدل RCC-8 را تشکیل می دهند (شکل ۳)، روابط مکانی را استخراج می کند.



شکل۳- هشت رابطه‌ی بیان شده در مدل RCC-8

متعاقبا برای مدل سازی روابط توپولوژی، Egenhofer با ارائه ی یک ماتریس ۳*۳ که مبتنی بر پوشش دادن ۹ حالت مختلف اشتراکی بین مناطق مورد نظر می باشد، مدل ۹- اشتراکی را مطرح کرد. در این مدل مناطق داخلی (^{o})، مناطق خارجی (−) و مناطق مرزی(∂) مدل سازی شده و ارتباط اشتراکی این مناطق با استفاده از حالت باینری صفر و یک در ماتریس مورد نظر قرار داده می شوند. از این رو با مدل سازی مناطق داخلی، خارجی و مرزی امکان استخراج روابط مختلف بین دو شئ مورد نظر فراهم می گردد. روابط بیان شده عبارتند از: "انفصال[۱۰]"، "تماس[۱۱]"، "اشتراک[۱۲]"، "درون[۱۳]"، "پوشش‌با[۱۴]"، "شمول[۱۵]"، "پوشش[۱۶]" و "برابری[۱۷]" که متناسب با مدل سازی RCC-8 صورت می‌گیرد.

از جمله کاربردهای اخیر این مدل توسط Zlatanova در سال ۲۰۰۰ و ۲۰۰۴، بررسی تعداد روابط توپولوژیکی میان چهار نوع داده ی مختلف از قبیل: نقطه، خط، سطح و حجم در فضای سه بعدی، مورد استفاده قرار گرفته است[۶و۷]. به عنوان نتیجه ۶۹ رابطه ی مکانی که امکان وجود دارند بین این نوع داده ها استخراج گردیده شد. در حقیقت بین دو شئ در فضای سه بعدی ۸ رابطه امکان وقوع دارد.



شکل۴- استفاده از مدل ۹- اشتراکی برای روابط ممکن بین دو شئ سه بعدی؛ الف- رابطه ی انفصال؛ ب- رابطه ی تماس؛ ج- رابطه ی شمول؛ د- رابطه ی پوشش؛ ه- رابطه ی درونی؛ و- رابطه ی پوشش با؛ ز- رابطه ی اشتراک؛ ح- رابطه ی برابری

در سال ۲۰۰۲ آقای Li برای استخراج روابط مکانی، الگوریتمی منطبق بر جبر مکانی ورونی مبنا[۱۸] ارائه کرد[۸]. در این الگوریتم با بهره‌گیری از عملگرهای مناسب همسایگی‌های موجود بین اشیاء مکانی مورد بررسی قرار می‌گیرند. از سه مقدار به عنوان نتایج به دست آمده از عملگر مورد استفاده جهت استخراج روابط استفاده می‌شود که عبارتند از: محتوا، ابعاد و تعداد اجزاء متصل. استفاده از منطقه‌ی ورونی مرتبط با اشیاء، تعامل شئ با همسایگی آن را ارتقاء می بخشد.

رویکرد دیگری که توسط Shi و Guo در همین سال مطرح شد[۹] بر مبنای مدل سازی نامعین روابط توپولوژیکی به استخراج روابط مورد نظر می پردازد. در این روش ابتدا پس از مروری بر تعاریف مرتبط در مورد اشیاء نامعین در فضا، به بیان یک ساختار یکپارچه برای نمایش اشیاء مکانی معین و نامعین پرداخته می شود. در مرحله ی دوم با بیان یک چارچوب به نمایش روابط توپولوژیکی بین اشیاء نامشخص می پردازد و در نهایت الگوریتمی برای مشخص کردن این روابط توپولوژی ارائه می کند.

۱ Region Connection Calculus (RCC)
۲ Disconnected(DC)
۳ externally connected(EC)
۴ partially overlap(PO)
۵ tangential proper part(TPP)
۶ tangential proper part inverse(TPP-1)
۷ None- tangential proper part (NTPP)
۸ None- tangential proper part inverse (NTPP-1)
۹ Equal (EC)
۱۰ disjoint
۱۱ meet
۱۲ overlap
۱۳ inside
۱۴ Covered by
۱۵ contain
۱۶ cover
۱۷ equal
۱۸ Voronoi-based spatial algebra

www.SID.ir

Archive of SID

پیشرفت های بعدی در این زمینه منجر به توسعه‌ی روابط توپولوژیکی در سیستم اطلاعات مکانی[۱] توسط Liu و Shi در سال ۲۰۰۳ شد[۱۰]. در ابتدا با مشخص کردن یک تعریف جدید در ارتباط با روابط بین دو شئ به استخراج روابط توپولوژی مختلفی پرداخته شد. از جمله ویژگی های توپولوژی برای استخراج این روابط شامل میزان فشردگی، همسایگی، توپولوژی شبه فضایی[۲] و همچنین گروه اول اساسی[۳] و غیره می باشند.

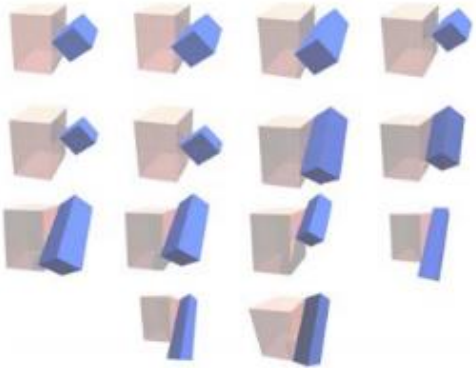
بر مبنای الگوریتم توسعه ای ارائه شده امکان یافتن تعداد روابط توپولوژی برای هر تعداد شئ امکان پذیر می گردد. که با استفاده از رشته ای از ماتریس ها این تعداد رابطه تخمین زده می شود. در ادامه با بهره گیری از این روابط توسعه یافته امکان استخراج روابط توپولوژی بین دو مجموعه ی محدب با بهره گیری از ویژگی های توپولوژی و رشته ای از ماتریس های ۴*۴ فراهم شده است.

یکی دیگر از روش های مورد استفاده برای استخراج روابط توپولوژی بهره گیری از مدل ابعادی[۴] بر مبنای فضای افاین[۵] و شکل های محدب صورت می گیرد. تعریف این مدل توسط Billen در سال ۲۰۰۲ مطرح شده است[۱۱]. در این قسمت به نمونه ای از این روش پرداخته می شود.

با در نظر گرفتن یک مثلث در فضای دو بعدی، نقاط تشکیل دهنده ی این مثلث به عنوان رئوس دارای بعد صفر در نظر گرفته می شوند، از طرف دیگر نقاط قرار گرفته بر روی لبه های مثلث دارای مرتبه ی یک می باشند و نقاطی که دارای مرتبه ی دو هستند در داخل مثلث قرار می گیرند.

با استفاده از این فرمالیزه کردن اطلاعات، اشیاء مکانی تعریف و روابط بین آن ها استخراج می گردد. در ارتباط با فضای اقلیدسی سه بعدی، از چهار المان بعدی که شامل ابعاد صفر، یک، دو و سه بعدی می باشد استفاده می گردد. برای نمونه یک پلی گون دارای المان های دو بعدی، یک بعدی و صفر بعدی است.

برای استخراج روابط بین دو شئ مختلف نیز می توان با استفاده از این فرمول روابط را استخراج کرد. برای این منظور ارتباط ابعادی بین یک شئ به صورت المان دو بعدی با تمام المان های بعدی شئ دیگر مقایسه می شود. ابتدا تمام شئ اول به عنوان یک المان دو بعدی با تمام المان های صفر، یک و دوبعدی شئ دوم استخراج می گردد و سپس المان یک بعدی شئ اول با تمام المان های شئ دوم ادامه پیدا می کند. رابطه های مکانی که امکان استخراج آن ها توسط مدل ابعادی برای اشیاء سه بعدی صورت می پذیرد در (شکل۵) نمایش داده شده اند.



شکل۵- ارتباط های ممکن که با استفاده از مدل ابعادی از دو شئ سه بعدی استخراج می شود

۲-۲- مدل سازی تصویری

روابط تصویری نیز مانند روابط توپولوژی در تغییرات تصویری، ناوردا[۶] می باشند. یکی از مثال های مورد استفاده برای ناوردا بودن روابط تصویری قرار گرفتن بر روی یک خط راست[۷] به عنوان مثال مطرح می شود. فرض کنید سه نقطه ی A،B و C که روی یک خط قرار دارند بعد از اعمال تغییرات تصویری روی همان خط باقی می مانند و فقط بر روی خط جا به جا می شوند.

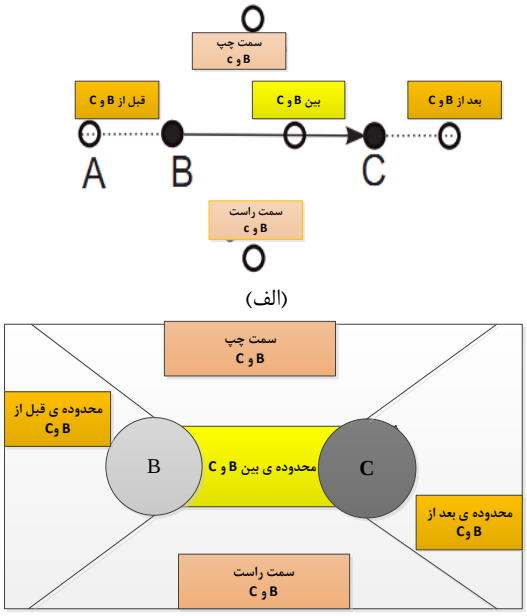
بر مبنای نظریه ی قرار گرفتن روی یک خط، مدل ۵- اشتراکی به منظور استخراج روابط پنجگانه بین نقطه ی A و دو نقطه ی B و C برقرار می گردد [۱۲]. این روابط پنجگانه استخراج شده بین این نقاط عبارتند از: " قبل[۸]"، " بعد[۹]" ، " بین[۱۰]"، " چپ[۱۱]" و یا " راست[۱۲]". در شکل (۶) روابط استخراج شده با استفاده از مدل سازی تصویری نشان داده شده است.

۱ Geographic Information System(GIS)
۲ Subspace topology
۳ first fundamental group
۴ Dimensional model(DM)
۵ Affine space

۶ invariant
۷ collinearity
۸ before
۹ after
۱۰ between
۱۱ Left side
۱۲ Right side

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۶- مدل سازی تصویری؛ الف- روابط پنجگانه به صورت خطی؛ ب- استخراج روابط تصویری در حالت ناحیه‌ای

مدل سازی تصویری مبتنی بر نقطه، قابل توسعه به مدل سازی های تصویری مبتنی بر مناطق و نواحی حجمی در فضاهای سه بعدی می باشد، که توسط Billen و Clementini نیز مطرح شده است[۱۲].

۲-۳- مدل های فاصله مبنا

فاصله از جمله قیود مکانی متریک به حساب می‌آید که با استفاده از دو رویکرد فاصله‌ی مطلق و فاصله‌ی نسبی مدل‌سازی می‌شود [۱۳]. در ارتباط با مدل‌سازی مبتنی بر فاصله ی مطلق، با در نظر گرفتن مختصات اشیاء مورد نظر قابلیت محاسبه‌ی فاصله‌ی آن‌ها از یکدیگر ایجاد می شود. برای نمونه اینکه شئ A در ۱۰ متری شئ B قرار دارد و یا به عبارت دیگر شئ A از شئ B دورتر است.

در ارتباط با محاسبه ی فواصل اشیاء از یکدیگر نیاز است تا از یک نقطه ی مرجع، به عنوان نماینده ی تمام نقاط شئ استفاده شود و سپس فاصله ی این نقطه ی مرجع از سایر نقاط شئ دیگر محاسبه گردد. غالبا از مرکز ثقل اشیاء به عنوان این نقطه ی نماینده استفاده می شود.

در ارتباط با فاصله ی نسبی، فاصله ی مورد نظر از یک شئ تا شئ دیگر با در نظر گرفتن شئ سومی سنجیده می شود. برای نمونه شئ A نسبت به شئ B به C نزدیک‌تر است.

با بررسی نمونه های مختلف در این راستا می توان بیان کرد که فاصله ی مطلق قابل توصیف به صورت کیفی و کمی می باشد. نمایش کمی و عددی فاصله مبتنی بر محاسبه ی ساده ی فاصله مکانی اشیاء از یکدیگر صورت می گیرد. در حالی که بیان کیفی فاصله ی عددی به دست آمده از اشیاء با استفاده از تقسیم بندی فضا به نواحی مختلف با اندازه های گوناگون انجام می شود، به این صورت که فواصل محاسبه شده نسبت به یکدیگر سنجیده می شوند. به بیان دیگر، بیان کیفی فواصل منطبق با فواصل نسبی برای سنجش فاصله نسبت به اشیاء دیگر استفاده می شود.

در سال ۱۹۹۵ Hernandez مراتب مختلفی برای استخراج روابط فاصله ای بین اشیاء قرار داد[۱۴]. یکی از مرتبه های طبقه بندی فواصل شامل مواردی نظیر: "نزدیک"، " دور" و " متوسط" بیان گردیده شده است. و یا در حالت های دیگر از عباراتی نظیر " خیلی نزدیک"و " خیلی دور" نیز استفاده شده است.

۲-۴- مدل های جهتی

بر خلاف روابط توپولوژی و تصویری که غیر متریک می باشند، استفاده از روابط جهتی هم چون رابطه ی فاصله ای از جمله قیود مکانی متریک به حساب می آید. به بیان دیگر در این روش های متریک به جنبه ای از فضای مورد نظر توجه می شود که وابسته به ویژگی مختصاتی آن باشد.

از آن جایی که استفاده‌ی مرتبط با بیان‌های کیفی بیشتر در تعاملات رواج دارد، در مورد مدل سازی جهتی نیز به چنین بیانی از روابط پرداخته شده است. مدل های جهتی مورد استفاده متناسب با ابعاد فضای موجود که به صورت ۲ بعدی یا ۳ بعدی در نظر گرفته می شوند، متفاوت می باشند.

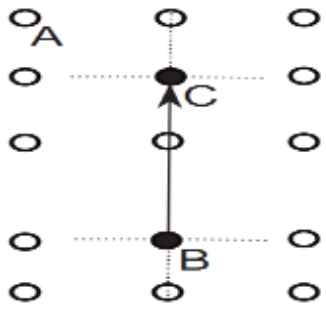
هدف مورد نظر در مدل سازی جهتی پوشش دادن روابط مکانی بین اشیاء موجود در فضای مورد نظر است. برای نمونه در فضاهای دو بعدی از هستنده های نقطه‌ای و یا منطقه ای استفاده می شود در حالی که در فضاهای ۳ بعدی به ارتباط بین هستنده های حجمی پرداخته می-شود و این روابط به مراتب بیشتر و پیچیده تر می گردد. برای هر مدل بیان شده در این راستا ابتدا به بیان ویژگی-های مرتبط با فضای ۲ بعدی آن پرداخته می شود و سپس به موارد مورد نیاز در فضاهای سه‌بعدی آن پرداخته می شود.

www.SID.ir

Archive of SID

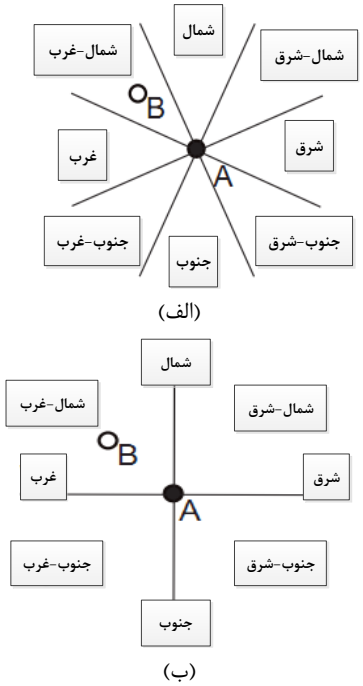
اولین مدل در این قسمت توسط Freksa در سال ۱۹۹۲ تحت عنوان مدل double cross به استخراج روابط جهتی با در نظر گرفتن یک بردار تشکیل شده از دو نقطه، صورت گرفت[۱۵].

با تعریف بردار مورد نظر می توان جهت های مختلف را برای نقاط دیگر به دست آورد. با در نظر گرفتن دو خط عمود به بردار تشکیل شده قابلیت استخراج ۱۵ مکان نسبی برای نقاط مورد نظر مبتنی بر بردار تشکیل شده ایجاد می گردد(شکل۷). استفاده از مدل double cross نسبت به روابط تصویری بیان شده کامل تر و جامع تر می باشند و حتی روابط ۵- اشتراکی مرتبط با آن ها را نیز پوشش می دهند. در سال ۲۰۰۲ این مدل توسط Pacheco توسعه پیدا کرده و قابلیت استخراج ۷۵ رابطه ی جهتی در فضای سه بعدی را ایجاد کرده است[۱۶].



شکل۷- استخراج ۱۵ رابطه ی جهتی برای نقطه ی دلخواه A با استفاده از مدل سازی جهتی

یکی دیگر از مدل های مورد استفاده در این زمینه مدل cardinal directional است. در این مدل جهت مورد نظر بین دو نقطه تعریف می گردد، نقطه ی اولیه B و نقطه ی مرجع A در فضای ۲ بعدی، نقاط تشکیل دهنده ی این بردار جهتی می باشند. این مدل توسط Frank در سال ۱۹۹۲ ارائه گردید[۱۷]. در این مدل با فرض کردن وجود یک سیستم مرجع مانند قطب های مغناطیسی (شمال و جنوب) و یا مشخص کردن توجیهات جغرافیایی (بالا و پایین) در یک شئ، امکان استخراج جهت های مختلف ایجاد می گردد. استفاده از سیستم های مرجعی مانند موارد بیان شده امکان تقسیم بندی فضا حول نقطه ی مرجع A به چند ناحیه را فراهم می سازد. در (شکل۸-الف) این نواحی به هشت منطقه ی مخروطی شکل تقسیم بندی شده اند در حالی که در (شکل۸-ب) این نواحی به صورت ۴ بخش نمایش داده شده است.



شکل۸- استفاده از مدل cardinal direction؛ الف- مدل مخروطی؛ ب- مدل تصویری

در سال ۲۰۰۱ با استفاده از یک ماتریس رابطه‌ی جهتی[۱] توسط Goyal و Egenhofer ارتباطات جهتی بین مناطق نمایش داده شده در (شکل ۶) مورد بررسی قرار گرفته شده است [۱۸]. یکی دیگر از موارد تقسیم بندی فضا، به نواحی مختلف در استخراج روابط جهتی در مدل cardinal استفاده از منطقه ی خنثی [۲] است. که در این حالت شبیه به مدل تصویری تقسیم بندی صورت می گیرد با این تفاوت که به جای ۴ ناحیه، منطق به ۹ ناحیه تقسیم بندی می گردد. از این رو برای به دست آوردن ارتباطات جهتی بین این ۹ منطقه از یک ماتریس ۳*۳ استفاده می شود که امکان محاسبه ی اشتراک بین منطقه‌ی اولیه را با ۸ ناحیه ی دیگر فراهم می سازد.

الگوریتمی توسط Skiadopoulos در سال ۲۰۰۵ برای مناطق بردار مبنا تعریف شده است که می توان با بهره گیری از ماتریس های مختلف به بررسی اشتراک بین این نواحی پرداخت[۱۹].

با توجه به استخراج روابط جهتی در فضاهای سه بعدی در این زمینه در سال ۲۰۰۷ مدل cardinal direction به یک مدل سه بعدی تحت عنوان مدل(TCD) 3D cardinal

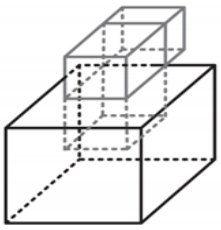
۱ direction-relation matrix
۲ neutral zone

www.SID.ir

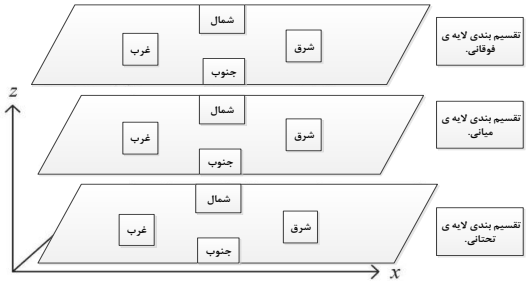
Archive of SID

direction تبدیل شد [۲۰]. در این مدل به جای استفاده از نقطه ی مرجع A از شئ مرجع[۱] استفاده می گردد. در این مدل شئ مرجع با استفاده از تکنیک bounding box به سه لایه‌ی بالایی، وسطی و پایینی تقسیم می شود. با استفاده از این امکان تقسیم بندی فضایی، قابلیت استخراج ۲۷ رابطه-ی جهتی ایجاد شده است.

یکی از مشکلات مدل TCD عدم لحاظ کردن شکل اشیاء مورد نظر است و برای هر شکل به یک روش و سبکی برخورد می کند، در بعضی از شرایط این مشکل باعث ایجاد نتایج اشتباهی به عنوان روابط جهتی استخراج شده می گردد. در تعدادی از رویکردها سعی شده است تا روابط جهتی بین اشیاء پیچیده را مدل سازی کنند[۲۱] و یا به محاسبه‌ی اشتراک بین ماتریس های مکعب شکل پرداخته شود[۲۲]. اما از طرفی استفاده از این رویکردها از نقطه نظر محاسباتی بسیار پیچیده می باشند زیرا نیاز به تقسیم بندی اشیاء و فضای پیرامون آن به سلول‌های مکعبی می باشد.



(الف)



(ب)

شکل۹- استخراج روابط جهتی در فضای ۳ بعدی؛ الف- استفاده از bounding box در امتداد هر محور برای شئ مرجع؛ ب- استخراج روابط جهتی مورد نظر در سه جهت طول، عرض و ارتفاع

۲-۵- استانداردسازی مدل داده های مکانی

ISO/TC 211 سازمان بین المللی برای استانداردسازی موارد مرتبط با استانداردهای حوزه ی ژئوماتیک است. در این ارتباط بسیاری از استانداردهای بین المللی منتشر شده اند که می توان به OGC[۲]، W3C[۳]، ISO/TC 204 ، IEEE[۴] و غیره اشاره کرد. این استانداردهای بین المللی در حوزه ی ژئوماتیک موضوع های مختلف از جمله نمایش های زمانی و مکانی، طرح واره ی کاربردی، دیکشنری داده ها، بیان و ارزیابی کیفیت داده ها، فرا داده[۵]، سرویس های مرتبط با داده های جغرافیایی و غیره را پوشش می دهند. بخش های مختلف مرتبط با استانداردهای ISO/TC 211 در (جدول۱) نمایش داده شده است[۲۳].

جدول۱- بخش های مختلف مرتبط با استانداردهای ISO/TC 211

نام استاندارد	کاربرد استاندارد
ISO 19103	ایجاد یک زبان مناسب برای اطلاعات مکانی.
ISO 19107	قواعد مرتبط با ایجاد یک طرح واره برای اطلاعات مکانی.
ISO 19108	قواعد مرتبط با ایجاد یک طرح واره برای اطلاعات زمانمند.
ISO 19109	قواعد مرتبط برای ایجاد یک طرح واره برای کاربردها.
ISO 19115	بحث در ارتباط با فراداده ها.
ISO 19130	حسگر و مدل اطلاعاتی برای اطلاعات شبکه ای و تصویری.
ISO 19139	اندازه گیری کیفیت اطلاعات.

در میان استانداردهای بیان شده در (جدول۱) استاندارد ISO 19107 به بیان قیود مکانی مورد نظر می پردازد. در این استاندارد با ارائه ی یک طرح واره مکانی، روابط مکانی مورد بررسی قرار می گیرند. برای نمونه در این استاندارد با بهره گیری از الگوی اشتراک در قالب یک ماتریس ۹ تایی رابطه ی مکانی مورد نظر استخراج می گردد. ارتباط مکانی استخراج شده همان طوری که در (شکل۴) نمایش داده شده است با استفاده از الگوی اشتراک استخراج می گردد.

در راستای ارائه ی یک مدل داده ی فراگستر نیاز به استفاده از استانداردهای نرم افزاری و سخت افزاری مناسب خواهد بود. استفاده از استانداردهای مناسب نرم افزاری نقش مهمی در کمک به تبادل مناسب اطلاعات بین بخش های مختلف سیستم های مورد استفاده در

۱ Reference object

۲ Open Geospatial Consortium
۳ World Wide Web Cosortium
٤ Institude of Electronical and Electronics Engineer
٥ Meta data

www.SID.ir

Archive of SID

GIS فراگستر خواهد داشت. در این ارتباط استانداردها در بخش های مختلفی در چنین مدل داده ای مورد استفاده قرار خواهند گرفت. در ارتباط با حوزه های مختلف از استانداردهای مورد نظر استفاده می شود.

در ارتباط با حوزه ی روابط مکانی و تبادل اطلاعات مکانی، اینترنت و ارتباطات مورد نیاز در سیستم، شبکه ی حسگرها و غیره نیاز است تا استانداردهای مورد نیاز لحاظ گردد. باید توجه داشت زمانی می توان از کاربرد اطلاعات مکانی در هر زمان و هر مکان با استفاده از هر حسگر و در هر شبکه از فناوری های IT و زیرساخت های آن استفاده کرد که از استانداردهای مختلف در این راستا استفاده شود. این استانداردها در بخش های مختلفی استفاده می شوند که قابلیت مدیریت سیستم، شناسایی، مقیاس پذیری، اعتبارسنجی، سرویس دهی در حالت پویا و تبادل اطلاعات مکانی را شامل می شود.

در این راستا نیاز است تا از استانداردهای مناسب که پشتیبانی کننده ی موارد مورد نظر باشد، استفاده گردد. برای دست یابی به این اهداف OGC، به پایه گذاری ویژه سازی برای حسگرها بر اساس استاندارد SWE[1] که گروه مرتبط با استانداردهای حسگرها به حساب می آید پرداخته است. نمونه ای از کاربرد این استاندارد در مقاله ی[۲۴] مورد استفاده قرار گرفته شده است. با استفاده از استاندارد ISO/TC211 امکان ارتباط بین شبکه ی حسگرها و کاربرها در حوزه ی مورد نظر فراهم می شود.

۳- مدل داده ی ارائه شده در این مقاله

مدل داده‌ی فراگستر ارائه شده در این مقاله (شکل۱۰) مبتنی بر اجزای به کاررفته در GIS فراگستر، به دنبال استخراج روابط مکانی سه‌بعدی با استفاده از حسگرهای مختلف است. روابط مکانی در ۴ گروه روابط جهتی، فاصله‌ای، تصویری و توپولوژی تقسیم‌بندی می‌گردند که در این مقاله به بررسی رویکردهای مورد استفاده در راستای استخراج روابط توپولوژی پرداخته شده است.

قابلیت استفاده از حسگرهای رنگی-عمق مانند کینکت بستری برای اخذ اطلاعات سه‌بعدی از محیط را فراهم می‌سازد. از این رو در این مقاله از این حسگر به‌عنوان یک حسگر نمونه برای اخذ اطلاعات سه‌بعدی از محیط استفاده شده است.

روابط توپولوژی که در دو شاخه‌ی توپولوژی جبری و مجموعه نقاط مورد بررسی قرار می‌گیرند، با استفاده از روش‌های پردازشی بر روی سیگنال‌های به دست آمده از حسگرها، امکان استخراج روابط توپولوژی فراهم می‌گردد. در این مقاله رابطه‌ی اشتراک به صورت نمونه از این مدل داده پیاده سازی شده است.

داده های به دست آمده با استفاده از حسگر کینکت از در قالب ابر نقاط از محیط اخذ شده است. پس از اخذ اطلاعات سه‌بعدی از این حسگر، اشیاء مورد نظر با استفاده از روش‌های مناسب قطعه‌بندی، به شئ‌های مورد نظر تقسیم‌بندی می‌گردد. پس از آن با استفاده از روش‌های پردازشی روابط مکانی مورد نظر استخراج می شود.

در حالت کلی، دو رویکرد برای استخراج روابط مکانی از این مدل داده مطرح شده است. رویکرد اول استفاده از اطلاعات مکانی به دست آمده از پردازش سیگنال های حسگرهای موجود در مدل مبتنی بر مختصات مرکز ثقل هستنده های مکانی برای انجام تحلیل های متریک مانند استخراج روابط فاصله مبنا مورد استفاده قرار گرفته است. رویکرد دوم با بهره گیری از الگوریتم bounding box محدوده ی هر شئ را در سه بعد طول، ارتفاع و عمق محاسبه می کند. این فعالیت امکان استخراج روابط مکانی نظیر توپولوژی را فراهم می سازد. در این مقاله از این روش برای استخراج روابط توپولوژی استفاده شده است.

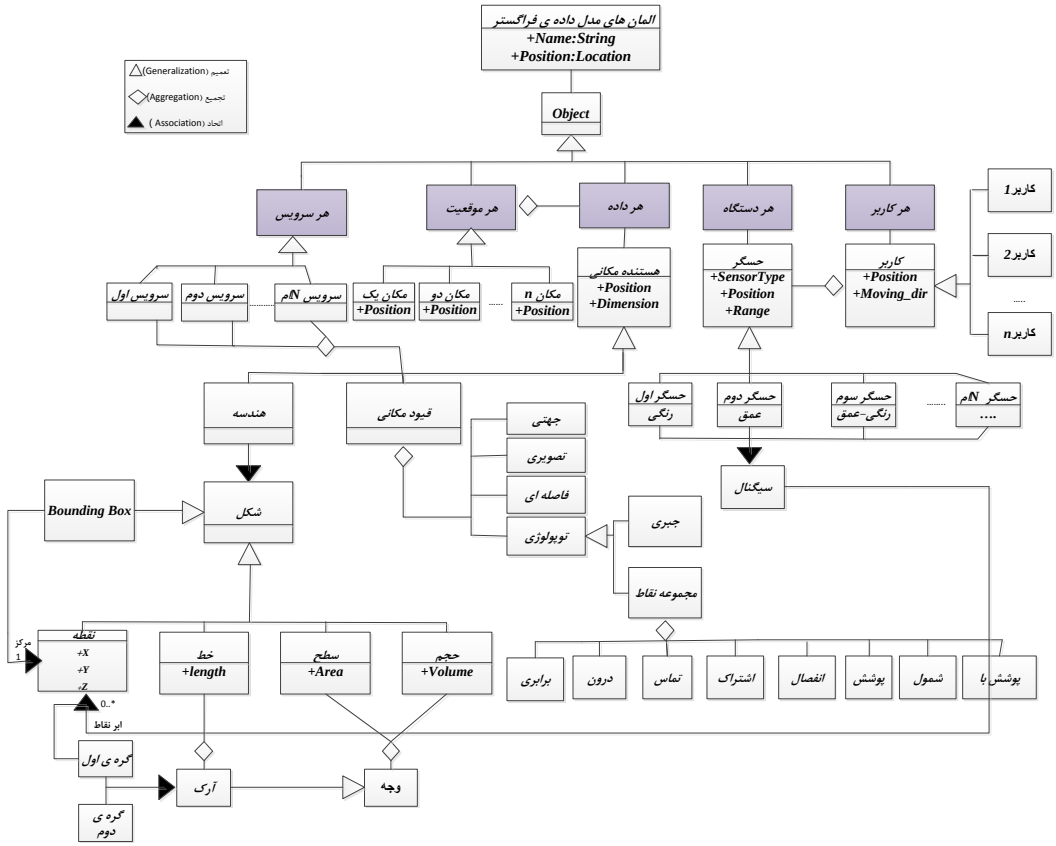
فرآیند استخراج روابط توپولوژی با استفاده از حسگر کینکت مبتنی بر مدل داده‌ی UGDM در (شکل ۱۱) نمایش داده شده است. همان طوری که در این شکل دیده می‌شود، در ابتدا حسگر کینکت اطلاعات محیط را در قالب ابر نقاط سه‌بعدی برداشت می‌کند. پس از آن با استفاده از الگوهای از پیش تعریف شده در قالب روش‌های قطعه بندی در کتابخانه‌ی ابر نقاط[2]، اشیاء مورد نظر از نقاط قطعه‌بندی می گردد. قابلیت نمایش این اشیاء به کاربر داده می‌شود تا در صورت صحیح بودن نتیجه‌ی روش قطعه‌بندی، پردازش-های لازم برای استخراج روابط توپولوژی مبتنی بر الگوریتم bounding box صورت می گیرد.

[1] Sensor Web Enablement

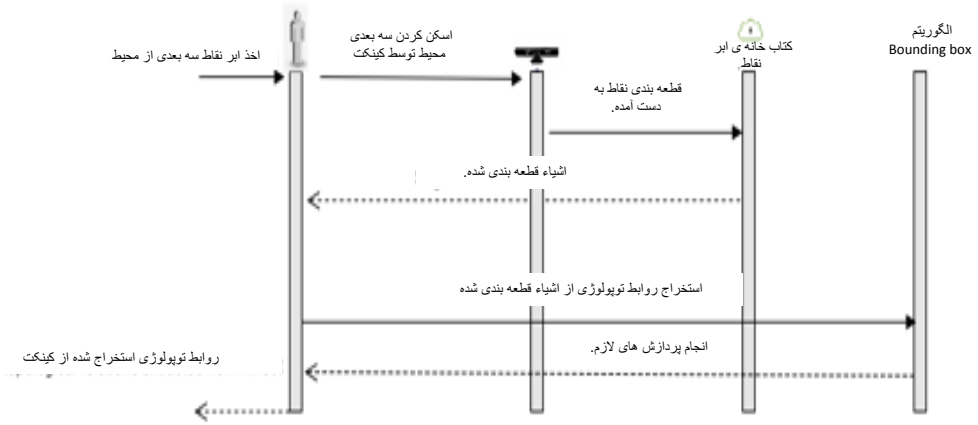
[2] Point cloud library(PCL)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱۰- مدل داده‌ی فراگستر برای استخراج روابط مکانی



شکل۱۱- دیاگرام سلسله مراتبی برای استخراج روابط توپولوژی

۴- پیاده سازی استخراج روابط مکانی در مدل داده ی ارائه شده

در این قسمت از داده‌های به دست آمده از حسگر کینکت به عنوان یک ابزار مورد استفاده در رایانش فراگستر جهت اخذ اطلاعات، استفاده شده است.

استفاده از الگوریتم bounding box برای اشیاء قطعه بندی شده از داده‌های به دست آمده از حسگر، محدوده‌ی هر شئ را مشخص می‌سازد. از این رو قابلیت استخراج روابط مکانی مختلف ایجاد می شود.

مقایسه‌ی محدوده‌ی هر شئ در سه بعد مختلف طول، عرض و ارتفاع امکان استخراج روابط مختلف را فراهم می-سازد. استفاده از یک بردار سه تایی برای نمایش اشتراک در این سه محدوده نمونه ای از یک عملگر مورد استفاده در این زمینه است.

از جمله مزیت‌های دیگر استفاده از bounding box تسهیل کردن محاسبات لازم مرتبط با شئ و تسریع در

www.SID.ir

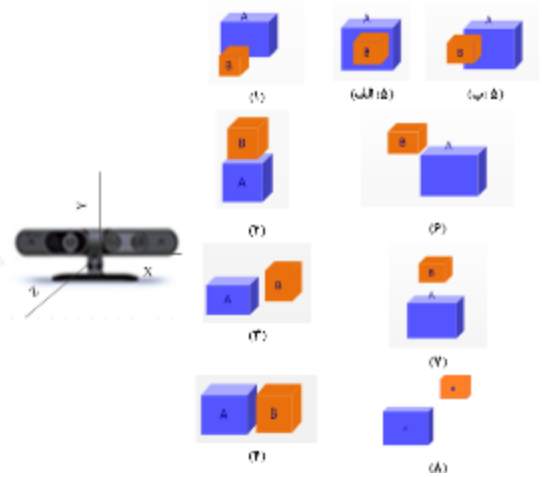
Archive of SID

استخراج روابط توپولوژی است. در (رابطه‌ی ۱) اشتراک قسمت مربوط به ارتفاع هر شئ به‌صورت $Z_1 \cap Z_2$ ، اشتراک قسمت مربوط به طول به‌صورت $X_1 \cap X_2$ و اشتراک محدوده‌ی عرض به‌صورت $Y_1 \cap Y_2$ نمایش داده‌شده است.

$$[Z_1 \cap Z_2 \quad X_1 \cap X_2 \quad Y_1 \cap Y_2] \qquad (۱)$$

روابط توپولوژی نمایش داده‌شده در (شکل ۱۲) دارای پوشش کامل ازنقطه نظر روابط انفصالی، اشتراکی و شمول در جهات مختلف می‌باشند؛ و ازاین‌رو بر مدل‌های ۹-اشتراکی برتری دارد.

اما از طرف دیگر نقص این عملگرها در عدم توانایی در پوشش دادن روابط اتصالی[۱] و رابطه‌ی پوششی[۲] است. علت آن نیز عدم وجود دقت کافی به دلیل نویزی بودن اطلاعات به‌دست‌آمده از کینکت است. (جدول ۲) بردارهای سه‌تایی متناسب با روابط توپولوژی نشان داده‌شده در (شکل ۱۲) را نمایش می‌دهد.



شکل۱۲- روابط توپولوژی پوشش داده‌شده با استفاده از کینکت.

جدول۲- بردارهای سه‌تایی متناسب با روابط مکانی پوشش داده‌شده توسط کینکت

[0, 1, 1] (۱)	[1, 1, 1] (۵)
[1, 1, 0] (۲)	[1, 0, 0] (۶)
[0, 0, 1] (۳)	[0, 1, 0] (۷)
[1, 0, 1] (۴)	[0, 0, 0] (۸)

۱ meet
۲ cover

۵- توسعه‌ی زبان مکانی Ubi-OCL برای مدل داده‌ی ارائه شده

در بخش های قبلی به چهار نوع روابط مکانی از قبیل روابط جهتی، تصویری، فاصله مبنا و توپولوژی اشاره گردید. در این بخش از مقاله در راستای نمایش دادن روابط مکانی مورد نظر در فضای فراگستر، به ارائه ی یک زبان مکانی تحت عنوان زبان Ubi-OCL پرداخته شده است. در ادامه به بیان نحوه ی نمایش رابطه ی مکانی توپولوژی توسط این زبان با ارائه ی یک مثال پرداخته خواهد شد.

نخستین زبان توسعه داده شده برای بیان روابط مکانی، زبان ساختار یافته ی جستاری(SQL)[۳] است. SQL مکانی نمونه ای از این زبان برای توسعه ی بیان روابط مکانی توسط اگن هوفر در سال ۱۹۹۴ بیان شده است[۲۵]. با بهره گیری از SQL مکانی قابلیت جست و جوی روابط مکانی از جمله روابط توپولوژی بین اشیاء مختلف به کاربر داده می شود. از طرف دیگر قابلیت نحوه ی نمایش نتایج به دست آمده از جست و جوی انجام شده نیز فراهم می گردد. Borrman و Rank در سال ۲۰۰۹ در ارتباط با روابط مکانی جهتی زبان SQL مکانی را توسعه داده اند[۲۶].

خانواده‌ی مهمی از زبان های مرتبط با روابط مکانی تحت عنوان زبان مقید اشیاء (OCL)[۴] که بخشی از زبان مدل سازی UML است، در ارتباط با بیان ارتباط بین کلاس های بیان شده در ساختار مدل داده ی UML بین المان های مختلف مورد استفاده قرار می گیرد[۲۷]. نتایج به دست آمده از زبان مکانی مبتنی بر OCL منجر به یک مقدار و یا یک شئ داخل سیستم می شود. از جمله توانایی های OCL، پشتیبانی کردن از قیود مختلف مرتبط با عملگرها، صفات و ویژگی های مختلف مدل مکانی مورد نظر است.

پژوهش های متعددی در ارتباط با توسعه ی زبان OCL برای بیان قیود مختلف در مدل داده ی UML مورد بررسی قرار گرفته است. در مرحله ی اول، در راستای پوشش دادن قیود زمانی Soden و Eicher در سال ۲۰۰۹

۳ Structured Query Language
٤ Object Constraint Language

www.SID.ir

Archive of SID

این زبان را توسعه داده اند[۲۸]. با این توسعه زبان OCL قادر به پشتیبانی از ویژگی های پویای مرتبط با المان های مدل داده است. در مرحله ی دوم، در ارتباط با پوشش دادن قیود مکانی مرتبط با المان های به کار رفته در مدل داده، تحقیقات مختلفی صورت گرفته است که بیانگر توانایی این زبان در حوزه ی مکانی برای بیان ارتباط‌های مکانی بین المان ها است [۲۹].

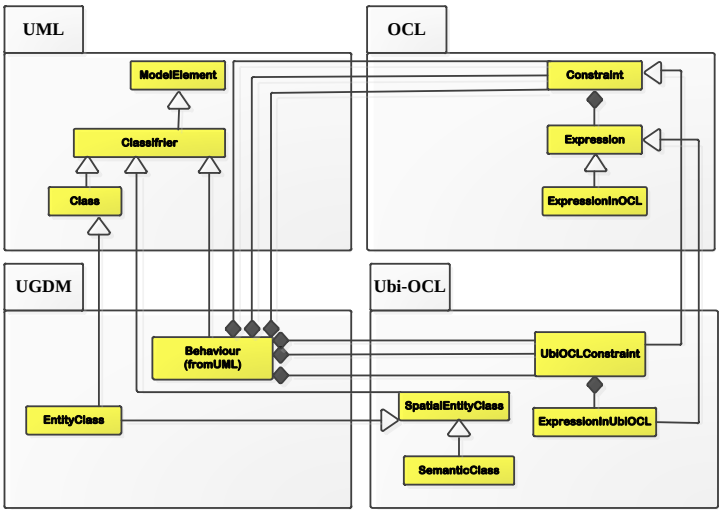
چندین نمونه از توسعه ی زبان OCL در حوزه ی مکانی ارائه شده است. در این رویکردها شبیه به روش شئ گرا، OCL مکانی ابتدا با استفاده از UML، مدل سازی داده های مکانی را انجام می دهد و سپس با بهره گیری از OCL قیود مکانی مورد نظر در GIS را تعریف می کند[۳۰]. OCL مکانی محدود به قیود توپولوژی می گردد که هشت رابطه ی مختلف توپولوژی را پشتیبانی می کند. عملگرهای مورد استفاده در این زبان منطبق بر مدل ۹-اشتراکی اگن هوفر روابط مکانی توپولوژی را بیان می‌سازد.

GeoOCL که توسط Werder در سال ۲۰۰۹ توسعه داده شده است، مرتبط با کلاس هندسی مدل داده‌ی UML فعالیت می کند[۳۱]. این کلاس در مدل داده‌ی UML دارای صفات مختلف هندسی می باشد. علاوه بر ویژگی‌های کلاس هندسی، قیود توپولوژی بین المان ها توسط زبان GeoOCL بیان می‌گردد.

در ارتباط با استفاده از زبان Ubi-OCL برای نمایش روابط توپولوژی از عملگرهای مختلف در این زمینه استفاده می گردد که بیان کننده ی تعداد اشیاء مورد نظر، حسگر مورد استفاده و شرایط مرتبط دیگر می باشد که در هر حالت نتایج به دست آمده با یکدیگر متفاوت است، و این ناشی از تفاوت دقت های حسگرهای مختلف برای استخراج روابط مکانی است.

(شکل۱۳) بیانگر نمایش کلی از فرا مدل به کار رفته در زبان Ubi-OCL است. این فرا مدل با بهره گیری از فرا مدل های به کار رفته در ساختارهای UML،OCL و مدل داده ی ارائه شده ی UGDM بیان گردیده شده است. بهره گیری از لینک های ارتباطی بین این ساختارها، امکان پیاده سازی روابط مورد نظر برای کاربر را فراهم می‌سازد.

فرا مدل به کار رفته در OCL به عنوان بخشی از فرا مدل UML تعریف می‌گردد که به واسطه‌ی لینک‌های ارتباطی قابلیت تعامل بین این ساختارها فراهم می‌شود. از طرف دیگر زبان Ubi-OCL نیز به عنوان یک زبان نمونه از زبان OCL بیان شده است و از این طریق امکانات موجود در این ساختارها مورد استفاده قرار می گیرد.



شکل۱۳- ارتباط بین Ubi-OCL با UML،UGDM و OCL

پارامترهای اصلی به کار رفته در فرا مدل Ubi-OCl در (شکل ۱۳) را می توان به صورت زیر بیان کرد:

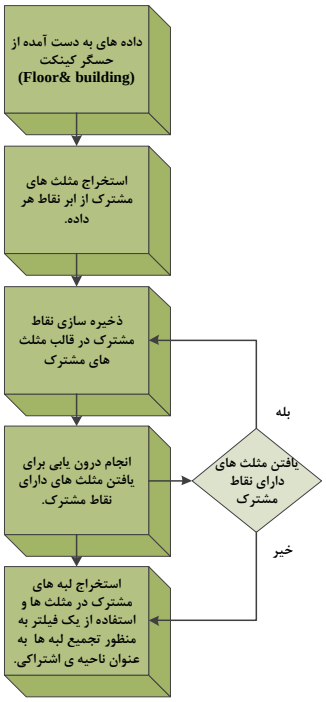
- SpatialEntityClass: این کلاس به منظور نمایش هستنده های به کار رفته در قیود مکانی مطرح شده در UGDM که شامل روابط جهتی، فاصله ای، تصویری و توپولوژی می باشند، مورد استفاده قرار می گیرد. برای نمونه اشیاء قطعه بندی شده از کینکت در این کلاس قرار می گیرند، و پس از آن پردازش های لازم برای استخراج روابط مکانی مورد نظر روی آن ها انجام می شود.

www.SID.ir

Archive of SID

- UbiOCLConstraint: از آن جایی که برای استخراج روابط مکانی مورد نظر بین هستنده های به کار رفته در کلاس SpatialEntity نیازمند الگوهای مدل سازی برای هر یک از قیود مکانی تعریف شده در UGDM هستیم، از این رو از کلاس Behaviour برای به کار گیری روش های مدل سازی مکانی مورد نظر برای هر یک از قیود جهتی، فاصله‌ای، تصویری یا توپولوژی استفاده می‌گردد. در این مقاله روش bounding box نمونه ای از کلاس Behaviour است که برای استخراج روابط توپولوژی مورد استفاده قرار گرفته است.
- ExpressionUbiOCL: از آن جایی که برای تعریف هر قید مکانی نیازمند استفاده از یک عبارت[1] است، ارتباطی بین قیود UbiOCL و ExpressionUbiOCL ایجاد شده است. نمونه‌ای از این عبارت در (رابطه ی ۲) برای استخراج رابطه‌ی اشتراک نمایش داده شده است.
- SemanticClass: از جمله ویژگی های هستنده-های مکانی به کار رفته در کلاس SpatialEntity ویژگی‌های معنایی مرتبط با آن ها می‌باشد، که در این فرا مدل به آن اشاره شده است. ویژگی‌هایی نظیر مرکز ثقل، مساحت و حجم شئ، بافت، رنگ و غیره. که قابلیت بررسی این ویژگی ها با استفاده از کلاس حسگر در مدل داده‌ی UGDM لحاظ شده است. فعالیت‌های بیشتر در این زمینه از جمله اهداف آتی این مقاله به شمار می‌رود.
- Behaviour: در راستای استخراج روابط مکانی بین هستنده‌های مورد نظر نیاز است تا از روش‌های مدل سازی قیود مکانی جهتی، تصویری، فاصله‌ای و توپولوژی که در این مقاله به آن‌ها اشاره شد استفاده کرد. این کلاس شامل رویکردها و برنامه-های نوشته شده برای استخراج روابط مورد نظر است. (شکل۱۴) فلوچارت پیاده سازی شده برای استخراج رابطی اشتراک بین داده‌های floor و building در (رابطه‌ی ۲) را نشان می‌دهد.

[1] Expression



شکل۱۴- الگوریتم ارائه‌شده برای استخراج رابطه‌ی اشتراک

در ارتباط با استخراج روابط مکانی مورد نظر از مدل داده‌ی ارائه شده، قابلیت هایی در زبان Ubi-OCL جهت ارتقای تعامل کاربر با مدل داده ی ارائه شده ایجاد شده است. برای مثال قابلیت انتخاب نوع حسگر و همچنین نوع رابطه ی مکانی به کاربر داده می شود. در ارتباط با استخراج روابط مکانی از نوع روابط توپولوژی با استفاده از حسگر کینکت بین دو عارضه‌ی ساختمان و زمین از عبارت بیان شده در (رابطه ی ۲) استفاده می شود.

Building.Topology(overlap)(Floor,kinect) (۲)

عبارات Building و Floor به عنوان کلاس های مختلف در قالب اشیاء جدا با ویژگی های مورد نظر در فرمت UML ذخیره سازی شده اند. با اجرا کردن عبارت بیان شده در قالب (رابطه ی ۲) اطلاعات مورد نظر برای استخراج رابطه ی توپولوژی از نوع اشتراک، فراخوانی شده و در نهایت خروجی مورد نظر به صورت بصری به کاربر نمایش داده می شود(شکل ۱۵).

لازم به ذکر است برای داده‌های مرتبط با building و floor از روش bounding box برای استخراج رابطه‌ی اشتراک در این قسمت از مقاله استفاده نشده است. روش پیاده سازی در این قسمت پس از خواندن ابر نقاط کینکت و انتخاب یک روش مناسب قطعه‌بندی برای تقسیم‌بندی هر عارضه به کلاس مشخص، مبتنی بر استخراج مثلث‌های

www.SID.ir

Archive of SID

مشترک در داده‌های به دست آمده از ابر نقاط مربوط به هر کدام از عوارض صورت می‌گیرد که نحوه‌ی پیاده‌سازی آن در این مقاله آورده نشده است.

(الف) (ب)

شکل۱۵- الف- مدل سه بعدی به دست آمده از کینکت در قالب ابر نقاط؛ ب- نتیجه ی پیاده سازی رابطه ی ۲ بر روی داده های ورودی

۶- نتیجه گیری

بهره‌گیری از مدل داده‌های موجود برای استخراج روابط مکانی در حوزه‌ی GIS فراگستر، قابلیت پوشش دادن امکانات رایانش فراگستر را ندارند، از این رو نیاز است متناسب با قابلیت‌های نسل GIS فراگستر، مدل داده‌ی مناسبی ارائه گردد تا تعامل پذیری کاربر با محیط را ارتقاء ببخشد.

به عنوان نتیجه از این مقاله می‌توان دریافت که در راستای توسعه‌ی مدل داده های موجود به یک مدل داده-ی فراگستر به منظور استخراج روابط مکانی نیاز است با در نظر گرفتن امکاناتی از قبیل ابزارهای موجود در فناوری اطلاعات، بستری برای انجام تحلیل‌های مکانی مبتنی بر GIS فراگستر ارائه کرد.

مدل داده‌ی مکانی فراگستر UGDM ارائه شده در این مقاله با بهره گیری از المان های به کار رفته در حوزه ی GIS فراگستر قابلیت سرویس دهی به منظور استخراج روابط مکانی را فراهم می سازد. از آن جایی که روابط مکانی به چهار گروه روابط جهتی، فاصله ای، تصویری و توپولوژی تقسیم بندی می شوند، در این مدل داده این روابط در قالب قیود مکانی قرار می گیرند.

از طرف دیگر برای استخراج روابط مکانی نیاز است تا هر کدام از آن ها با استفاده از روش های معینی مدل سازی شوند تا امکان تحلیل های مکانی مورد نظر به کاربر داده شود. از آن جایی که نمی توان از یک روش پیاده سازی برای استخراج روابط مکانی بین اشیاء به دست آمده از حسگرهای مورد نظر استفاده کرد، لازم است تا متناسب با حسگر انتخاب شده روش مورد نظر انتخاب گردد.

در این مقاله از حسگر کینکت به عنوان یک حسگر رنگی-عمق برای اخذ اطلاعات محیط در قالب ابر نقاط استفاده شده است. از این رو برای استخراج روابط توپولوژی از روش bounding box برای استخراج محدوده‌ی هر شئ در سه بعد طول، عرض و ارتفاع استفاده شده است.

قابلیت استفاده از حسگرهای مختلف در مدل UGDM بستری برای استخراج روابط معنایی علی رغم روابط مکانی فراهم کرده است. به این صورت که با استفاده از حسگرهای مختلف اطلاعات توصیفی اشیاء مکانی استخراج می گردد و در صورت نیاز مورد بررسی قرار می گیرند.

توسعه‌ی زبان Ubi-OCL برای مدل داده‌ی ارائه شده، متناسب با فرا مدل های به کار رفته در ساختارهای مختلف، امکان تعیین حسگر و نوع رابطه‌ی مکانی را به کاربر می‌دهد و از این طریق رابطه‌ی مکانی مورد نظر استخراج می‌شود. در این مقاله از داده‌های به دست آمده توسط کینکت از یک ماکت ساختمانی در ارتباط با استخراج رابطه‌ی اشتراک استفاده شده است.

مدل سازی روابط مکانی دیگر اعم از روابط توپولوژی و توسعه‌ی زبان Ubi-OCL متناسب با استانداردهای لازم از جمله برنامه‌های آتی این مقاله به حساب می‌آید.

مراجع

[1] Waller, D., Loomis, J. M., Golledge, R. G., & Beall, A. C. (2000). Place learning in humans: The role of distance and direction information. Spatial Cognition and Computation, 2(4), 333-354.

[2] Cockcroft, S. (2004). The design and implementation of a repository for the management of spatial data integrity constraints. GeoInformatica, 8(1), 49-69.

[3] Louwsma, J., Zlatanova, S., van Lammeren, R., & van Oosterom, P. (2006). Specifying and implementing constraints in GIS—with examples from a geo-virtual reality system. GeoInformatica, 10(4), 531-550.

[4] Randell, D. A., Cui, Z., & Cohn, A. G. (1992). A spatial logic based on regions and connection. KR, 92, 165-176.

[5] Egenhofer, M. J., & Franzosa, R. D. (2006). Point-Set Topological Spatial Relations. Classics from IJGIS: Twenty years of the International Journal of Geographical Information Science and Systems, 5(2), 141.

[6] Zlatanova, S. (2000). On 3D topological relationships. In Database and Expert Systems Applications, 2000. Proceedings. 11th International Workshop On (pp. 913-919). IEEE.

www.SID.ir

Archive of SID

[7] Zlatanova, S., Rahman, A. A., & Shi, W. (2004). Topological models and frameworks for 3D spatial objects. Computers & Geosciences, 30(4), 419-428.

[8] Li, Z., Zhao, R., & Chen, J. (2002). A Voronoi-based spatial algebra for spatial relations. Progress in Natural Science, 12(7), 528-536.

[9] Shi, W. Z., & Guo, W. (2002). Topological relationships between spatial objects with uncertainty. Spatial Data Quality. Taylor and Francs, London, 50-61.

[10] Shi, W., Yang, B., & Li, Q. (2003). An object-oriented data model for complex objects in three-dimensional geographical information systems. International Journal of Geographical Information Science, 17(5), 411-430.

[11] Billen, R., Zlatanova, S., Mathonet, P., & Boniver, F. (2002). The Dimensional Model: a framework to distinguish spatial relationships. In Advances in Spatial Data Handling (pp. 285-298). Springer Berlin Heidelberg.

[12] Clementini, E., & Billen, R. (2006). Modeling and computing ternary projective relations between regions. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 18(6), 799-814.

[13] Hazarika, S. M. (2005). Qualitative spatial change: space-time histories and continuity (Doctoral dissertation, The University of Leeds).

[14] Hernández, D., Clementini, E., & Di Felice, P. (1995). Qualitative distances. Spatial information theory a theoretical basis for GIS, 45-57.

[15] Freksa, C. (1992). Using orientation information for qualitative spatial reasoning (pp. 162-178). Springer Berlin Heidelberg.

[16] Pacheco, J., Escrig, M. T., & Toledo, F. (2002). Qualitative spatial reasoning on three-dimensional orientation point objects. In Proccedings of the QR2002. 16th International WorkShop on Qualitative Reasoning. Editors: Nuria Agell and.

[17] Frank, A. U. (1992). Qualitative spatial reasoning about distances and directions in geographic space. Journal of Visual Languages & Computing, 3(4), 343-371.

[18] Goyal, R. K., & Egenhofer, M. J. (2001, July). Similarity of cardinal directions. In International Symposium on Spatial and Temporal Databases (pp. 36-55). Springer Berlin Heidelberg.

[19] Skiadopoulos, S., Giannoukos, C., Sarkas, N., Vassiliadis, P., Sellis, T., & Koubarakis, M. (2005). Computing and managing cardinal direction relations. IEEE transactions on knowledge and data engineering, 17(12), 1610-1623.

[20] Chen, J., Liu, D., Jia, H., & Zhang, C. (2007, November). Cardinal direction relations in 3D space. In International Conference on Knowledge Science, Engineering and Management (pp. 623-629). Springer Berlin Heidelberg.

[21] Borrmann, A., & Rank, E. (2008). Topological operators in a 3D spatial query language for building information models. In Proc. of the 12th Int. Conf. on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE).

[22] Chen, T., & Schneider, M. (2010, March). Modeling cardinal directions in the 3D space with the objects interaction cube matrix. In Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing (pp. 906-910). ACM.

[23] Brodeur, J., Bédard, Y., & Proulx, M. J. (2000, November). Modelling geospatial application databases using UML-based repositories aligned with international standards in geomatics. In Proceedings of the 8th ACM international symposium on Advances in geographic information systems (pp. 39-46). ACM.

[24] Song, X., Wang, C., Kagawa, M., & Raghavan, V. (2010, June). Real-time monitoring portal for urban environment using sensor web technology. In Geoinformatics, 2010 18th International Conference on (pp. 1-5). IEEE.

[25] Egenhofer, M. J. (1994). Spatial SQL: A query and presentation language. IEEE Transactions on knowledge and data engineering, 6(1), 86-95.

[26] Borrmann, A., & Rank, E. (2008). Topological operators in a 3D spatial query language for building information models. In Proc. of the 12th Int. Conf. on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE).

[27] Warmer, J. B., & Kleppe, A. G. (2003). The object constraint language: getting your models ready for MDA. Addison-Wesley Professional.

[28] Soden, M., & Eichler, H. (2009, June). Temporal extensions of OCL revisited. In European Conference on Model Driven Architecture-Foundations and Applications (pp. 190-205). Springer Berlin Heidelberg.

[29] Casanova, M., Wallet, T., & D'Hondt, M. (2000, October). Ensuring quality of geographic data with UML and OCL. In International Conference on the Unified Modeling Language (pp. 225-239). Springer Berlin Heidelberg.

[30] Pinet, F., Duboisset, M., & Soulignac, V. (2007). Using UML and OCL to maintain the consistency of spatial data in environmental information systems. Environmental modelling & software, 22(8), 1217-1220.

[31] Werder, S. (2009). Formalization of spatial constraints. In 12th AGILE International Conference on Geographic Information Science (p. 13).

www.SID.ir