

Automatische Registrierung von Scans ohne Targets

Das terrestrische Laserscanning (TLS) ist ein 3D-Messverfahren, bei dem Punktwolken entstehen. Es wird für die Visualisierung und Dokumentation von Bauwerken und anderen Objekten eingesetzt. Seine Bedeutung bei Planungen für Aus- und Umbaumaßnahmen, im Facility Management, der Schadens- und Beweissicherung nimmt ständig zu.

Die Auswertung reicht vom einfachen Messen in den Punktwolken bis zur komplexen Modellierung von Bestands- und Planungsdaten. Da die vollständige Objekterfassung im Allgemeinen mehrere Scans erfordert, besteht der erste Schritt der Projektbearbeitung immer in der geometrischen Verknüpfung der Scans. Größere Projekte können Hunderte von Scans umfassen.

Ziel dieser *Registrierung* genannten Maßnahme ist die Ermittlung von Parametern für die Transformation jedes einzelnen Scans in ein gemeinsames Koordinatensystem. Je nach Anforderung ist das Zielsystem lokal (alle Scans werden in das Koordinatensystem eines Master-Scans transformiert) oder global (Fabrik- oder Landeskoordinatensystem).



Bearbeitungsschritte vom realen Objekt bis zum Modell

Konventionelle Verfahren

Übliche Softwareprogramme verwenden für die Registrierung die Information identischer Punkte in benachbarten Scans. Schon seit längerer Zeit wird die Umsetzung von Verfahren der automatischen Verknüpfung über identische Punkte versucht (ICP). Sie findet ihre Grenzen durch immense Rechenzeiten, wenn die Projekte größer werden. Ersatzweise wird deshalb weiterhin die interaktive Verknüpfung der Scans über exakt erkennbare und deshalb signalisierte Punkte (Targets), z.B mit Zielmarken oder Kugeln verfolgt. Deren sinnvolle Anbringung und Entfernung im zu erfassenden Objekt benötigt erhebliche Zeit. Hinzu kommt ein oft unterschätzter Zeitaufwand bei der Wahl der Scanner-Standpunkte. Sowohl die Vollständigkeit der Objekterfassung als auch die Sichtbarkeit von ausreichend vielen Targets muss beachtet werden. Aufwändige Arbeiten beim Scannen bzw. lange Rechenzeiten bei der Registrierung zwingen zur Verknüpfung der Scans bei der häuslichen Bearbeitung.



Zeitliche und örtliche Ausführung der Arbeitsabschnitte

Das Scantra Verfahren

Um den Aufwand beim Scannen und geodätischen Messen vor Ort und beim Auswerten erheblich zu reduzieren, wird bei Scantra ein neuer Weg begangen. Die Registrierung erfolgt über natürliche Ebenen, die in den Scans detektiert werden. Die Verknüpfung zweier Scans erfolgt automatisch über mehrere hundert identische Flächen statt über wenige Punkte. Durch die große Redundanz und die räumlich stabile Verteilung der Ebenen werden hohe relative Genauigkeiten im Submillimeterbereich erreicht, die bei der Verknüpfung aller Scans durch Blockausgleichung zu einem präzisen Gesamtmodell führen. Qualitätsmerkmale (Genauigkeit und Zuverlässigkeit) werden in Bild und Schrift ausgewiesen.

Automatische Registrierung von Scans ohne Targets

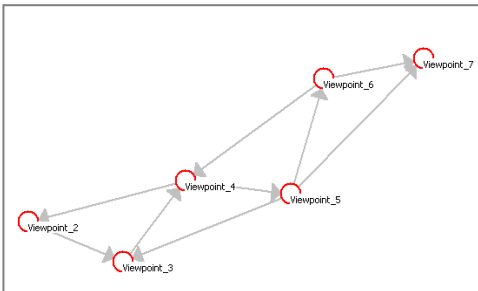
Selbstverständlich können in Scantra zusätzlich vorhandene Punktidentitäten zur Berechnung der Transformationsparameter herangezogen werden. Targets werden immer dann benötigt, wenn das Scan-Projekt in ein globales Koordinatensystem transformiert werden muss. Es genügen dann aber wenige, günstig über das Projekt verteilte Marken, die sowohl in einigen Scans bestimmt als auch tachymetrisch gemessen werden. Durch die erhebliche Reduzierung des Meßaufwandes, die enorme Rechenleistung der Scantra Module und die weitgehende Automatisierung des Verfahrens kann die Registrierung meistens schon vor Ort am Objekt erfolgen.



Zeitliche und örtliche Ausführung der Arbeitsabschnitte

Ablauf der Registrierung mit Scantra

Definition von Scan-Paaren



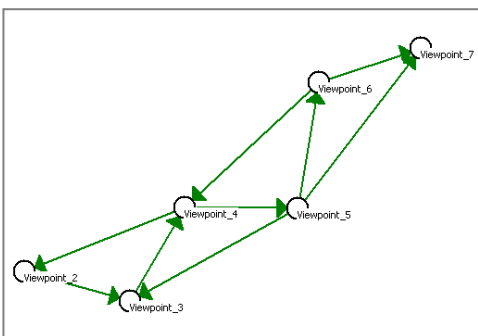
In einem Nachbarschaftsgraphen werden die Scan-Standpunkte (Stationen) interaktiv grafisch in ihrer ungefähren Lage zueinander angeordnet. Stationen, die mutmaßlich einen Überlappungsbereich aufweisen, werden miteinander durch Beziehungspfeile verbunden. Dieser Arbeitsabschnitt kann zum Teil automatisiert werden. Danach beginnt der vollautomatische Teil der Registrierung ohne weitere Vorinformation.

Ebenen-Detektion

Zunächst werden in allen Scans Ebenen gesucht. Dieser Vorgang benötigt bei Scans mit ca. 50 Mio. Punkten bei üblicher Rechnerleistung zwischen einer und zwei Minuten pro Scan.

Ebenen-Matching

In einer sequentiellen Schleife werden die Scan-Paare lokal registriert.

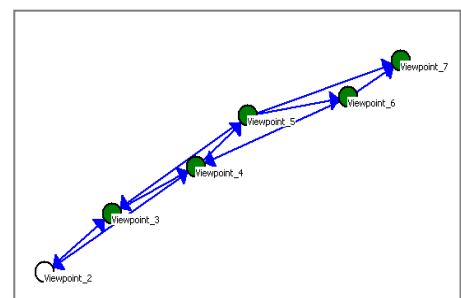


Die Ergebnisse des Matching-Prozesses werden fortlaufend für jedes behandelte Scan-Paar grafisch angezeigt. Die lokalen Transformationsparameter werden durch die Ampelfarben entsprechend der erreichten Genauigkeit gekennzeichnet.

Die Rechenschritte des Ebenen-Matchings benötigen aufgrund der hochentwickelten und sehr schnellen Algorithmen pro Scan-Paar nur ca. 30 Sekunden.

Blockausgleichung

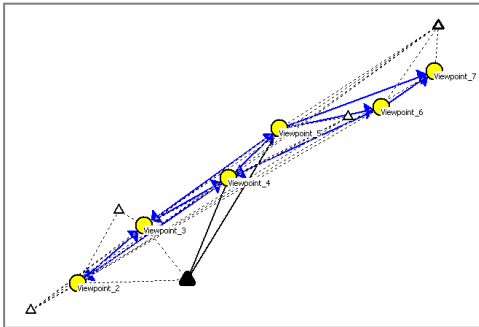
Die abschließende Blockausgleichung (verkettete 3D-Transformation) gleicht die lokalen Transformationen der Scan-Paare über das ganze Projekt aus und liefert als Ergebnis hochgenaue Transformationsparameter für jeden einzelnen Scan in ein



Automatische Registrierung von Scans ohne Targets

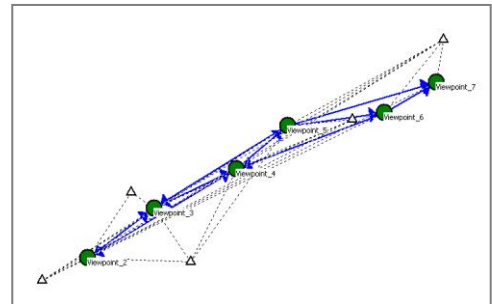
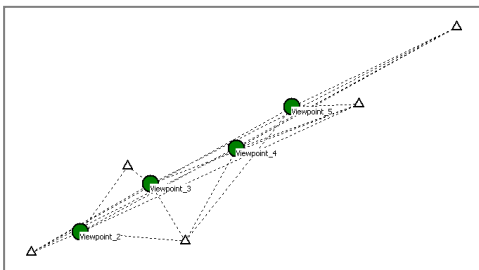
gemeinsames Koordinatensystem.

Die Füllung der jetzt lagerichtigen Stationen durch Ampelfarben stellt die Genauigkeit der Scans dar, die Farbe Beziehungspfeile die Zuverlässigkeit der lokalen Registrierungen.



Identische Punkte zwischen zwei Scans sowie tachymetrisch gemessene Punkte eines Scans werden wenn vorhanden einbezogen.

Grobe Fehlzunordnungen oder Messungsfehler werden angezeigt (siehe Bild links) oder alternativ gleich automatisch eliminiert (siehe Bild unten rechts).



Selbstverständlich ist die Blockausgleichung auch nur mit Punkten möglich, falls konservativ weiterhin mit Zielmarken gemessen worden ist.

Die Blockausgleichungen sind extrem leistungsfähig und schnell, ein Block von ca. 200 Scans kann in weniger als 20 Sekunden ausgeglichen werden!

Integration in gerätenahe Auswertesoftware

Zur targetlosen Registrierung wurde das Scantra in die Software LaserControl ab der Version 8.3 integriert. LaserControl ist eine Entwicklung von Zoller+Fröhlich zur externen Steuerung von Z+F Laserscannern, zur Filterung, Analyse und Registrierung von 3D Punktwolken, sowie zu deren Colorierung. Mit Laserscannern können bis zu einer Millionen Punkte pro Sekunde mit hohen Genauigkeiten erfasst werden. Daher ist eine leistungsfähige Auswerte- und Registrierungssoftware notwendig, um die Auswertezeiten zu minimieren. Mit Z+F Laserscannern werden schon im Feld bei der Datenerfassung die Beziehungspfeile erzeugt. Dadurch kann der Arbeitsschritt „Definition von Scanpaaren“ (s.o.) wesentlich beschleunigt werden. Die Ergebnisse der Blockausgleichung (die endgültige Lage und Orientierung jedes einzelnen Scans) werden automatisch an LaserControl übergeben.

Zusammenfassung

Die Vorteile des Scantra Verfahrens gegenüber herkömmlichen Verfahren sind

- ⇒ Zeitersparnis beim Scannen und Messen vor Ort bis zu 50%
- ⇒ Zeitersparnis beim Registrierungsprozess bis zu 50%
- ⇒ Vermeidung von Nachmessungen
- ⇒ Steigerung der Genauigkeit bis unter 1 mm
- ⇒ Objektiver Qualitätsnachweis mittels Grafik und Protokoll
- ⇒ Einsatzfähigkeit in geschlossenen Räumen