

Kurzbeschreibung zur Diplomarbeit:

Geometrische Modellierung einer digitalen Rotationszeilenkamera für die Nutzung als photogrammetrisches Messsystem

Eingereicht von D. SCHNEIDER am 2. Dezember 2002

Technische Universität Dresden
Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung
Lehrstuhl für Photogrammetrie

Panoramafotografie ist ein beliebtes Mittel, um Landschaften, Innenräume oder Plätze auf einem Bild festzuhalten, das einen vollen Rundumblick erlaubt. In der photogrammetrischen Anwendung bietet die Nutzung einer Rotationszeilenkamera, d. h. einer digitalen Panoramakamera mit rotierender CCD-Zeile, eine interessante Alternative zu konventionellen Verfahren. Rotationszeilenkameras besitzen ein hohes Auflösungspotenzial, außerdem kann ein Objekt mit vergleichsweise wenigen Bildern erfasst werden. Jedoch gehorcht das Aufnahmeprinzip nur in einer Bildkoordinatenrichtung der den meisten Kameras zugrundeliegenden Zentralperspektive. Deshalb wurde das geometrische Modell entwickelt und anhand eines Prototyps einer Rotationszeilenkamera der Fa. KST Dresden GmbH analysiert.

Das geometrische Modell der Rotationszeilenkamera wurde durch einen räumlichen Rückwärtsschnitt untersucht. Dafür ist das Vorhandensein bekannter Objektpunktkoordinaten erforderlich, die räumlich um den Kamerastandpunkt verteilt sind. Mehr als 200 retro-reflektierende Zielmarken mit codierter Punktnummer wurden deshalb an den Wänden eines Raumes installiert und deren Koordinaten photogrammetrisch ermittelt. Die Genauigkeit dieser Objektkoordinaten liegt im Durchschnitt zwischen 0,05 und 0,5 mm.

Grundlage für die Herleitung des geometrischen Modells ist die Definition der verwendeten Koordinatensysteme. Neben Objekt- und kartesischem Gerätekoordinatensystem wurde der Abbildungsgeometrie entsprechend ein zylindrisches System eingeführt, welches in die Bildkoordinaten (Zeile, Spalte) überführt werden kann. Verschiedene konstruktionsbedingte und optische Eigenschaften des physikalischen Kamerasystems können Abweichungen vom geometrischen Grundmodell verursachen. Dazu zählen u. a. Exzentrizitäten, Neigung der CCD-Zeile gegenüber der Rotationsachse, Drehzahlschwankungen des Antriebs und die Verzeichnung des Objektivs. Zur Kompensation dieser Modellabweichungen wurden Korrekturterme hergeleitet und mit Hilfe zusätzlicher Parameter sukzessive dem Grundmodell hinzugefügt.

Zur Berechnung des räumlichen Rückwärtsschnittes wurde eine Ausgleichungssoftware entwickelt, in welche die Passpunktkoordinaten, gemessene Bildkoordinaten und eine Projektdatei einfließen. Das Ergebnis eines Programmablaufes sind zum einen die Werte für die Elemente der äußeren und inneren Orientierung der Kamera, einschließlich statistischer Angaben. Zum anderen resultieren Werte für die zusätzlichen Parameter, sowie deren Signifikanz. Auf diese Weise konnte die Wirksamkeit der Parameter im Modellansatz beurteilt werden.

Mit Berücksichtigung zusätzlicher Parameter im funktionalen Modell der Ausgleichung beträgt die erreichte Standardabweichung der Gewichtseinheit etwa 1 Pixel. Übertragen in den Objektraum entspricht dies einer Genauigkeit zwischen 0,3 und 1,4 mm (45-mm-Objektiv, Aufnahmeentfernung ca. 3 - 9 m). Das Genauigkeitspotenzial der Rotationszeilenkamera konnte damit noch nicht vollständig ausgeschöpft werden. Als Ursache dafür ist vor allem die nicht ausreichende Passpunktgenauigkeit im Kalibrierraum zu nennen.

Das geometrische Modell für digitale Rotationszeilenkameras steht nun zur Implementierung in verschiedene photogrammetrische Aufgabenstellungen zur Verfügung. Zum einen ist es möglich, Objektkoordinaten durch einen räumlichen Vorwärtsschnitt aus Panoramen, die von unterschiedlichen Kamerastandorten aufgenommen worden sind, zu ermitteln. Zum anderen ist die Programmierung einer Bündelblockausgleichung für Panoramabilder sinnvoll. Dadurch werden der Rotationszeilenkamera viele Anwendungsgebiete erschlossen, bei denen die Erfassung sehr genauer 3D-Informationen von Räumen oder Plätzen notwendig ist. Beispielsweise stellen Architektur und Industrie interessante Einsatzgebiete dar.