



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Anwendungen 2 SoSe 2011

Mariusz Baldowski

Entwicklung eines 3D-Geoinformationssystem für
Gefahrensituationen im In- und Outdoorbereich
im Rahmen von WALK

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Abbildungsverzeichnis | 2 |
| 1 Einführung | 3 |
| 2 Zielsetzung und Anforderungen | 4 |
| 2.1 RiMEA | 5 |
| 3 Vergleichbare Arbeiten | 5 |
| 3.1 Repräsentierung von 3D-Modellen | 6 |
| 3.2 Spatiales Datenbank Management System | 7 |
| 3.2.1 Datenverwaltung | 7 |
| 3.2.2 2D-3D Hybrid Model | 8 |
| 3.3 Web Feature Service | 8 |
| 3.3.1 Datenverteilung | 8 |
| 3.3.2 Datenformate | 8 |
| 3.4 3D Building Information | 9 |
| 3.4.1 Geodatenquellen | 10 |
| 4 Zusammenfassung | 11 |
| Literatur | 13 |
| Abbildungsverzeichnis | |
| 1 Level of Detail | 7 |
| 2 Client/Server Architektur, Nach You Wan, Fuling Bian (2007) geändert | 9 |
| 3 Model Scale | 11 |

1 Einführung

Massenpaniken bei Großereignissen wie zum Beispiel auf der Love Parade in Duisburg (21 Tote) sind katastrophal und fordern viele Opfer. Dabei sind nicht nur unglückliche Umstände und deren Verkettung Ursache dieser Massenpaniken, sondern oft das Fehlverhalten von Sicherheitskräften vor Ort während oder vor der Panik. Des Weiteren schätzen Veranstalter die geographischen Gegebenheiten im Zusammenhang mit der Menge an erwarteten Personen falsch ein, was zu einer massiven Überfüllung kritischer Bereiche, wie Engpassagen oder Treppen, führt und so Massenpaniken und Verwirrung auslöst. Mit der heutigen Technologie ist es jedoch möglich, diese Massenpaniken im Vorfeld zu analysieren und aus den Erkenntnissen Informationen zu sammeln, um weitere Katastrophen präventiv zu verhindern oder abzuschwächen. In dem Projekt WALK an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg werden Komponenten entwickelt, welche für die zukünftige Sicherheitsplanung eingesetzt werden können, um die kritischen Bereiche und Passagen der Gegebenheiten ausfindig zu machen und die Evakuierungspläne entsprechend anzupassen. Für die Sicherheitsplanung sollen nicht nur die Bereiche innerhalb eines Gebäudes oder Areals analysiert werden, sondern auch das Gelände um das Gebäude.

Für die beiden Bereiche In- und Outdoor gibt es grundsätzlich zwei Informationssysteme, welche die Geodaten hinreichend modellieren: Die Geoinformationssysteme (GIS) und die Computer-aided-design (CAD) Systeme. Geoinformationssysteme können abhängig vom Kontext für verschiedene Zwecke verwendet werden, jedoch dienen sie zur Erfassung, Bearbeitung, Analyse und Präsentation geografischer Daten. Bekannte Geoinformationssysteme sind die von Google angebotenen Informationssysteme Google Maps und Google Earth. CAD Systeme werden in der Architektur, dem Bauingenieurwesen und im Maschinenbau verstärkt verwendet und dienen zur rechnerunterstützten Konstruktion.

Für WALK wird ein Geoinformationssystem benötigt, welches nicht nur Gebäude, sondern auch das Gelände um das Gebäude hinreichend modellieren und im semantischen Kontext verbinden kann. Im Zusammenhang mit einer Gefahrensituationen werden des Weiteren Agenten benötigt, die mit diesem Geoinformationssystem interagieren können. (Siehe [C.11])

Besonders interessant ist die realistische und abstrakte dreidimensionale Visualisierung von Geodaten. Dreidimensionale Modelle können nicht nur zu einer verbesserten Kommunikation und dem verbundenen Verständnis führen, sondern auch eine tragende Rolle in der Entscheidungsfindung sein.

Das nächste Kapitel gibt einen tieferen Einblick über die Anforderungen, die ein solches Geoinformationssystem erfüllen muss, um Szenarien im In- und Outdoorbereich zu simulieren und zu analysieren.

2 Zielsetzung und Anforderungen

Das Geoinformationssystem gilt als die zentrale Komponente, welche Schnittstellen zur korrekten Interpretation der Gefahrensituation bereitstellt. Das gewählte Szenarium muss intern modelliert werden. Abhängig von den Eingabewerten, die das Szenarium von den anderen Komponenten bekommt, entstehen immer neue Simulationsbedingungen. Dabei muss beachtet werden, dass ein Szenarium sich aus vielen inhomogenen Informationen zusammensetzt. Diese Informationen sind meistens als Informationsschichten verfügbar, und müssen zwecks korrekter Geolokalisation intern zusammengesetzt werden, um die nötigen Informationen zu einer bestimmten Position zu erhalten.

Ein Problem bei Gefahrensituationen sind die vielen Informationen, die zu bestimmten Zeitpunkten vorhanden sind. Gemeint sind Informationen wie Gebäudepläne, Agenten, Evakuierungs- und Rettungswege, Feuerausbreitung, Lichtquellen, Objekte und viele weitere. Diese Informationen müssen unabhängig voneinander betrachtet werden und erschweren somit die Modellbildung. Die Idee ist, eine Informationsschichtenarchitektur zu finden, welche abhängig von der eingegebenen Position und Informationsschicht eine Information zurückgibt. Dadurch könnten Zuständigkeiten auf die verschiedenen Informationsschichten verteilt werden. Diese Informationsschichten sollen zeitlich veränderbar sein, das heißt, dass Veränderungen direkt in der Informationsschicht repräsentiert werden. Als Beispiel dient hier die Ausbreitungsfläche eines Feuers, welche anfangs als Punkt in der Schicht dargestellt wird, und mit der Zeit expandiert.

Ein wichtiges Element in dem Projekt WALK ist die Modellierung von Personen als Agenten, das so genannte Agentensystem (Agentenkomponente). Diese Komponente wird von Christian Thiel entwickelt. Ziel des Agentensystems ist es, die einzelnen Personen nicht wie in anderen Simulationen als Partikelsysteme oder Flüssigkeitsmodelle zu modellieren, sondern mithilfe eines Multiagentensystems. Dabei spielen die Individualität, persönliche Eigenschaften und emotionale bzw. psychologische Verhaltensweisen der Personen eine tragende Rolle. Mithilfe von verschiedenen Sensoren können Agenten ihre Umgebung wahrnehmen und darauf reagieren.

In WALK sollen Großereignisse simuliert werden, das heißt, dass sehr viele Agenten gleichzeitig in ein gewähltes Gefahrenszenario eingepflegt werden müssen. Dabei sollen die Agenten auf mehrere Server verteilt und repliziert werden, wobei jedoch die Synchronisation aller Agenten nicht vernachlässigt werden darf. Es könnten Inkonsistenzen auftreten, da Latenzen entstehen, wenn Daten verteilt werden. Problematisch hierbei wird die Frage nach der ausreichenden Performance des Gesamtsystems, denn alle Agenten müssen mit dem Geoinformationssystem in irgendeinerweise kommunizieren. Auch die Visualisierung aller Agenten wird ein kritisches Forschungsobjekt in Bezug auf Performanz und Konsistenz sein. (Siehe [C.11])

Um das Geoinformationssystem zu testen, Bedarf es einer zwei- oder dreidimensionalen GUI, bei der die Funktionalitäten eingesehen werden können. Eine Evaluierung der Funktionalitäten nur auf textueller Basis erscheint schwer, da korrekte Verhaltensweisen der Agenten innerhalb von Gebäuden nicht direkt abgelesen werden können. Aufgrund dessen wird eine prototypische Visualisierungskomponente entwickelt, welche als 'Proof of concept' angesehen werden kann und den anderen Komponenten hilft, eine ausreichende Testumgebung zu bieten.

Richtlinien, um zum Beispiel eine Gefahrensituation innerhalb dieser Systeme zu simulieren und zu analysieren, fehlen. Ein dazugehörige Analysewerkzeug ist ebenfalls nicht vorhanden.

2.1 RiMEA

Die Richtlinie für Mikroskopische Entfluchtungsanalysen (RiMEA) [RiM09] definiert einen Mindeststandard in Bezug auf die Eingangsgrößen, die Modellbildung, die rechnerische Simulation und die Auswertung und Dokumentation einer Entfluchtungsanalyse. Durch diese Richtlinie kann die Leistungsfähigkeit eines Flucht- und Rettungskonzeptes bewertet werden. Sie kann auf alle baulichen Anlagen einschließlich aller anderen Freiflächen oder Objekte angewendet werden, jedoch liegt der Hauptaugenmerk auf Versammlungsstätten (Großereignisse) mit vielen Personen.

Die in dieser Richtlinie beschriebenen Größen, Berechnungen und Erkenntnisse sind stark relevant zur Erstellung eines Geoinformationssystems im Kontext WALK. Viele funktionale Anforderungen können aus dieser Richtlinie abgeleitet werden. Besonders interessant sind die Testfälle, die in dem Dokument beschrieben werden. Diese Testfälle werden der Ausgangspunkt zur Erstellung des Geoinformationssystems sein, da sie schrittweise definieren, was ein solches System leisten sollte. (Siehe [RiM09] und [TGS11]) Somit ist die RiMEA eins der wichtigsten Dokumente zur Entwicklung des Analysewerkzeugs für das Geoinformationssystem.

3 Vergleichbare Arbeiten

In diesem Kapitel werden vergleichbare Arbeiten vorgestellt und die wichtigsten Erkenntnisse gesammelt. Dabei spielen wissenschaftliche Arbeiten eine Rolle, welche versuchen, die beiden Systeme, Geoinformations- und CAD-System, zu verbinden.

3.1 Repräsentierung von 3D-Modellen

Für die beiden Bereiche In- und Outdoor gibt es grundsätzlich zwei Informationssysteme, welche die Geodaten hinreichend modellieren: Die Geoinformationssysteme (GIS) und die Computer-aided-design (CAD) Systeme. Geoinformationssysteme können abhängig vom Kontext für verschiedene Zwecke verwendet werden, jedoch dienen sie zur Erfassung, Bearbeitung, Analyse und Präsentation geografischer Daten. CAD Systeme werden in der Architektur, dem Bauingenieurwesen und im Maschinenbau verstärkt verwendet und dienen zur rechnerunterstützten Konstruktion.

Die Techniken für die Visualisierung von 3D Modellen in Geoinformationssystemen sind weit verbreitet. Jedoch wurde die Integration von Gebäuden in diesem topologischen Umfeld kaum untersucht, es fehlt an Implementationsbeispielen.

Geoinformationssysteme wurden überwiegend in einem zweidimensionalen Kontext verwendet und implementieren meist ihre eigenen Visualisierungskomponenten, die keinen Standards folgen und nicht wiederverwertbar sind. Dies führt zu einer schwierigen bis unmöglichen Integration der Geoinformationssysteme in einem neuen Kontextumfeld. (Siehe [OBS05]) Die in den Geoinformationssystemen verwendeten dreidimensionalen Modelle (3D GIS) fehlt es an topologischen Strukturen oder sie werden nur in einem 2.5D Umfeld verwendet. 2.5D beschreibt ein System mit nur einer z-Koordinate für jede (x, y) Position. (Siehe [KJY09]) CAD Systeme beschränken sich zunehmend auf Gebäudedaten und kaum auf das Gelände um das Gebäude. Ein semantischer Zusammenhang innerhalb von CAD Systemen fehlt praktisch völlig.

Um die Menge an Daten in verschiedenen Detailstufen repräsentierbar zu machen, wurde der Begriff Level of Detail eingeführt. Es gibt vier verschiedene Level of Detail Stufen:

- block models (LOD-1) dienen zur Anzeige von Blocken und wird verwendet, wenn der Betrachter weit entfernt ist,
- geometry models (LOD-2) modellieren Grundrisse von Gebäuden,
- architectural models (LOD-3) zeigen die Außenfassade des Gebäudes konkret an,
- und interior models (LOD-4) werden für das Innenleben von Gebäuden verwendet. (Siehe [HD07])

Insbesondere eignet sich dieses Stufenmodell, wenn, wie bei WALK vorgesehen, das System auf verschiedenen Plattformen mit unterschiedlicher Leistung laufen soll.



Abbildung 1: Level of Detail

3.2 Spatiales Datenbank Management System

Sowohl Geoinformationssysteme als auch CAD Systeme repräsentieren nur geografische Daten, und sind nicht zur semantischen Analyse von Simulationen, besonders im dreidimensionalen Raum, geeignet. Thematische Abfragen und analytische Aufgaben sind kaum möglich. (Siehe [WB07], [KJY09]) Die Integration von Indoor 3D Modellen erhöhen die Komplexität stark.

Mithilfe einer spatialen Datenbank (SDBMS) werden die Möglichkeiten für die semantische Verwendung vereinfacht.

3.2.1 Datenverwaltung

Die Geodaten müssen in einer Datenbank verwaltet werden. Es eignet sich ein Spatiales Datenbank Management System (SDBMS), welches Geodaten interpretieren und importieren kann. PostGIS kann als Geodatenbank verwendet werden. PostGIS implementiert die Spezifikation des Open Geospatial Consortium (OGC), welche das Ziel verfolgen, Standards für Geoinformationssysteme bereitzustellen. Mit PostGIS sind räumliche Funktionen, wie die Berechnung von Flächen und Distanzen, Verschneidung, Berechnung von Pufferzonen, und räumliche Operatoren wie Overlaps, Within, Contains verwendbar. Des Weiteren können Funktionen für die Abfrage von Geometrien (GML, SVG, KML) verwendet werden. PostGIS ermöglicht die Importierung von OpenStreetMaps Geodaten, welche sich für die Geländemodellierung eignen. Eine native Routenplanung ist in PostGIS implementiert. (Siehe [WB07], [KJY09])

3.2.2 2D-3D Hybrid Model

Der Gedanke hinter dem 2D-3D Hybrid Model ist die Integration von CAD Dateien, Geodaten von Gebäuden, in das oben beschriebene System. Dabei werden 2.5D Gelände Geodaten mit 3D CAD Dateien verbunden. Die 3D CAD Dateien (Flure, Räume) werden zuerst geparkt (GML), und dann in die PostGIS Datenbank integriert. Dadurch können nun die räumliche Operatoren wie Overlaps, Within, Contains verwendet werden.

3.3 Web Feature Service

Aufgrund der Vielzahl von Geoinformationssystemen fehlt es bei vielen an Standards in der Entwicklung, auch in den wissenschaftlichen Bereichen nicht. Kommerzielle Produkte wie Google Earth und Virtual Earth visualisieren 3D Modelle nur, ohne semantische und topologische Aspekte, somit sind keine Abfragen oder Analysen zu den Modellen möglich.

3.3.1 Datenverteilung

Mithilfe der OGC Interface Spezifikation zur Verteilung von Geodaten kann ein Standard zur Verteilung der Geodaten verwendet werden. Diese Spezifikation wird zur 2D, 2.5D und 3D Visualisierung verwendet. Die OGC web services, wie Web Feature Service (WFS), Web Coverage Service (WCS) und Web Map Service (WMS), bieten Möglichkeiten zur Verteilung von Geodaten. (Siehe [HD07]) Der WFS kann auf die http Anfragen von Clients eine GML Repräsentation der Geodaten liefern. Des Weiteren können Clients mithilfe von Anfragen nur die Daten erhalten, welche sie konkret benötigen.

3.3.2 Datenformate

Es muss ein Datenformat gefunden werden, welches die Geodaten hinreichend modelliert und einem gewissen Standard entspricht. CityGML wurde von der OGC als Standard für das Format für Geodaten festgelegt. CityGML bietet die Möglichkeit, verschiedene Stufen, so genannte Level of details (LOD), abhängig von der Entfernung des Betrachters zum Objekt wiederzugeben. CityGML basiert auf XML, welches sich zur Speicherung von komplexen semantischen Informationen eignet. (Siehe [KJY09])

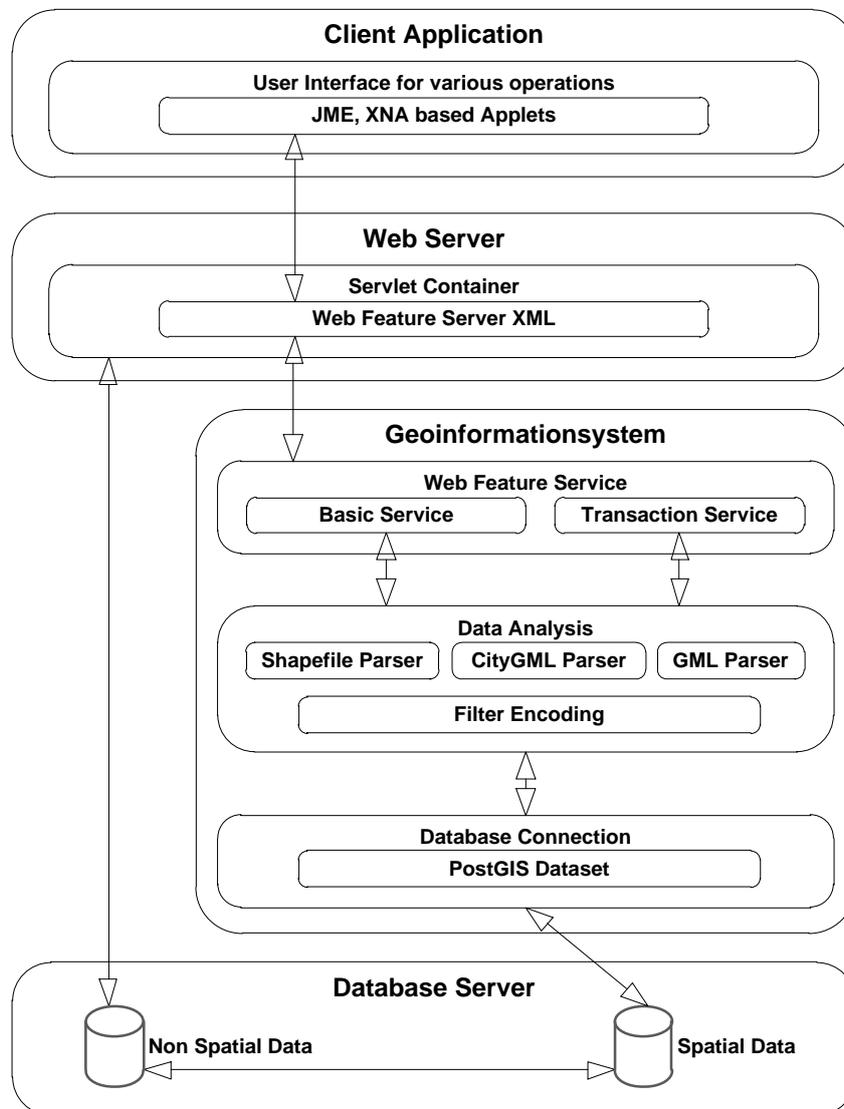


Abbildung 2: Client/Server Architektur, Nach You Wan, Fuling Bian (2007) geändert

3.4 3D Building Information

Bei 3D Building Information geht es um die Visualisierung von Building Models in einem 3D City Modell. Ein 3D City Modell kombiniert GIS und BIM (CAD) Daten. Building information models

(BIMs) repräsentieren die semantischen Daten für die Verwendung von Rettungsszenarien. Sie haben

- Entitäten wie Position und Größe
- Topologische Informationen (Welcher Raum ist mit welchem Flur verbunden)
- Gruppierungen von Räumen zu Sektoren

Zwar sind viele Quellen für Geoinformationen in einem GIS verfügbar, jedoch werden die Informationen über Gebäude meist nicht durch das GIS gehandhabt oder repräsentiert. Für Rettungsszenarien müssen BIM, CAD und GIS Systeme verbunden werden, um alle Vorteile nutzen zu können.

3.4.1 Geodatenquellen

Bisher wurde nur das Datenformat gefunden. Es muss noch eine Datenquelle für die Geodaten definiert werden, welche wiederum den Standards entspricht. Die Gelände- und Gebäudegeodaten werden als Schichten in die Level of detail Stufen eingesetzt. Für die Stufen 1-3 eignen sich Geodaten von OpenStreetMaps und Google Maps. Das Gelände kann mit diesen Geodatenquellen modelliert werden, jedoch fehlen Geodaten für die Gebäude. Die LOD-4 benötigt eine Datenquelle, welche hinreichend dargestellt wird.

Building Information Model (BIM) ist die nächste Generation von CAD-Systemen. BIM konzentriert sich auf die Entwicklung einer einzigen Datenbank für die Gebäudeinformationen, welche nicht nur grafische, sondern auch semantische Informationen der Daten besitzt. Dies umfasst nicht nur die architektonischen und strukturellen Informationen, sondern auch Daten über elektrische und mechanische Systeme innerhalb des Gebäudes, weshalb sich BIM von gängig benutzten CAD-Modellen unterscheidet. Dadurch ist es möglich, bestimmte Szenarien mithilfe der BIM-Daten nicht nur visuell darzustellen, sondern automatisch mit weiteren Informationen auszustatten.

Mithilfe der Industry Foundation Classes (IFC), einem offenen Standard zur digitalen Beschreibung von Gebäudemodellen, wurde ein Datenformat entwickelt, welche die logischen Gebäudestrukturen, zugehörige Attribute und Geometrie beschreibt. IFC wird von zahlreicher Software zum Austausch von Gebäudedaten unterstützt. Mithilfe der IFC können Gebäude für das BIM bereitgestellt werden. (Siehe [KJY09] und [HD07]) Da LOD-4 in CityGML die internen Gebäude beschreibt, dient die Einführung von BIM und IFC in LOD-4 als Startpunkt für die Modellierung von Gebäuden in Walk.

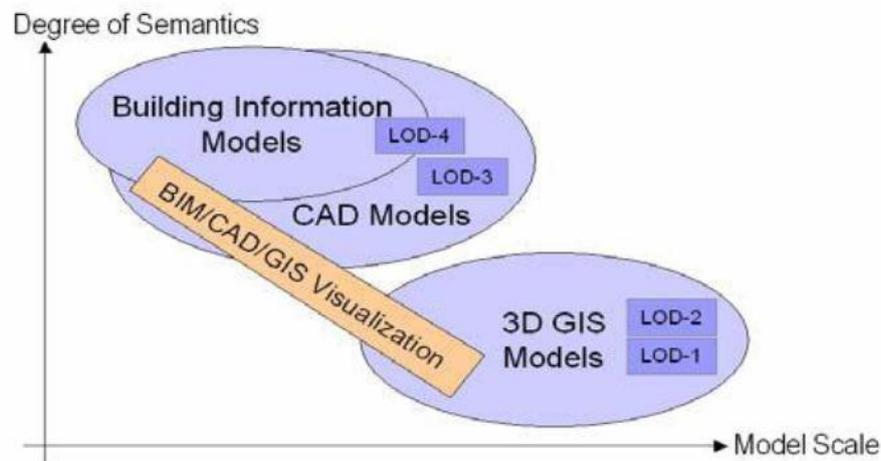


Abbildung 3: Model Scale

4 Zusammenfassung

Das benötigte Geoinformationssystem muss die Vorteile beider Systeme (3D Geoinformations- und CAD Systeme) in sich vereinen. Das Kernproblem wird sein, beide Systeme zu verbinden, um eine Komponente zu entwickeln, welche auch noch in Zukunft von anderen Komponenten verwendet werden kann. Es stellt sich auch die Frage, wie man die Systeme zur Analyse von Szenarien effektiv nutzen kann, und wie die Analyseergebnisse auf Plausibilität geprüft werden können, um eine möglichst realistische Simulation zu erreichen.

In den vergleichbaren Arbeiten werden durchweg die fehlenden Standards im Bezug auf Geoinformationssysteme thematisiert. Hier stellt sich das Problem, geeignete Standards zu finden, mit welchem ein Werkzeug geschaffen werden kann, welches auch in den kommenden Semestern erweiterbar ist. Im Hinblick auf die Integration von Gebäudemodellen müssen Techniken eingesetzt werden, welche die große Menge an Daten handhaben kann.

Für die Datenverwaltung kann ein Spatiales Datenbank Management System verwendet werden, welches Geodaten interpretieren und importieren kann. Aufgrund der Tatsache, dass ein solches Spatiales Datenbank Management System räumliche Funktionen erlaubt, eignet es sich zur weiteren semantischen Analyse eines bestimmten Szenariums.

Das Open Geospatial Consortium (OGC) verfolgt das Ziel, Standards für Geoinformationssysteme bereitzustellen. Jedoch werden diese Standards kaum in Projekten, auch nicht im wissenschaftlichen Kontext, verwendet. Jedoch eignen sich besonders die OGC web services, um

eine grobe Architektur eines Systems zu erstellen, welches die Vorteile von Geoinformations- und CAD-Systemen verbindet.

Ein mögliches Modell, um beide Systeme miteinander zu verbinden, ist das 2D-3D Hybrid Model, welches 2.5D Gelände Geodaten mit 3D CAD Dateien verbindet. Erweitert wird dieses Modell mit der Level of Detail Technik, welches, aufgrund mangelnder technischer Ressourcen, angewendet werden kann, um die Menge an Daten handhaben zu können.

Als Datenformat kann CityGML, welches ein von der OGC festgelegtes Format für Geodaten ist, verwendet werden. Dieses Format bietet die Möglichkeit, die Level of Detail Technik einzusetzen. CityGML basiert auf XML, welches sich zur Speicherung von komplexen semantischen Informationen eignet. BIM als Datenquelle konzentriert sich auf die Entwicklung einer einzigen Datenbank für die Gebäudeinformationen, welche nicht nur grafische, sondern auch semantische Informationen der Daten besitzt. Mithilfe der Industry Foundation Classes (IFC) kann ein Datenformat für Gebäude verwendet werden, welches die logischen Gebäudestrukturen, zugehörige Attribute und Geometrie beschreibt. IFC wird von zahlreicher Software zum Austausch von Gebäudedaten unterstützt.

Literatur

- [C.11] Thiel C. *Realisierung eines Multiagentensystems zur Simulation von Fußgängerströmen, Berlin*. HAW Hamburg, 2011.
- [HD07] Benjamin Hagedorn and Jürgen Döllner. *High-level web service for 3D building information visualization and analysis*. In *Proceedings of the 15th annual ACM international symposium on Advances in geographic information systems (GIS '07)*. ACM, New York, NY, USA, Article 8 , 8 pages, 2007.
- [KJY09] Hyeyoung Kim, Chulmin Jun, and Hyunjin Yi. *A SDBMS-Based 2D-3D Hybrid Model for Indoor Routing*. In *Proceedings of the 2009 Tenth International Conference on Mobile Data Management: Systems, Services and Middleware (MDM '09)*. IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 726-730, 2009.
- [OBS05] O'Connor, I. Bishop, and C. Stock. *3D Visualisation of Spatial Information and Environmental Process Model Outputs for Collaborative Data Exploration*. In *Proceedings of the Ninth International Conference on Information Visualisation (IV '05)*. IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 758-763, 2005.
- [RiM09] RiMEA. *Richtlinie für Mikroskopische Entfluchtungsanalysen*. <http://www.rimea.de/downloads/r2.2.1.pdf>, 2009.
- [TGS11] Thiel-Clemen T., Köster G., and Sarstedt S. *WALK - Emotion-based pedestrian movement simulation in evacuation Scenarios*. *Simulation in den Umwelt- und Geowissenschaften, Berlin*. HAW Hamburg, 2011.
- [WB07] You Wan and Fuling Bian. *A Extended Web Feature Service Based Web 3D GIS Architecture*. In *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*. IEEE Computer Society, Shanghai, 5947-5950, 2007.