

Effiziente Erzeugung von 3D Stadtmodellen aus vorhandenen Vermessungsdaten

Johannes HOLZER & Gerald FORKERT

DI Johannes HOLZER & DI Dr. Gerald FORKERT: No Limits IT GmbH; Email: gerald.forkert@nolimits.at

ZUSAMMENFASSUNG

Der Beitrag bietet eine Übersicht über das System CityGRID mit dem 3D Stadtmodelle generiert, verwaltet und genutzt werden können. Das System besteht aus mehreren Modulen die mit Hilfe genormter Schnittstellen auch unabhängig voneinander einsetzbar sind. Die Entwicklung erfolgte durch die Firmen No Limits IT GmbH (Graz, Wien) und GeoData (Leoben) in Zusammenarbeit mit Christian Doppler Forschungslabors an den Technischen Universtäten Graz und Wien Graz und dem K+ Zentrum VrVIS (Graz, Wien).

1 CITYGRID

1.1 CITYGRID Scanner

Der CityGRID Scanner, dient zur effizienten multidimensionalen Abbildung der Stadt vom Strassenraum aus. Das auf einem Fahrzeug montierte, hybride Meßsystem besteht aus einem GPS Empfänger, einem Laserscanner und mehreren Digitalkameras. Alle Sensoren sind zueinander kalibriert und liefern Zeit-synchronisierte Aufnahmen.

Zur Aufnahme von Fassaden fährt der CityGRID Scanner im „dynamischen“ Modus mit maximal 5 km/h entlang der Strasse. Mit Hilfe des fahrzeugeigenen Odometers werden die Kameras so ausgelöst, dass jeder Fassadenteil in mindestens 5 Aufnahmen abgebildet ist. Gleichzeitig mit jeder photographischen Aufnahme wird vom Laserscanner eine horizontal liegende Zeile entlang der Fassade gescannt.

Der GPS- Empfänger ermöglicht eine grobe Verortung für die Verwaltung der Aufnahmen in einem GIS. Für die Auswertung der Aufnahmen wurde am VrVIS ein Matching Verfahren entwickelt, das die horizontalen und vertikalen Fassadenstrukturen für die automatische Sensororientierung nutzt. Das Ergebnis dieses Prozesses ist ein absolut verzerrungsfreies „True“ Orthophoto der Fassaden für die Texturierung des Stadtmodells.



Abb.1 CityGRID Scanner

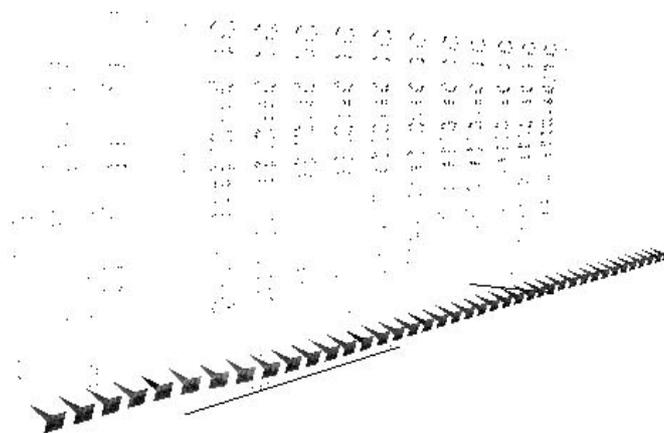


Abb.2 Orientierung der Bildsequenz aus dem dynamischen Mode



Abb.3 Bildsequenz



Abb.4 True Orthophoto

Im „Stop and Go“ Betrieb nimmt der CityGRID Scanner Daten für die Naturbestandsaufnahme auf. Der Laserscanner erfasst eine ganze „Rundumszene“ entsprechend den Bildausschnitten der Digitalkameras. Aus diesen Daten können im Wege des Post-Processing Objekte des Strassenraumes erkannt und verortet werden. Geeignete Algorithmen werden im Rahmen eines CD-Labors vom Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU-Wien gemeinsam mit der Firma No Limits IT GmbH entwickelt.

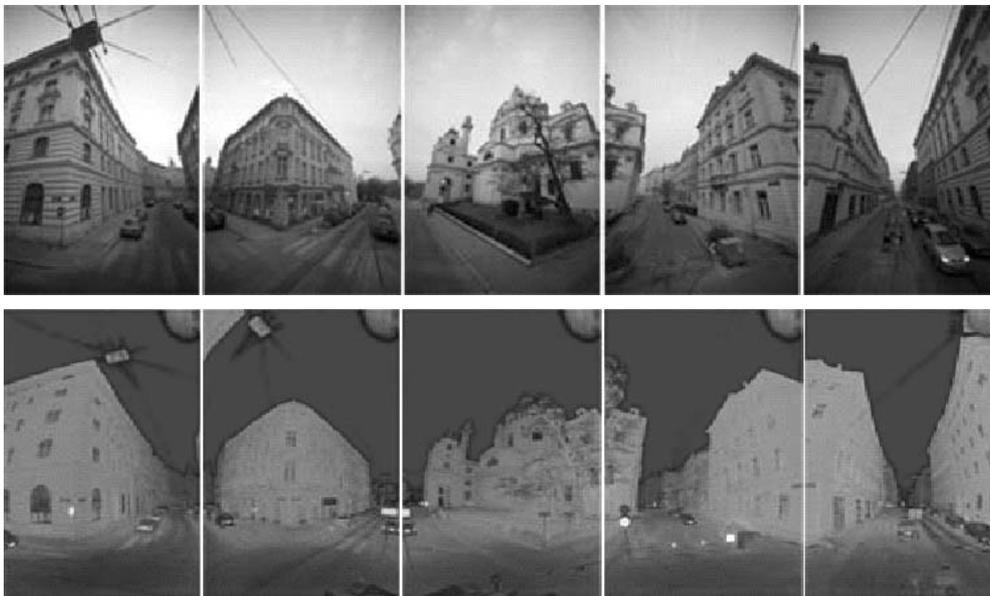


Abb.5 Bildsequenz und Flächenscan

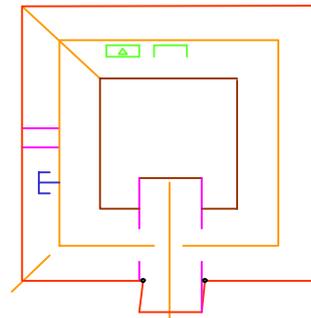
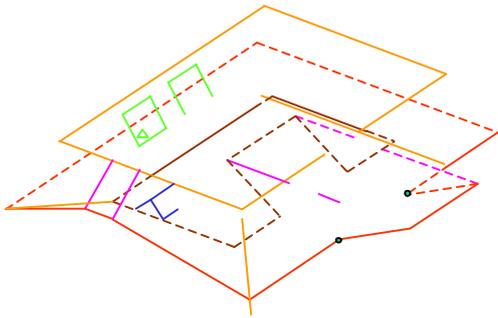
1.2 CITYGRID Modeler

Die 3D Modellierung der Gebäude erfolgt mit dem CityGRID Modeler, entwickelt von No Limits IT GmbH auf der Basis von 3D Studio. Den Bedürfnissen der Stadtverwaltung Rechnung tragend, wird die Gebäudeform aus Linien abgeleitet: aus der Baukörperumfahrung und, falls vorhanden, aus Dachlinien. Die Baukörperumfahrung ergibt sich durch Verschieben des Gebäudegrundrisses auf die geschätzte bzw. die gemessene Gebäudehöhe. Die Dachlinien werden entweder aus einer Luftbild Stereoauswertung oder mit Hilfe von Airborne Laserscanning gewonnen.

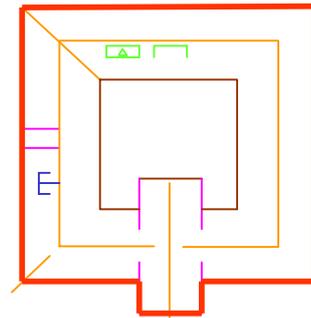
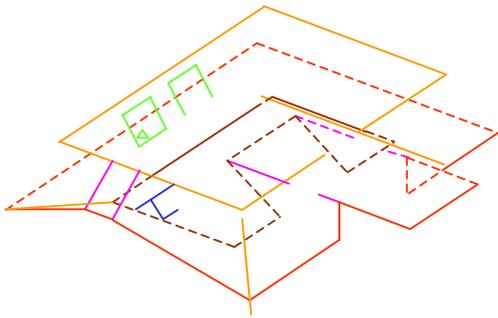
Der CityGRID Modeler trianguliert automatisch die aus diesen Linien vorgegebene Dachform. Etwaige Fehler in den gemessenen Linien können im Linien-Editiermodus bereinigt werden, auf den hier im Detail eingegangen werden soll:

Als Ausgangsdaten für die Dachmodellierung bieten sich stereophotogrammetrisch aus Luftbildern gemessene Dachlinien an. Optimalerweise unterscheidet man schon bei der Auswertung in Traufenlinien (rot), Ausschnitte (grün), Extrusionen (blau), Bruchkanten (lila) und sonstige Dachlinien (gelb).

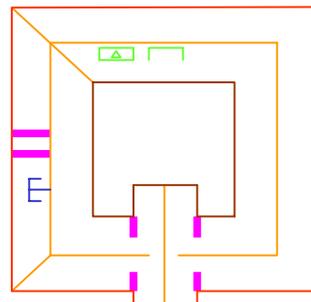
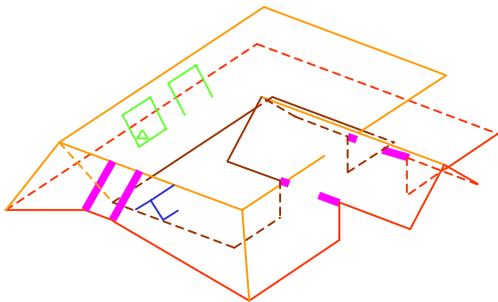
Zu beachten ist jedoch, dass der Stereoauswerter absichtlich gewisse „Fehler“ machen muss, um effizient arbeiten zu können. So ist es z.B. bei vertikalen Kanten der Traufenlinie einfacher, den evtl. verdeckten unteren Knickpunkt auszulassen und die Linie schräg zum oberen Knickpunkt zu ziehen.



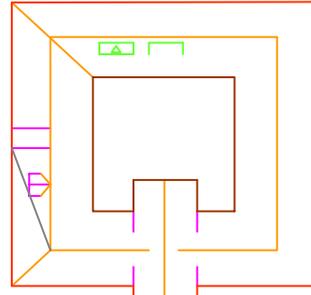
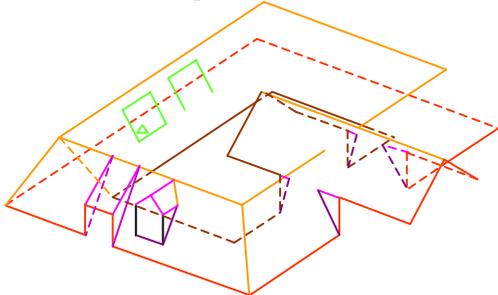
Die typischen Fehler der Luftbildauswertung können in einer regelbasierten automatischen Datenbereinigung korrigiert werden. Ein wichtiger Zwischenschritt ist dabei die Generierung einer geschlossenen äußeren Traufenlinie, die das Dach abgrenzt. Darüber hinausstehende Linien können nun automatisch „gestutzt“ werden.



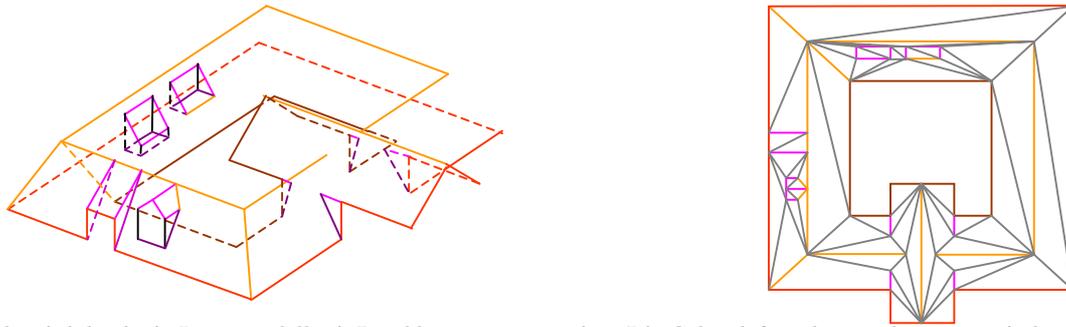
Nun können die senkrechten „Bruch“-Flächen im Dach, deren Unterkanten i.d.R. im Luftbild verdeckt sind und nicht gemessen werden können, wiederhergestellt werden. Dabei geht man von den gemessenen oberen Bruchkanten aus.



Schließlich sind noch die Aussparungsflächen, z.B. für Dachterrassen, zu berücksichtigen.



Das Ergebnis sind die aus den gemessenen Dachlinien automatisch abgeleiteten bereinigten Dachlinien. Aus diesen lässt sich durch Triangulation das Oberflächenmodell des Daches ableiten. Das Dachmodell ist demnach eine aus den gemessenen Dachlinien automatische ableitbare Darstellungsform. Es reicht daher aus, nur die gemessenen und evtl. auch die bereinigten Dachlinien zu speichern. Diese Linieninformation kann für etwaige spätere Nachmessungen in das Stereoauswertegerät eingeblendet werden. Im Gegensatz zur direkten Verspeicherung der Dachflächen ist so die Aktualisierbarkeit des Dachmodells gewährleistet.



Das Gelände wird durch ein Rastermodell mit Bruchkanten repräsentiert. Die Gebäudefassaden werden automatisch vom Dach bis zum Gelände extrudiert. Auch Dachvorsprünge werden berücksichtigt, sofern sowohl die Lage des aufstrebenden Mauerwerkes als auch die Traufenlinien bekannt sind.

Unabhängig von der Textur wird die Gebäudegeometrie durch vier LOD („Level Of Detail“) Stufen beschrieben:

1. Baukörperumfahrung,
2. Blockmodell mit flachem Dach,
3. Formmodell mit der Dachformen
4. Detailmodell mit detaillierten Dachelementen (Gauben, Kaminen) und Fassaden.

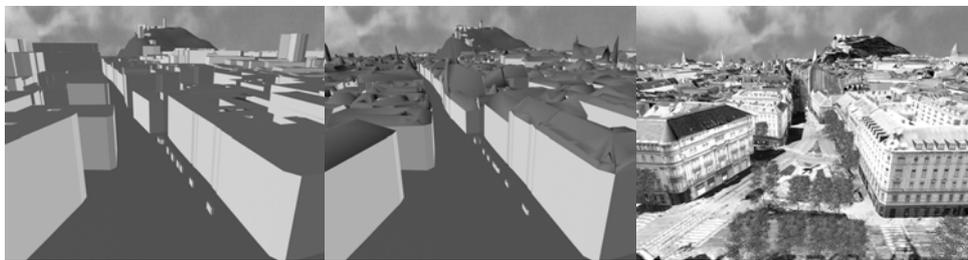


Abb.6-8 Blockmodell

Formmodell

texturiertes Modell

Die photorealistische Texturierung der Dächer und des Geländes erfolgt mit Hilfe digitaler Luftbilder. Fassadentextur gewinnt man, wie oben beschrieben, aus den Aufnahmen des CityGRID Scanners.

1.3 CITYGRID Manager

Zur Verwaltung der modellierten Gebäude dient der CityGRID Manager, entwickelt von No Limits IT GmbH auf der Basis von Oracle. Im Sinne der relationalen Datenbank ist jedes einzelne Gebäudemodell eine „Unit“ die unter einer eindeutigen Nummer gespeichert wird. Diese Unitnummer, zum Beispiel der von der Stadtverwaltung vorgegebene Gebäudecode, ermöglicht die Kombination mit gebäudebezogenen Sachdaten im GIS. Der Anwender kann für den einfacheren Zugriff mehrere „Modelle“ von verschiedenen Stadtbereichen definieren, zum Beispiel „gesamt“, „Hauptplatz“ oder „Innenstadt“. Falls Strassenamen vorhanden sind, können diese über die Strassenachse den jeweiligen Gebäudemodellen zugeordnet werden. Dann kann der Anwender die Gebäude auch strassenweise aus der Datenbank abrufen. Über eine genormte XML Schnittstelle kann der CityGRID Manager die Gebäudemodelle verschiedenen Anwendersystemen zur Verfügung stellen.

1.4 CITYGRID Planner

So können mit dem Modul CityGRID Planner die Gebäudemodelle eines beliebigen lokalen Bereiches geladen und mit dem digitalen Architekturmodell eines Bauprojektes kombiniert werden. Auf diese Art lassen sich verschiedene Planungsvarianten in Bezug zur bestehenden Umgebung dreidimensional visualisieren und aus der Sicht der Stadtplanung beurteilen.

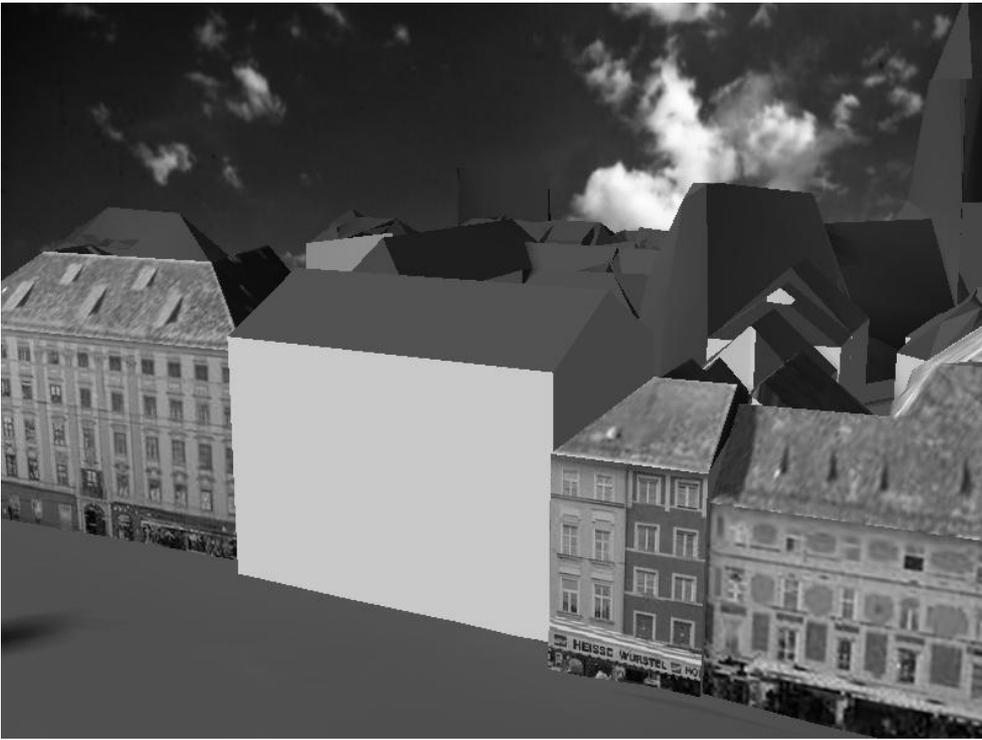


Abb.9 CityGRID Planer

Für 3D Internet Anwendungen wurde vom VrVIS der CityGRID Explorer entwickelt. Dieser Viewer ist für die flüssige Navigation in sehr großen Stadtmodellen optimiert und basiert auf der automatischen Vorselektion der im Sichtfeld liegenden Gebäude.

Mit dem System CityGRID wurde im Auftrag des Grazer Stadtvermessungsamtes im Jahr 2002 ein Modell des inneren Stadtgebietes bestehend aus mehreren 1000 Gebäuden erstellt. 2003 folgten Teile der Wiener Innenstadt im Auftrag der MA 41 (Stadtvermessung) der Stadt Wien. Darüber hinaus sind Pilotprojekte in Deutschland in Vorbereitung.

1.5 Literatur

- H. Holzer, G.Forkert, 2003: Die Erstellung, Verwaltung und Nutzung von 3D-Stadtmodellen mit dem System CityGRID. Vortrag im Rahmen der AGIT 2003, Universität Salzburg vom 2.7. bis 4.7. 2003
- K. Karner, A. Klaus, J. Bauer, C. Zach, 2003: MetropoGIS: A City Modeling System Vortrag im Rahmen der CORP 2003, TU-Wien, 25.2. bis 1.3. 2003. (<http://www.corp.at>)
- R. Wack, G. Paar, B. Nauschnegg, H. Urban, 2003: Erzeugung von 3D Stadtmodellen Vortrag im Rahmen der geodätischen Woche Oberburgl, Institut für Geodäsie der Universität Innsbruck, 16.2. bis 22.2. 2003. (<http://www.uibk.ac.at>)