



Doctoral Thesis

Rekonstruktion generischer Gebäudemodelle aus Punktwolken und deren Abbildungskorrekturen in Orthobildern

Author(s):

Dan, Hanbin

Publication Date:

1996

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-001693020> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Rekonstruktion generischer Gebäudemodelle aus Punktwolken und deren Abbildungskorrekturen in Orthobildern

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von

Hanbin Dan

Bachelor of Surveying, Zhengzhou Hochschule für Geodäsie und Kartographie, Zhengzhou, VR. China

Master of Science, Zhengzhou Hochschule für Geodäsie und Kartographie, Zhengzhou, VR. China

geboren am 24. September 1963

von VR. China

Angenommen auf Antrag von:

Prof. Dr. Armin Grün, Referent

Prof. Dr. Bernhard Wrobel, Korreferent

1996

Kapitel 5

Zusammenfassung

3-D Stadtmodelle finden in wachsendem Umfang Anwendung /*Förstner, 1993*/. Die Photogrammetrie ist eine relevante Technologie, die die erforderliche Vielfalt an geometrischen, topologischen und semantischen Informationen für die Generierung von 3-D Stadtmodellen liefern kann. Die Generierung einer großen Menge von Daten mit hohem Grad an Genauigkeit und Vollständigkeit stellt für die Photogrammetrie eine große Herausforderung dar. Die Entwicklung automatischer und halbautomatischer Methoden für die Generierung solcher Datensätze ist deshalb ein entscheidendes Problem der photogrammetrischen Forschung.

Hausmodelle zählen zu den wichtigen und auch schwierig zu generierenden Objekten. CAD-Systeme, und in Zukunft wohl auch GIS brauchen 3-D Häuser in strukturierter Form. Für die Messung und die Strukturierung der Häuser sind verschiedene Optionen und Kombinationen verfügbar: Vollautomatische, halbautomatische, manuelle. Die Erfahrungen der Photogrammetriegruppe der ETH Zürich aus früheren Forschungsprojekten ("Processing of geodata for the CAAD-supported analysis and design of urban development areas", Projekte "Avenches" und "Olten") und die aus der Literatur bekannten Ergebnisse haben gezeigt, daß die Durchführung vollautomatischer Prozesse für die Hausextraktion bei komplizierten Hausmodellen unter allgemeinen Bedingungen, wie sie gewöhnlich in europäischen Städten auftreten, zur Zeit nicht realisierbar sind. Ein vollmanueller Prozess der Messung und Strukturierung ist auf der anderen Seite sehr zeitaufwendig, und dies trifft insbesondere auf den Strukturierungsteil zu. Deshalb wurden eine Strategie und Methoden für die effiziente Generierung von komplizierten Hausmodellen entwickelt und in der Arbeit präsentiert. Mit diesem Konzept misst der Operateur die Häuser in einem Stereomodell in Form einer unstrukturierten Punktwolke. Unserer Erfahrung nach kann dies sehr schnell gemacht werden. Ein Operateur kann bis zu 700 Dächer oder Dachteile pro Tag in einem Modell messen. Im zweiten Schritt werden generische Hausmodelle vollautomatisch in die Punktwolken eingepasst. Die Information über die Struktur ist in diesen Hausmodellen implizit enthalten. Auf diese Weise können geometrische, topologische und semantische Daten auf ein CAD-System, in unserem Fall AutoCAD, für die weitere Visualisierung und Manipulation übertragen werden /*Dave and Schmitt, 1992, 1994*/. Bei der Objektrekonstruktion sind Detaillierungsgrad und Messgenauigkeit in Grenzen beliebig steuerbar. Die Hausdaten können mit Zusatzinformationen über DTM, Strassen, Plätze, Wasser- und Vegetationsflächen, etc. zu vollen Stadtmodellen ergänzt werden /*Grün, 1996*/.

Die Strukturierung wurde in zwei Schritten durchgeführt, wie in Abbildung 2.1 dargestellt. Im ersten Schritt wurde ein Klassifikator eingeführt, um zu erkennen, zu welchem Haustyp die einzelne Punktwolke gehört. Dieser Erkennungsschritt basiert hauptsächlich auf der

Analyse der Anzahl der Firstpunkte und ihrer geometrischen Struktur. Im zweiten Schritt werden die konkreten topologischen Relationen zwischen Dachpunkten untersucht. Dabei wurden G-Parser für je einen Haustyp entworfen. Mit den G-Parsern werden die endgültigen Modelle generiert. Häufige Haustypen können mit den in der Arbeit beschriebenen Algorithmen vollautomatisch strukturiert und modelliert werden.

Mehrere grosse Datensätze wurden inzwischen mit diesem Verfahren behandelt (Avenches, Olten, Zürich-Bellevue, Zürich-Limmat, Chur). Danach eignet sich die Methode ("Punktwolkenmethode") sehr gut für eine praxisgerechte Datenakquisition. Allerdings ist die Punktwolkenmethode nicht in der Lage, alle Strukturen zu verarbeiten. Es können hier folgende fehlerverursachende Faktoren auftreten:

- Das Dach ist nicht als Modell im Katalog der automatisch strukturierbaren Dachformen vorhanden
- Es wurden grobe Messfehler gemacht
- Wegen starker Unregelmässigkeiten am Objekt greifen die geometrischen Bedingungen bei der Strukturierung nicht.

In der Wirklichkeit kommen Dächer in einer Vielzahl von Formen vor. Die in der Punktwolkenmethode verwendeten Regeln bezüglich Parallelität und Rechtwinkeligkeit lassen sich nicht immer bei komplizierten Häusern verifizieren

Als Alternativmethode, die jedoch nur in den wenigen fatalen Fällen eingesetzt wurde, wurde die Raumpolygonmethode entwickelt und verwendet. Dieses Verfahren basiert darauf, dass die Dachpunkte nicht in vollkommen freier Reihenfolge gemessen werden, sondern dass eine Reihenfolge eingehalten wird, bei der die Verbindungslinie zweier aufeinanderfolgender Punkte immer Dachkanten darstellen.

Reale Dachformen weisen eine sehr unterschiedliche Komplexität auf. Der Grad dieser Komplexität bestimmt wiederum die grundsätzliche Auswertemethodik. In der Einleitung (Kapitel 1) ist eine Übersicht über die bisher bekannt gewordenen Ansätze zur Gebäudeextraktion gegeben. Das in der Arbeit vorgestellte halbautomatische photogrammetrische Verfahren zur Generierung von Hausmodellen erhebt im Vergleich mit den anderen halbautomatischen Ansätzen den Anspruch, genau, zuverlässig, flexibel und wirtschaftlich zu arbeiten. Dabei sind Detaillierungsgrad und Messgenauigkeit in Grenzen beliebig steuerbar.

Die in der Arbeit vorgestellten Algorithmen zur Hausrekonstruktion können auch für diejenigen Dachformen, die noch nicht im Katalog vorkommen, eingesetzt werden, indem der K-Parser für die entsprechenden Dachformen erweitert wird. Dabei müssen Algorithmen, mit denen Firstpunkte von Traufpunkten (einschließlich Giebelpunkten) richtig getrennt werden können, entwickelt werden. Außerdem muss der K-Parser bei den entsprechenden Dachformen in der Lage sein, die Firstpunkte zu strukturieren. Die in der Arbeit entwickelten G-Parser für die Strukturierung von Traufpunkten kann man jedoch direkt einsetzen, nachdem besondere Dachpunkte (solche Punkte sind meistens Giebelpunkte) erkannt worden sind. Die in der Arbeit entwickelte Methode ist auch für neue Dachformen erweiterbar.

Auf der Gebäuderekonstruktion aufbauend wurde im zweiten Schwerpunkt dieser Arbeit die Korrektur der Abbildung von Häusern in Orthobildern mit untersucht.

Nachdem die Hausdächer rekonstruiert wurden, läuft die Orthobildkorrektur wie folgt ab:

- Lokalisierung der Dachpixel im (fehlerhaften) Orthobild
- Verschiebung dieser Dachpixel, um sie in ihre richtige Lage zu bringen
- Ausfüllen der durch diese Dachverschiebung verursachten Lücken mit richtigen Pixeln aus benachbarten Bildern.

Diese Methode wurde mit einigen Häusern des Datensatzes "Avenches" getestet.

Orthobilder haben heute noch nicht ihren möglichen Qualitätsstandard erreicht. Anthropogene Objekte, welche nicht im DTM erfasst wurden, führen zu geometrischen Fehlabbildungen. In der vorliegenden Arbeit wurde die Korrektur von Fehlabbildungen lediglich von Gebäuden untersucht. Verschiedene Störungen durch Fehlabbildungen von anderen anthropogenen Objekten (z.B. Brücken, Mauern usw.) mindern die ästhetische Qualität, aber auch den Informationsgehalt der Orthobilder. Die in der Arbeit entwickelte Methode kann zur Lösung solcher Probleme beitragen. Es ist zu erwarten, daß viele noch bestehende Unzulänglichkeiten bei der Herstellung von Orthobildern in naher Zukunft beseitigt werden können. Damit werden digitale Orthobilder, egal aus welcher Bilddatenquelle erzeugt, zu einem unverzichtbaren Standardprodukt.