

FUSION VON LASERSCANNER- UND BILDDATEN FÜR TERRESTRISCHE ANWENDUNGEN

Christian Schlosser

email: christian.schlosser@stud.tum.de

Lehrstuhl für Photogrammetrie und Fernerkundung, Lehrstuhl für Geodäsie
Technische Universität München, Arcisstraße 21, 80290 München

Einleitung:

Diese Diplomarbeit behandelt die kombinierte Auswertung von Daten eines terrestrischen Laserscanners und Aufzeichnungen einer digitalen Kamera. Der Laserscanner generiert mit geringem Aufwand ein dichtes, diskretes 3D Oberflächenmodell, während die Bilddaten flächenhaft die Textur erfassen. Aufgrund dieser komplementären Eigenschaften beider Datenquellen ist eine geeignete Fusionierung für viele zukünftige Anwendungen sehr interessant. Im Vordergrund der vorliegenden Arbeit steht eine passmarkenfreie Ko-Registrierung beider Datensätze. Neben hoher Genauigkeit und großer Robustheit sollte auch ein möglichst hoher Automatisierungsgrad erreicht werden. Aufbauend auf die Ko-Registrierung werden Orthobilder, perspektive Ansichten und eine 3D Visualisierung des Messobjekts generiert.

Die Algorithmen wurden in Form eines C++-Programmpaketes implementiert. Unterstützend wurde die Scannersoftware *Cyclone 4.0*, die Visualisierungssoftware *3D Studio Max* sowie die C++-Schnittstelle der Bildverarbeitungssoftware *Halcon 6.1* herangezogen.

Inhalte:

Zur Datengewinnung wurden die Propyläen am Königsplatz in München mit dem terrestrischen Laserscanner *Cyrax2500* gescannt. Die Verknüpfung der einzelnen Scans erfolgte durch kombinierte Nutzung der so genannten target-based- und cloud-based-registration mit *Cyclone 4.0*. Zudem wurde das Objekt mit der Teilmesskammer *Rollei 7d metric5* photographisch erfasst.

Den Kern der Arbeit stellt die Ko-Registrierung der Laser- und Bilddaten dar. Sie umfasst folgende Schritte:

- a) interaktive vorläufige Ko-Registrierung
- b) automatische Zuordnung (Matching) von Strukturen zur Verfeinerung der Ko-Registrierung
- c) Robuste Schätzung der endgültigen Transformationsparameter

Ad a)

Im ersten Schritt musste eine Schnittstelle zum Einlesen der Punktwolke geschaffen werden. Aus dieser Punktwolke können dann „fassadenweise“ mittels Interpolation tiefencodierte Grauwertbilder, so genannte *Scanbilder*, erzeugt werden. Anschließend werden über die interaktive Messung vier identischer Punkte – in Scanbild und Foto – die acht Parameter der zweidimensionalen Projektivtransformation berechnet und eine 3D-Referenzebene definiert, auf die eine vorläufige Transformation des Fotos erfolgt.

Ad b)

Die vorläufige Transformation stützt sich lediglich auf vier identische Punkte. Um eine Transformation höherer Qualität zu erhalten, werden nun im Scanbild automatisch auffällige Strukturen detektiert, die nachfolgend dem vorläufig transformierten Foto mittels strukturbasiertem Matching zugeordnet werden sollen. Auffällige Strukturen werden im Scanbild über Kantenextraktion und Geradenschnitte extrahiert. Sie entsprechen also geradlinigen Höhendiskontinuitäten, die sich in einem bestimmten Winkel schneiden. Als Zuordnungswerkzeug wurde ein bisher vorwiegend in der industriellen Bildverarbeitung eingesetztes strukturbasiertes Matchingverfahren verwendet (so genanntes *shape_based_matching* in *Halcon 6.1*). Es weist Ähnlichkeit mit Template-Matching Verfahren auf, jedoch basiert es auf Gradienteninformation und ist dank effizienter Suchstrategien in der Lage, Templates translations-, rotations- und maßstabsinvariant zu „matchen“. Nach dem Matching werden die korrespondierenden Strukturen in homologe Punkte umgerechnet. Um dem Nutzer einen Hinweis auf mögliche Probleme während der Ko-Registrierung zu geben werden Matchingqualität der Strukturen und die räumliche Verteilung der homologen Punkte als interne Bewertungsmaße herangezogen. Bei Unterschreiten von vorgegebenen Schwellen können optional Punkte manuell nachgemessen werden.

Ad c)

Zur endgültigen Berechnung der 2D Projektivtransformationsparameter wurde eine iterative, robuste Schätzung implementiert. Die Gewichtung der Beobachtungen richtet sich nach Qualität des jeweiligen Matches und Abstand zur Referenzebene und wird für jede Iteration mittels einer vorgegebenen Gewichtungsfunktion neu bestimmt. Abschließend wird anhand der resultierenden Transformationsparameter das endgültig entzerrte Bild mittels Resampling erstellt.

Zur Visualisierung der Ergebnisse wurden zwei Varianten verfolgt. Zum einen wurde unter Vorgabe der Orientierungen virtueller Kameras eine Reihe von perspektiven Ansichten automatisch gerechnet. Zum anderen wurde aus den Laser-Rohdaten über die DXF-Schnittstelle von *Cyclone 4.0* ein 3D Modell des Bauwerks mittels *3D Studio Max* erzeugt. Dieses Modell konnte nun mit den vorher entzerrten Bildern texturiert und animiert werden.