

PHOTOGRAMMETRIE ALS BASISKOMPONENTE ZUR GIS-DATENERFASSUNG

R. Schroth, Münster

1. EINLEITUNG

Die Photogrammetrie ist seit mehreren Jahrzehnten ein anerkanntes Verfahren zur flächenhaften Informationsgewinnung. Durch den Aufbau von Geo-Informationssystemen (GIS) mit Bedarf an großräumigen Informationsinhalten und -darstellungen erfuhr dieses Verfahren eine deutliche Steigerung seiner Akzeptanz durch zunehmende Anwendung.

Die im folgenden dargelegten Ausführungen basieren auf den Erfahrungen eines privatwirtschaftlichen Unternehmens, welches seit über 6 Jahrzehnten auf dem photogrammetrischen Markt tätig ist und sich seit 15 Jahren mit der rechentechnischen Verarbeitung von Geoinformationen auf der Grundlage der graphischen Datenverarbeitung beschäftigt. Somit können die dargelegten Äußerungen durchaus von wissenschaftlichen Zielen der Forschungseinrichtungen oder marktpolitischen Vorgaben von Systemherstellern abweichen.

Dieser Beitrag ordnet das photogrammetrische Verfahren in bezug auf Geo-Informationssysteme ein, wobei der Schwerpunkt auf der Behandlung vektororientierter Strukturen liegt. Die Photogrammetrie wird gegenüber konkurrierenden Verfahren abgegrenzt. Danach schließt sich eine Beschreibung der produktionsüblichen photogrammetrischen Systeme an. Deren Integration in die GI-Systeme bildet einen weiteren Schwerpunkt dieses Beitrags.

2. EINORDNUNG DES PHOTOGRAMMETRISCHEN VERFAHRENS

Das Ziel der Photogrammetrie als Meßverfahren ist es, flächenhafte oder punktuelle Informationen über große Räume in einer geometrischen und/oder beschreibenden Form darzustellen. Neben einer Reihe unterschiedlichster Anwendungen, wie z.B. die Nahbereichsphotogrammetrie, Orthophototechnik oder die Interpretation, bleibt doch das Hauptaufgabengebiet die meßtechnische Erfassung luftsichtbarer Informationen. Mit anderen Worten, die traditionelle Messung topographischer Objekte und deren Darstellung in analoger Form, d.h. Karten, oder auch in jüngster Zeit in digitaler Form, macht, international betrachtet, mindestens 80 % aller photogrammetrischen Anwendungen aus.

Dieser Aspekt wird häufig in den Forschungseinrichtungen nur untergeordnet berücksichtigt, da es sich um ein standardisiertes und in der Anwendung akzeptiertes Verfahren handelt. Auch von seiten der Sy-

stemhersteller wurde bis vor wenigen Jahren auf diese Tatsache relativ wenig Rücksicht genommen. Unter Berücksichtigung dieser Voraussetzungen wird im folgenden ausschließlich auf die topographische Informationsgewinnung eingegangen.

2.1 Konkurrierende Verfahren

Neben der Photogrammetrie gibt es im wesentlichen zwei konkurrierende Verfahren zur flächenhaften Informationsgewinnung. Dies sind die terrestrischen Meßverfahren mit den Methoden der elektronischen Tachymetrie und die Fernerkundung, basierend auf satellitengestützten Aufnahmeplattformen. Alle drei Verfahren lassen sich am besten in bezug auf ihre geometrische Auflösung klassifizieren (siehe Tabelle 1). Die Konkurrenzsituation kommt im wesentlichen in den Überlappungsbereichen zum Tragen. So sind terrestrische Verfahren auch bei geringeren Genauigkeitsansprüchen der Photogrammetrie überlegen, wenn es sich um kleine Gebiete bzw. um nur beschränkte Informationsinhalte, z.B. im Bereich Kataster, handelt.

| Verfahren | Auflösung (Bezug Geländesystem) |
|-------------------------------|------------------------------------|
| terrestr. Vermessung | < 0,1 m |
| Photogrammetrie | 0,05 - 5,0 m |
| satellitengest. Fernerkundung | > 5,0 m |

Tabelle 1: Klassifizierung von Erfassungsmethoden nach ihrer Auflösung im Geländekoordinatensystem

Bei der satellitengestützten Fernerkundung ist die Konkurrenz durch die Stereoszenen gegeben, die bereits eine Grauzone zur Photogrammetrie darstellen. Hier wird die Grenze künftig fließend sein, wenn sich die digitale Photogrammetrie in der Anwendung durchsetzen wird (siehe Abschnitt 5).

2.2 Geo-Informationssysteme und Photogrammetrie

Geo-Informationssysteme (GIS) sind Systeme zur Erfassung, Speicherung, Verwaltung, Darstellung und Analyse raumbezogener Informationen. Ihr Zusammenhang mit der Photogrammetrie ist u.a. in Schroth (1989) oder Bill (1990) ausführlich dargelegt. Deshalb sollen hier nur einige Schwerpunkte hervorge-

hoben werden.

GIS-Systeme unterscheiden sich von traditionellen CAD-Systemen der graphischen Datenverarbeitung mit angeschlossener Sachdatenbank durch ein spezielles Modul, welches ein Werkzeug zur Erzeugung von Analysen nach bestimmten Regeln oder Algorithmen darstellt. Diese Analysefunktionen fordern aber gleichzeitig eine bestimmte Organisation der Informationen, d.h. ein besonderes Datenmodell. Hinzu kommt die vollständige Kenntnis aller topologischen Beziehungen zwischen den raumbezogenen Informationen, um planungsrelevante Analysen aktivieren zu können (siehe Scherer (1991) und Bill/Fritsch (1991)).

Die Photogrammetrie ist als Bestandteil des Erfassungsmoduls eines GIS zu sehen. Dies ist unabhängig von der Datenerfassung, d.h. Systemfüllung, oder von der Fortführung des Informationsbestandes. Ein GIS "lebt" erst, wenn es Informationen zur Verarbeitung enthält und es bleibt nur am Leben, wenn die Informationen aktuell sind. Hierfür bietet die Photogrammetrie die wirtschaftlichsten Voraussetzungen und ist damit eine Basiskomponente zur GIS-Datenerfassung.

Welche Konsequenzen dies auf die photogrammetrischen Systeme und die Integration des photogrammetrischen Verfahrens in GI-Systeme hat, wird in den folgenden Abschnitten beschrieben.

3. PHOTOGRAMMETRISCHE SYSTEME

Die Entwicklung der photogrammetrischen Systeme ist in Schroth (1989) und Ramirez (1991) grundlegend ausgeführt, insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Erfassung geometrischer und beschreibender Information in graphischer Form. Deshalb sollen hier lediglich die durch diese Entwicklungen bedingte Steigerungen des Leistungspotentials und aktuelle Tendenzen dargelegt werden.

Die Tabelle 2 zeigt deutlich, welche Fortschritte das Leistungspotential photogrammetrischer Systeme mit der laufenden Entwicklung in der Elektronik und dem stetigen Voranschreiten der graphischen Datenverarbeitung seit Mitte der 70er Jahre gemacht hat. So läßt sich für derzeit in der Produktion befindliche Systeme mit Einbindung der graphischen Datenverarbeitung eine Reduktion auf unter 50 % des vor 15 Jahren notwendigen Zeitaufwandes angeben. Dabei setzen sich moderne Systeme nahezu aller Hersteller aus der Betrachtungseinheit (Viewer), dem Steuerrechner und einem Rechner zur graphischen Datenverarbeitung zusammen. Diese Entwicklung wurde maßgeblich durch die rasanten Veränderungen des Preis-/Leistungsverhältnisses im Bereich der Personal Computer unterstützt. Zusätzlich kam der Einsatz kostengünstiger und quasi standardisierter Softwareprodukte hinzu. Gemäß den Entwicklungen im gesamten Bereich der Datenverarbeitung haben sich auch bei den Auswertesystemen Einzelplatzlösungen mit entsprechenden Vernetzungen und die Integration von Servern etabliert. Konzepte mit zentralen Rechnersystemen konnten sich nicht durchsetzen.

| Technik | Zeitraum | Zeitaufwand |
|--|-------------|---|
| Analoge Auswertegeräte, mechanisch angetriebene Zeichentische | bis 1976 | 100 % |
| Analoge Auswertegeräte, elektronische Zeichentische, keine Rechnerunterstützung, Verbesserung der graphischen Qualität | 1977 - 1981 | a) 65 % b) 80 % |
| Analoge Auswertegeräte, elektronische Zeichentische, Rechnerunterstützung, Datenspeicherung, erhebliche Verbesserung der graphischen Qualität | 1982 - 1986 | a) 60 % b) 75 % |
| Analoge und analytische Auswertegeräte, keine Zeichentische, graphische Monitore, CAD Software | ab 1987 | geringfügige Einsparung bei der Orientierung, wesentliche Einsparungen bei Folgearbeiten |

Tabelle 2: Technische Systementwicklungen und deren Rationalisierungseffekte in der Produktion bezogen auf den Stand 1976 (a) bebaute Gebiete b) offene Gebiete)

Interessant bei dieser Betrachtung ist, daß es für die graphische Informationsgewinnung nahezu unerheblich ist, ob analoge oder analytische Stereoauswertegeräte zum Einsatz kommen. Mit entscheidend für den Durchbruch der analytischen Systeme war letztendlich deren wirtschaftlichere Erstellung bei den Systemproduzenten.

Die Umsatzzahlen der Systemhersteller belegen die Tendenz zu kostengünstigen Erfassungssystemen auf der Basis von analytischen Plottern mit Standard-Softwarepaketen für die graphische Datenverarbeitung. Die Präzision ist für kartographische Anforderungen, die auch den GI-Systemen zugrunde liegen, völlig ausreichend.

4. INTEGRATION IN GEO-INFORMATIONSSYSTEME

Unter systemtechnischen Aspekten betrachtet, ist das Verfahren der Photogrammetrie lediglich ein 3-dimensionales Digitalisierverfahren. Damit ist es unmittelbar mit dem Digitalisieren analoger Kartenvorlagen vergleichbar, auch wenn es sich hierbei um ein 2-dimensionales Verfahren handelt. Die gerätetechnische Integration in die Systemkomponenten eines GIS stellt heute, dank entsprechender Netzwerktechniken, kein wesentliches Problem dar.

Dagegen ist die Integration verschiedener Datenmodelle und deren unterschiedlicher Architekturen wesentlich komplexer. GI-Systeme benötigen, wie im Abschnitt 2 dargelegt, Datenmodelle mit topologischen Strukturen, damit raumbezogene Analysen grundsätzlich realisierbar sind. Beispiele hierfür sind Flächenverschnidungen, Abfrage von Nachbarschaftsbeziehungen oder Abstandsrelationen sowie statistische Berechnungen mittels attributiver Informationen. Um die topologische Struktur aufzubauen, haben sich zwei Methoden in der Anwendung etabliert.

4.1 Integriertes Verfahren

Das integrierte Verfahren bietet vom Ansatz her die ideale Lösung. Die photogrammetrische Datenerfassung berücksichtigt unmittelbar bei der Messung klassifizierter Objekte deren topologische Beziehungen in einen interaktiven Prozeß. Dies bedeutet, neben den üblichen graphischen Elementen und deren Attribute müssen zusätzliche Informationen über Knoten, Kanten und Flächen verwaltet werden. Der Operateur hat dabei auf eine entsprechende Strukturierung bei der Datenerfassung zu achten. So kann zum Beispiel das topographische Objekt Mauer eine Flächenbegrenzung, aber auch ein einfaches Linienelement ohne Flächenbezug darstellen.

Gegenüber der traditionellen Datenerfassung für topographische Grundkarten entsteht ein nicht unerheblicher Mehraufwand mit deutlich höheren Anforderungen an den Benutzer. Aber auch die Systeme, die eine interaktive Topologiebildung erlauben, bedingen auf Grund der komplexen Datenmodelle und der damit verbundenen Erfassungsmethode einen nicht unerheblichen Rechen- und Speicheraufwand. Sie haben noch keinen Marktdurchbruch erreicht. Deshalb hat sich derzeit in der Anwendung ein zweistufiges Verfahren durchgesetzt.

4.2 Zwei-Stufen-Verfahren

Häufig werden topographische Objekte lediglich als Basisinformationen für thematische Dokumentationen, z.B. im Leitungsbereich, in der Infrastruktur- oder Grünflächenplanung erfaßt. Die Klassifizierung der Objekte basiert auf einem einfachen Codierungsverfahren unter Berücksichtigung der Daten-

struktur. Linienanschlüsse, graphische Ausgestaltung und semantische Informationen werden interaktiv bei der photogrammetrischen Auswertung realisiert und eingebracht. Dies ist für viele Anwendungen ausreichend. Einfache CAD-Systeme mit entsprechenden Verknüpfungen zu den Sachdatenbanken genügen diesen Anforderungen. Sie sind kostengünstig und relativ einfach zu handhaben.

Sollen die auf diese Weise gewonnenen Informationen in ein Geo-Informationssystem übernommen werden, so muß in einem zweiten Schritt der Datenbestand einer Topologiebildung unterzogen werden. Dies erfolgt weitestgehend automatisch. Bei der Erfassung verursachter Fehler oder sonstige auftretende Widersprüche in den Daten müssen interaktiv bearbeitet werden. Erst nach diesem Durchgang der Topologiebildung und Korrektur stehen dem Planer die entsprechenden Analysefunktionen über den Datenbestand zur Verfügung.

Kritisch wird das 2-Stufen-Verfahren im Bereich der Fortführung von GI-Systemen, da nach jeder Fortführung die Topologie neu gebildet werden muß. Überhaupt ist die gesamte Problematik der Fortführung in GIS derzeit in der Anwendung noch nicht umfassend und eindeutig gelöst. Anscheinend scheuen die Nutzer auch die hierfür notwendigen Kosten. Hier wird sich eine Änderung einstellen müssen, um die nicht unerheblichen Investitionen der Ersterfassung zu sichern.

5. ENTWICKLUNGSTENDENZEN

Betrachtet man die Geo-Informationssysteme streng nach ihrer Definition (siehe Abschnitt 2.2), so steht das Verfahren der Photogrammetrie zur Datenerfassung in der praktischen Anwendung noch am Anfang. Die Informationsgewinnung erfolgt seit einigen Jahren nahezu in digitaler Form, allerdings nicht unter dem für ein GIS notwendigen Datenmodell. Die Entwicklung zur digitalen Photogrammetrie wird eine klare Verbesserung der Integration mit sich bringen. Allein die Möglichkeiten der Superimposition von Bild und graphischer Information wird auf der Grundlage der hybriden Verarbeitung wesentlich erleichtert. Die Superimposition ist wiederum notwendig, um eine interaktive Topologiebildung durchzuführen bzw. zu kontrollieren.

Die 3-dimensionale Messung der Photogrammetrie steht im Widerspruch zu dem bis heute vorherrschenden 2-dimensionalen Charakter von GI-Systemen. Rein technisch betrachtet, benötigt die Photogrammetrie auch die 3. Dimension, um eine exakte Superimposition zu gewährleisten, aber vor allem auch bei komplexen Analysefunktionen eines GIS ist sie notwendig, zumindest in Form eines Digitalen Geländemodells. Wiederum bereitet hier die Topologie die größten Schwierigkeiten, da eine 3-dimensionale Behandlung von Objekten wirtschaftlich derzeit nicht vertretbar ist.

Die Photogrammetrie ist und wird auch in Zukunft eine wesentliche Komponente zur GIS-Datenerfassung darstellen. Inwieweit allerdings GI-Systeme sich in der Anwendung durchsetzen werden, hängt maßgeb-

lich von der Bereitschaft der Nutzer ab, für Bereitstellung und Aktualisierung der Informationen entsprechende Investitionen zu tätigen.

LITERATUR

- BILL, R. Raumbezogene Informationssysteme in Photogrammetrie und Fernerkundung. Zeitschrift für Photogrammetrie und Fernerkundung, Heft 3/1990, S. 81-90
- BILL, R. und FRITSCH, D. Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Band 1, Verlag Wichmann, Karlsruhe 1991
- RAMIREZ, J.R. Computer-Aided Mapping Systems: The Next Generation. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 57, No. 1, 1991, S. 85-88
- SCHERER, Th. Topologische Datenstrukturen in Geographischen Informationssystemen. Intergraph Mapping Seminar, Bad Dürkheim 1991
- SCHROTH, R. Photogrammetrie als Bestandteil Geographischer Informationssysteme. Schriftenreihe des Instituts für Photogrammetrie der Universität Stuttgart, Heft 14, Stuttgart 1989

ZUSAMMENFASSUNG

Das photogrammetrische Verfahren zur Erfassung und Fortführung topographischer Objekte wurde in den letzten Jahren maßgeblich von den Entwicklungen in der graphischen Datenverarbeitung, der CAD-Technologie und den Geo-Informationssystemen beeinflusst. Das führte zu einer deutlichen Steigerung des Leistungspotentials. Dabei spielte die Einbindung der Photogrammetrie in die Systemumgebung eine wesentliche Rolle. Bei einer vollständigen Integration des Verfahrens in Geo-Informationssysteme stellen sich hohe Anforderungen an das Leitungspotential der Hard- und Softwarekomponenten, aber auch an den Benutzer. Derzeit in der Anwendung befindliche Verfahren werden beschrieben.

ABSTRACT

Photogrammetry as a method for data acquisition and actualization of topographic objects was significantly influenced by the development of the CAD-technology, graphical data processing and the geographical information systems. Therefore an instant increase of the performance could be achieved. The integration of photogrammetry into the GIS environment is very important. A complete integration needs high demands for the performance of hard- and software, but also for the single user. Actual practical methods will be described.

Dr.-Ing. R. Schroth
Hansa Luftbild GmbH
Elbestraße 5
D-4400 Münster