

3D-Modellierung und Präsentation mit Hilfe eines Low-Cost Systems

STEFFEN LANDES¹

Zusammenfassung: In diesem Artikel wird der Aufbau eines städtischen 3D-Informationssystems beschrieben. Durch den Einsatz von Werkzeugen und Methoden aus dem Umfeld des World-Wide-Webs (WWW) wird dabei ein multiples Informationssystem aufgebaut. Probleme, bzw. Möglichkeiten, die speziell bei der dreidimensionalen Daten- bzw. Objekterfassung auftreten, werden anhand dieser Werkzeuge untersucht.

1 Notwendigkeit eines urbanen 3D-Informationssystems

Bei der Planung eines städtischen Informationssystems sollte der Mensch im Mittelpunkt stehen. Aufgrund dessen muß geklärt werden, wie der einzelne Mensch auf die Daten in einem solchen Informationssystem zugreifen kann. Von diesem Zugriff auf die Informationen hängt die Akzeptanz und auch der Nutzen des Systems ab. Deshalb muß berücksichtigt werden, wie der kognitive Zugang zu diesen Massendaten erleichtert werden kann.

Da der Mensch gewohnt ist räumlich zu „denken“, d.h. sich in einer räumlichen dreidimensionalen Umgebung zu orientieren und zurecht zu finden, liegt es sehr nahe auch ein städtisches Informationssystem auf die dritte Dimension zu erweitern. Durch die Ausnutzung erweiterter Möglichkeiten der interaktiven Exploration in einem 3D-Datenraum ergibt sich eine neue Qualität der Mensch-Maschine-Kommunikation.

Diesem Vorteil, den ein 3D-Informationssystem bietet, steht ein erheblicher Mehraufwand bei der Datenbeschaffung und -modellierung gegenüber. So muß beachtet werden, inwiefern mögliche Nutzer einen Gewinn aus der 3D-Präsentation schöpfen können. Als Anwender kommen bei einem städtischen Informationssystem u.a. folgende Gruppen in Frage:

- Stadtplaner
- Bewohner
- Politiker
- Touristen
- Denkmalschutz

Aber gerade bei diesen Anwendern respektive Anwendungen ist davon auszugehen, daß die Benutzer nicht einer umfangreichen Einarbeitung in ein solches System unterzogen werden können. Aus diesem Grund ist darauf zu achten, daß die Einführung eines dreidimensionalen Informationssystems den Zugang zu den gewünschten Daten erleichtert und die Benutzerschnittstelle durch die 3D-Repräsentation der Datenobjekte entscheidende Vorteile erhält.

¹ Steffen Landes, Universität Karlsruhe, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Kaiserstr. 12, 76128 Karlsruhe, E-Mail: landes@ipf.bau-verm.uni-karlsruhe.de

2 Komponenten

Ein raumbezogenes Informationssystem gliedert sich in folgende Komponenten (BILL & FRITSCH, 1994):

- Datenerfassung
- Verwaltung (Datenvorverarbeitung, Modellierung und Strukturierung)
- Analyse
- Benutzerschnittstelle (Ausgabe)

Diese Komponenten sind meist innerhalb der Software eines einzelnen proprietären Systems realisiert. Die Alternative dazu ist die Abbildung der einzelnen Komponenten auf bestehende Standardsoftware. Das Hauptproblem bei der Verwendung solcher Standardsoftware ist die Kommunikation, bzw. der Datenaustausch der Komponenten untereinander. Deshalb ist es sehr nützlich sich einen Überblick über bestehende Utilities zu verschaffen. Gerade in jüngster Zeit wurden speziell im Umfeld des *World-Wide-Webs* leistungsfähige Werkzeuge und Methoden entwickelt, die für den oben genannten Zweck prädestiniert sind:

- Der *WWW-Browser* als eine einfach zu bedienende Oberfläche, die den Zugriff auf – über Netze verteilte – unterschiedlichste Informationsquellen erlaubt. Diese einfache Benutzerschnittstelle ist mit ausschlaggebend für die explosionsartige Ausbreitung des *WWW*s.
- Das 3D-Grafikformat *VRML* zur Beschreibung, Präsentation und Animation von 3D-Welten (siehe Abschnitt 2.2).
- 3D-Modellierer (z. B. *PhotoModeler*, siehe Abschnitt 2.1.2) zur Modellierung von 3D-Objekten mit der Möglichkeit zur Generierung von *VRML*-Szenen.
- Autorenwerkzeuge zur Erzeugung und Manipulation dreidimensionaler Welten in *VRML*.
- *Java* als Programmiersprache zur Entwicklung von plattformunabhängigen Client/Server-Anwendungen (z.B. Schnittstelle zum Datenbank-Server oder zur *VRML*-Szene).

Diese Werkzeuge haben den Vorteil, daß sie zumeist frei über das Internet verfügbar sind und ständig weiterentwickelt werden. So muß davon ausgegangen werden, daß in fast monatlichem Turnus neue dazu kommen werden.

Für das städtische Informationssystem ergibt sich somit der in Abbildung 1 zu sehende Aufbau.

2.1 Datenerfassung

In Abbildung 1 ist auf der linken Seite der Bereich der Datenerfassung zu sehen. Je nach Herkunft der Daten unterscheidet man Verfahren der Datenerfassung in (HAKE & GRÜNREICH, 1994)

- *originäre*, bzw. unmittelbare Verfahren und
- *sekundäre*, bzw. mittelbare Verfahren.

Zu den originären Verfahren gehören die photogrammetrische Aufnahme und die geodätische Erfassung. Dazu gehört das Erzeugen von farbigen Fassadenplänen (LANDES, 1996) und die Generierung eines 3D-Modells durch photogrammetrische Auswertetechniken.

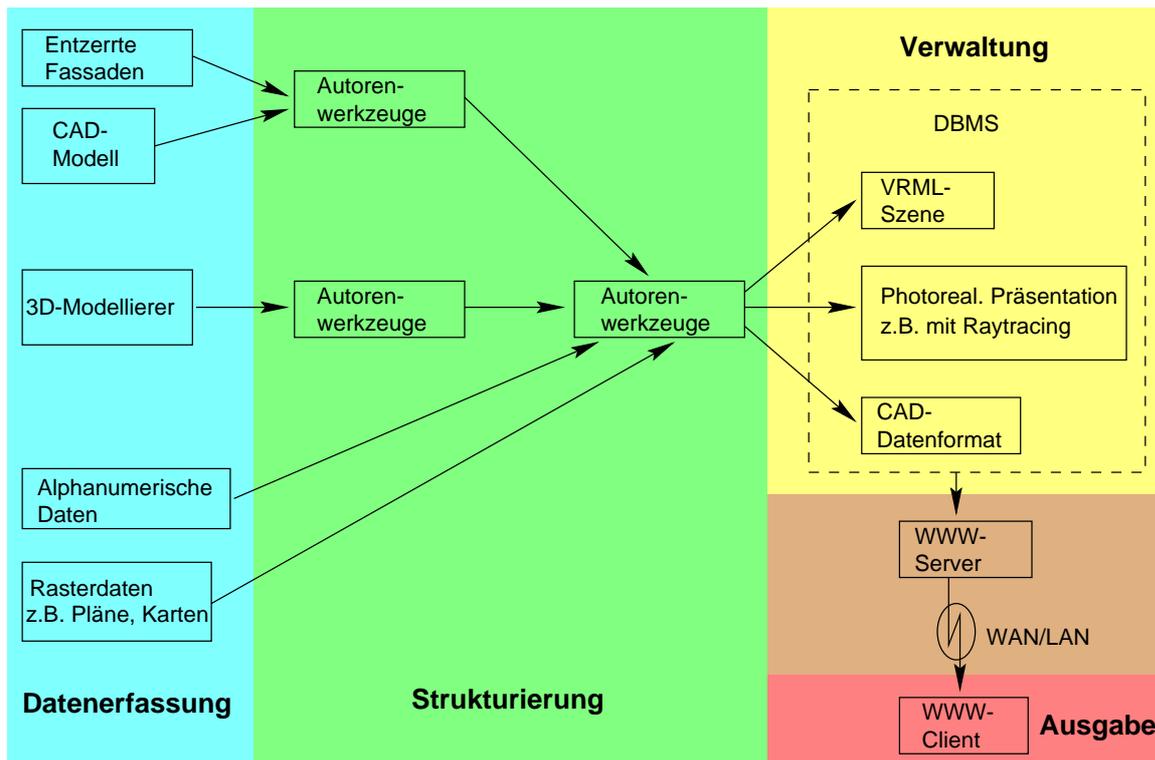


Abb. 1: Systemkomponenten

Zu den sekundären Verfahren zählen die Aufnahme von alphanumerischen Informationen (z.B. aus statistischen Erhebungen) und beliebige Rasterdaten.

Da der größte Anteil der Kosten bei der Erstellung eines Informationssystems bei der Datenerfassung anfällt (FÖRSTNER, 1995), sollte beachtet werden, daß auch vorhandene Daten einfach zu integrieren sind.

2.1.1 Verarbeitungskette zur 3D-Datenerfassung und Modellierung

Das Ziel der 3D-Datenerfassung und Modellierung ist, wie oben beschrieben, die Beschreibung von 3D-Objekten in VRML, oder in einem gängigen CAD-Datenformat. Die Beschreibung einer Szene mit Elementen eines gängigen CAD-Datenformats – sei es mit Hilfe einer CSG, Wireframe oder B-Rep Darstellung – kann nie komplett sein, da sie keine ausreichende Abbildung des Objektes darstellen kann. VRML dagegen bietet eine Kombination dieser Präsentationsformen. So kann ein Körper durch seine Kanten, oder durch seine ihn begrenzenden Flächen oder auch durch Volumenelemente präsentiert werden. Zu diesen Standardpräsentationsformen bietet VRML noch die Verknüpfung dieser geometrischen Elemente mit Texturen an. Diese Texturen, die auf geometrische Primitive projiziert werden, können zum einen künstlich erstellte Muster sein (zur Verbesserung der visuellen Darstellung) und zum anderen digitalisierte und bearbeitete Aufnahmen der Objekte sein.

Daraus ergibt sich für die Erfassung eines Gebäudes folgende Verarbeitungskette (LANDES, 1996):

Zuerst erfolgt die photogrammetrische Aufnahme mit einer Mittelformatkamera und der anschließenden Digitalisierung der Aufnahmen mit einem Durchlichtscanner. Wobei diese beiden ersten Punkte durch den Einsatz einer digitalen Kamera von hinreichender geometrischer Qualität und Auflösung ersetzt werden können. Danach erfolgt die Entzerrung der Aufnahmen durch, z. B. eine einfache projektive Transformation, was aber die geodätische Erfassung

von Paßpunkten auf der Fassade erforderlich macht. Die Entzerrung kann gegebenenfalls durch ein Mosaicking der Bilder ergänzt werden. Als Ergebnis erhält man einen Fassadenplan, welcher auch Details auf der Fassade erfassen kann, die durch eine geodätische Auswertung verloren gegangen wären.

Als nächster Schritt erfolgt die 3D-Auswertung der Gebäudes. Dies kann durch eine herkömmliche Stereo- oder Mehrbildauswertung erfolgen. Die anfallenden Geometriedaten, werden nach DXF konvertiert und stehen somit der Datenkonvertierung nach VRML zur Verfügung. In Abbildung 2 (links) sind diese Geometriedaten in einer Wireframe-Darstellung zu sehen.

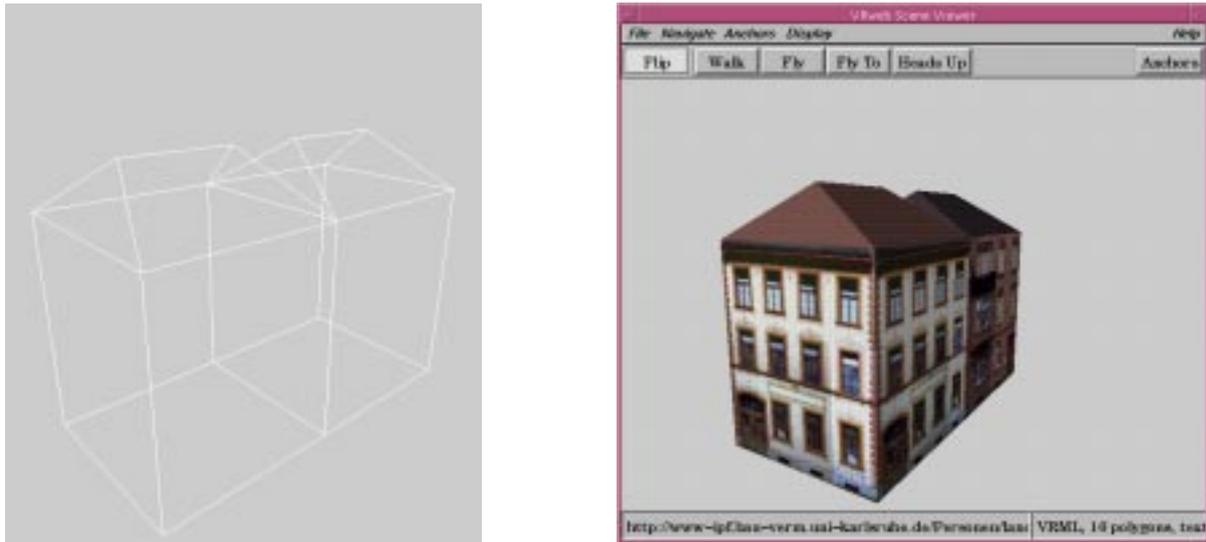


Abbildung 2: Wireframe-Darstellung (links) und Ansicht des VRML-Modells mit Textur (rechts)

Danach erfolgt die Zuordnung der entzerrten Aufnahmen zu den entsprechenden Geometrieobjekten im 3D VRML-Modell. Für diesen Arbeitsgang existieren sogenannte Autorenwerkzeuge. Als Ergebnis erhält man somit eine Darstellung in VRML (siehe Abbildung 2 rechts).

Ein anderer Weg zur Erzeugung einer VRML-Szene ergibt sich durch den Einsatz eines 3D-Modellierwerkzeugs, bzw. durch eine Mehrbildauswertung, wie sie z. B. mit den Produkten *Phidias-MS*, *RolleiMetric-CDW*, *PhotoModeler*, *3D-Builder* usw. möglich ist. Hervorzuheben sind dabei solche Produkte, welche einen Datenexport nach VRML unterstützen.

2.1.2 Low-Cost 3D-Modellierwerkzeuge

Bei der 3D-Modellierung soll hier auf Low-Cost Produkte aus dem Umfeld des WWWs eingegangen werden, welche u.a. auch einen Datenexport nach VRML unterstützen.

Beispielhaft soll hier auf die Software *PhotoModeler* der Firma *EOS Systems* (EOS, 1996) beschrieben werden.

Diese Software stellt ein Low-Cost System dar, mit dem aus digitalisierten Photographien eines Objektes ein 3D-Modell generiert werden kann. Dieses Modell kann als *DXF*- oder *VRML*-Datei zur Dokumentation des aufgenommenen Objektes eingesetzt werden. Dazu werden aus mehreren Ansichten homologe Punkte identifiziert und ihre 3D-Koordinaten berechnet und dargestellt.

Weiterhin kann eine Systemkalibrierung durchgeführt werden, welche die Kamera und das Digitalisieren umfaßt, neben Punkten auch Linien und ebene Flächen verarbeitet werden, und komplette Bildausschnitte entzerrt werden.

Die entzerrten Bildausschnitte werden direkt als Textur im VRML-Modell mit eingebunden. Somit kann das resultierende 3D-Modell durch bildhafte Informationen ergänzt werden. Dies ist u.a. genau dann wichtig, wenn das zugrundeliegende geometrische Modell nicht vollständig sein kann (GRUBER ET AL., 1995), oder einen ungenügenden Detaillierungsgrad aufweist.

Neben dem PhotoModeler gibt es noch weitere Software, wie z. B. der 3D-Builder, die mit der gleichen Funktionalität ausgestattet sind, und eine Alternative zu den in der Photogrammetrie üblichen Auswertestationen darstellen.

2.2 VRML

VRML (Virtual Reality Modeling Language) (BELL ET AL., 1995) ist eine einfache Beschreibungssprache, mit der sich 3D-Objekte definieren lassen und in die Hyper-Links integriert werden können. Sie erlaubt es 3D-Modelle und Szenen über das Internet zu verteilen und kann von jedem Computertyp verarbeitet werden. VRML stellt das Pendant zur Hypertext-Markup-Language (*HTML*) für Virtual Reality dar. Durch den Einsatz von Hyper-Links ist es möglich Geometrieelemente, die in VRML definiert wurden, mit Aktionen zu verknüpfen. Diese Aktionen können dann entweder von einem WWW-Browser ausgeführt werden, wie z. B. das Anzeigen einer HTML-Seite oder eines digitalen Bildes, oder zu einer weiteren Szene verzweigen.

Somit ist der Benutzer in der Lage über diese Hyper-Links in Interaktion zur dargestellten Szene zu treten. VRML-Viewer bieten aufgrund der Darstellung von 3D-Graphiken in Echtzeit die Möglichkeit der freien Navigation innerhalb einer Szene. In der Spezifikation 2.0 werden weitere Eigenschaften für die Geometrieobjekte eingeführt, wie z. B. Gravitation und Kollisionsdetektion, d.h. die Szenen sind auch bedingt animierbar.

Mittlerweile liegt VRML der ISO zur internationalen Normung vor, und wird schon heute von vielen Herstellern unterstützt. Auch ist der Datenaustausch mit anderen Graphikformaten durch entsprechende Konverter sichergestellt.

All diese Eigenschaften prädestinieren VRML für einen Einsatz in GIS-Anwendungen.

3 Probleme

Die Probleme eines verteilten heterogenen Informationssystems liegen im Datenmanagement. Dadurch, daß mehrere Datenquellen benutzt und zusammengeführt werden, muß hier besonders auf die Datenkonsistenz geachtet werden. Gerade durch die Umwandlung in verschiedene Formate kommt es zu Mehrfachspeicherung der gleichen Information und somit zu einer Datenredundanz. Deshalb muß untersucht werden, ob es nicht besser ist verschiedene Präsentationsformen eines Objektes erst bei Bedarf zu erzeugen und hinterher wieder zu löschen. Dazu muß aber der Workflow zur Generierung der Daten fest definiert sein und automatisch aufrufbar sein. Dies ist besonders auch bei der Datenfortführung zu bedenken.

4 Vorteile

Der wesentliche Unterschied zu einem proprietären Informationssystem besteht darin, daß das System aus Standardkomponenten aufgebaut ist. Diese Standardkomponenten sind austauschbar und ergänzbar, und das System ist somit auch benutzerdefiniert erweiterbar. Da zum einen die Komponenten austauschbar sind und zum anderen auch für verschiedene Computersysteme erhältlich sind, läßt sich ein hohes Maß an Plattformunabhängigkeit erreichen.

Die Verwendung der Netzwerkprotokolle des WWWs, bzw. des Internets, ermöglicht den Aufbau eines verteilten Client/Server-System bei dem das Informationssystem mit seinen verteilten Datenbeständen nicht mehr nur auf einem Rechner oder einem Server liegen muß, sondern auch verteilt über das Inter- oder Intranet sein kann (WIESEL & HOFFMANN, 1996).

Weiterhin hat der Benutzer Zugriff auf Daten mit einfacher Standardsoftware, in die er sich nicht erst noch einarbeiten muß (WWW-Browser und Viewer). Somit ist das System auch für Nichtexperten nutzbar.

Literatur

- BELL, G., PARISI, A. UND PESCE, M. (1995): The Virtual Reality Modeling Language. Version 1.0 Specification. Silicon Graphics, Inc. and InterVista Software, <http://vrml.wired.com/vrml.tech/vrmlspec.html>.
- BILL, R. UND FRITSCH, D. (1994): Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Wichmann, Heidelberg.
- EOS (1996): Photomodeler User Manual. EOS Systems Inc., Vancouver, Canada.
- FÖRSTNER, W. (1995): GIS–The Third Dimension. In IUSM WG on GIS/LIS Workshop "Current Status and Challenges of Geoinformation Systems", Hannover.
- GRUBER, M., PASKO, M. UND LEBERL, F. (1995): Geometric versus Texture Detail in 3D-Models of Real World Buildings. In Grün, A. (Hrsg.): Automatic Extraction of Man-Made Objects from Aerial and Space Images, p. 189–198, Birkhäuser Verlag, Basel.
- HAKE, G. UND GRÜNREICH, D. (1994): Kartographie. De-Gruyter-Lehrbuch, De-Gruyter, Berlin.
- LANDES, S. (1996): Architectural Photogrammetry and Picture Processing for Acquisition and Documentation of a Brazilian Town Ensemble. In International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Volume XXXI, Commission V, p. 309–312, ISPRS, Wien.
- WIESEL, J. UND HOFMANN, C. (1996): Architektur eines GIS-Terminal zur Visualisierung von Geodaten. In Mayer-Föll, R. and Jaeschke, A. (Hrsg.): UIS Baden-Württemberg Projekt GLOBUS. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg und Forschungszentrum Karlsruhe.