

Vergleich der photogrammetrischen Methoden ‚Interaktive Mehrbildauswertung‘ und ‚Structure from Motion‘ anhand repräsentativer Messaufgaben

Bearbeiter: Marcel Michael Winter

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Danilo Schneider, M.Sc. Christian Wolfram

Structure from Motion / interaktive Mehrbildauswertung

In der Photogrammetrie finden verschiedene Verfahren zur dreidimensionalen Modellierung Anwendung, darunter die interaktive Mehrbildauswertung und Structure-from-Motion (SfM). Während die interaktive Methode eine manuelle Punktzuweisung erfordert, arbeitet SfM automatisiert mit einer wesentlich höheren Anzahl überlappender Bilder.

Bei der interaktiven Mehrbildauswertung werden alle Objektpunkte manuell angeklickt und direkt in ein CAD überführt. Dadurch stehen alle Objektgeometrien mit deutlich weniger Bildpaaren koordiniert zur Verfügung.

Das SfM-Verfahren hingegen erfordert eine deutlich höhere Anzahl an Bildern, um eine dichte 3D-Punktwolke zu berechnen, die anschließend in ein dichtes Oberflächenmodell umgerechnet wird.

These

Die interaktive Mehrbildauswertung bietet bei einfachen Modellen eine höhere Effizienz, während SfM für detaillierte Oberflächenrekonstruktionen und komplexe Strukturen besser geeignet ist.



Lukaskirche Dresden

Messaufgabe

Zur Prüfung der These wurde die Lukaskirche in Dresden ausgewählt, da in diesem Bauwerk sowohl einfach strukturierte als auch komplexe Objekte vereint sind.

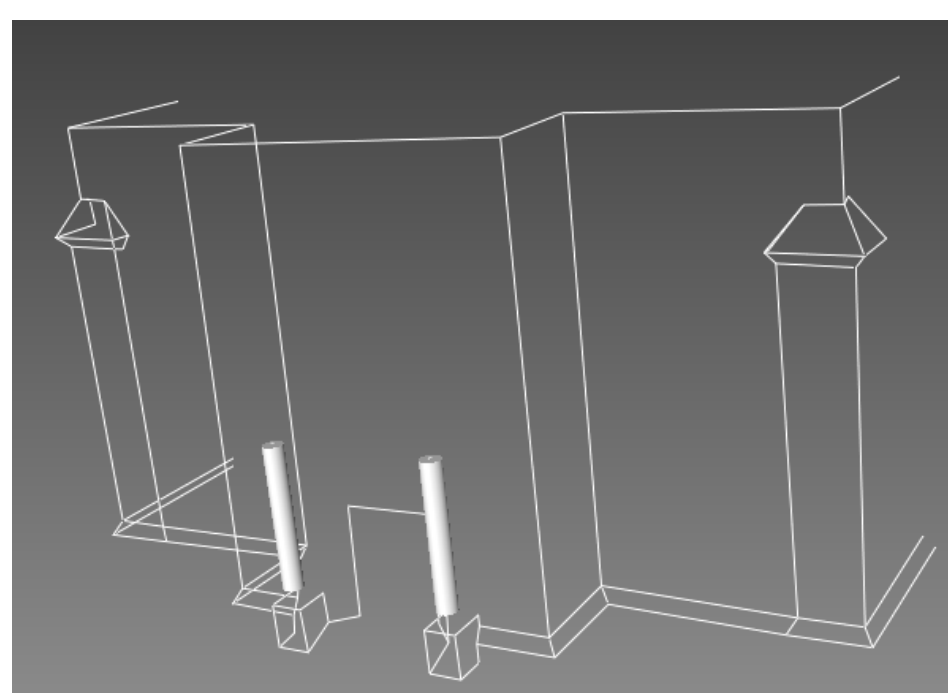
Das Ziel der Untersuchung besteht in der Erzeugung eines schematischen 3D-Modells (Drahtmodell) der Nordfassade, das als Grundlage für verschiedene Anwendungen dienen kann, wie beispielsweise die Gebäuderekonstruktion oder die Dimensionierung des Objektes.

Arbeitsablauf

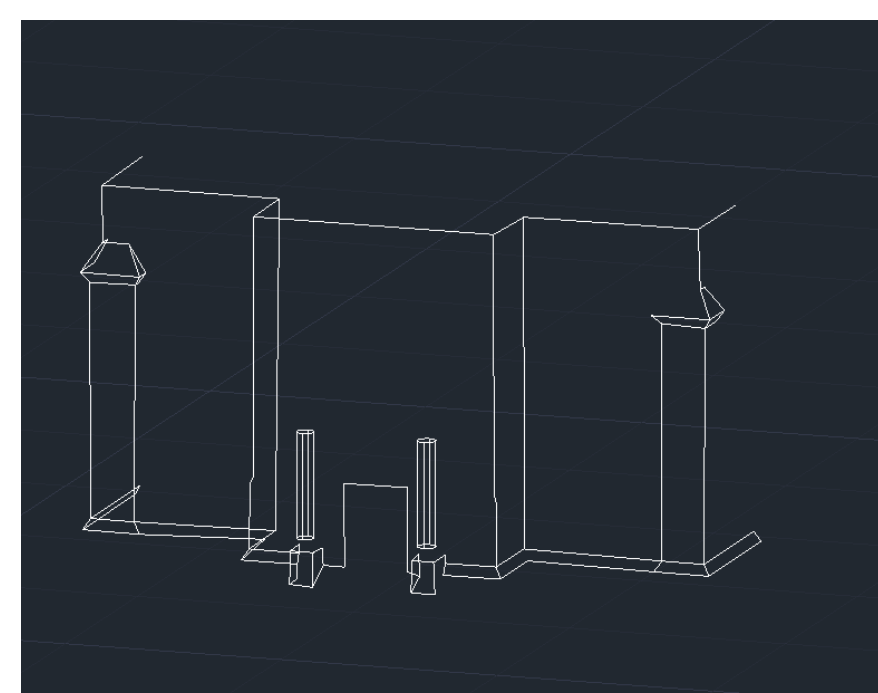
Die interaktive Mehrbildauswertung wurde ausschließlich unter Verwendung des Programms Photomodeler durchgeführt. In diesem Programm wurden elf Bilder eingelesen und manuell zueinander ausgerichtet. Im weiteren Verlauf wurden alle Objektpunkte markiert und entsprechende Linienverbände wurden gezogen.

Die Auswertung mittels SfM wurde durch drei Programme (Tabelle: wirtschaftliche Kriterien) realisiert und bedurfte 78 Bilder. Hierbei wurden alle Bilder in das Programm eingelesen und automatisch zueinander orientiert, um anschließend die Punktwolke zu erzeugen. Im darauffolgenden Schritt wurde die Punktwolke in ein anderes Datenformat umgewandelt, um schließlich in AutoCAD die Gebäudekanten zu konstruieren.

Zur Durchführung einer umfassenden Genauigkeitsanalyse wurden die georeferenzierten Drahtmodelle mit einer terrestrischen Punktwolke verglichen. Die Punktwolke wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht erfasst.



Drahtmodell Interaktive Mehrbildauswertung



Drahtmodell Structure-from-Motion

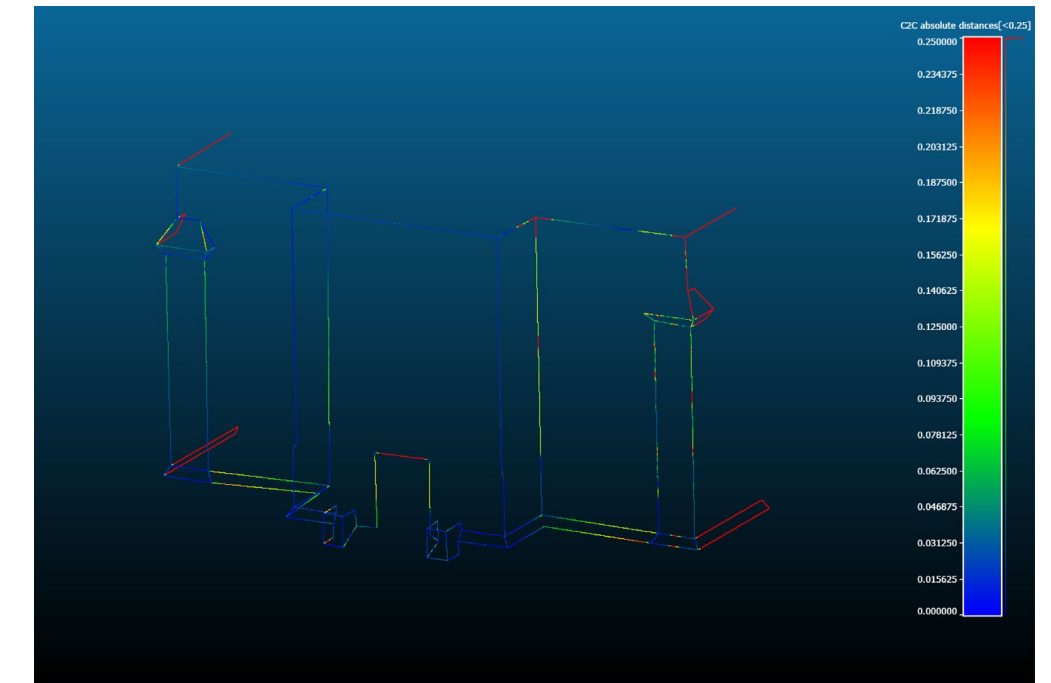
Ergebnisse

Die Parameter der Berechnungen sowie der Wirtschaftlichkeit wurden in wirtschaftliche und qualitative Kriterien unterteilt, welche in den unteren Tabellen einsehbar sind.

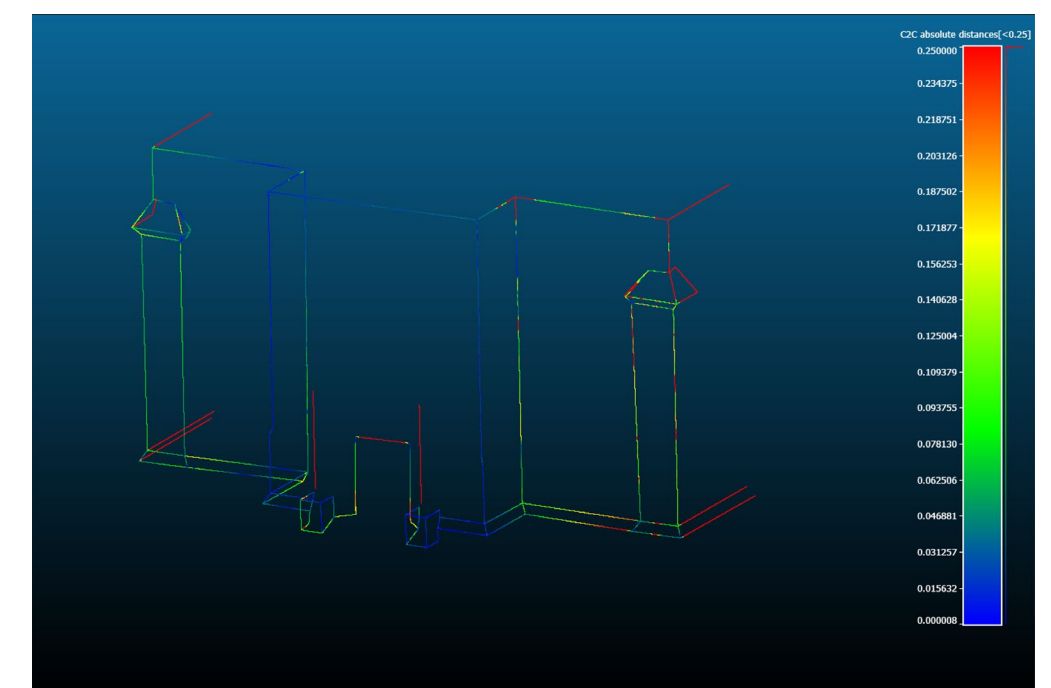
Das Resultat des Vergleichs zwischen der terrestrischen Punktwolke und den 3D-Modellen ist auf der rechten Seite ersichtlich.

Die Wirtschaftlichkeit der interaktiven Mehrbildauswertung ist höher, vor allem im Bereich Speicher- und Programmnutzung.

Hinsichtlich der Qualität zeigen sich bei der SfM-Methode geringfügig bessere Werte.



Referenzvergleich Structure-from-Motion



Referenzvergleich Interaktive Mehrbildauswertung

Qualitative Kriterien

	Maßstäbe [cm]	Passpunkte [cm]	RMS-Punktgenauigkeiten [cm]	Zuverlässigkeit
Photomodeler	1,55	1,82	2,39 cm	$\sigma_0 = 1,474$
Agisoft Metashape	1,40	1,41	1,49 Pixel Nicht angegeben	Kameraredundanz: 1

Wirtschaftliche Kriterien

Kriterien	Structure-from-Motion	Interaktive Mehrbildauswertung
Zeit	<ul style="list-style-type: none"> 2h (Punktwolkenerstellung) 1h (CAD-Bearbeitung) 	<ul style="list-style-type: none"> 2,5h (Bildverband referenzieren & CAD-Zeichnung)
Speicherplatz	<ul style="list-style-type: none"> 648MB (Bilder) 0,8MB (Drahtmodell) 250MB (Punktwolke) 	<ul style="list-style-type: none"> 103MB (Bilder) 0,5MB (Drahtmodell)
Programme	<ul style="list-style-type: none"> Agisoft Metashape AutoDesk ReCap AutoCAD (Plugin: SBuilt) 	<ul style="list-style-type: none"> Photomodeler
Anzahl Punkte	<ul style="list-style-type: none"> Etwa 12 Millionen 	<ul style="list-style-type: none"> 80

Fazit

- Die These wurde bestätigt: interaktive Mehrbildauswertung bietet effizientere Kontrolle und eignet sich besonders für CAD-Anwendungen mit klaren Kantenstrukturen, SfM hingegen eignet sich für Automatisierung komplexe Oberflächen effizient zu rekonstruieren
- Interaktive Mehrbildauswertung besser bei wirtschaftlichen Faktoren, wobei der Zeitparameter abhängig der Erfahrungen ist
- die Qualitativen Kriterien schneiden bei SfM besser ab, jedoch sind allumfassende Analysen schwer möglich auf Grund unterschiedliche Vergleichswerte
- Je nach Zielsetzung ist ein entsprechendes Verfahren zu wählen
- Interaktive Mehrbildauswertung ist nach wie vor ein sehr gutes Verfahren, wobei SfM in einigen Aspekten unabdingbar sind