

Integration automatisierter Verfahren der digitalen Bildverarbeitung in einem Stereoauswertesystem

Integration of digital image analysis for automated measurements into a photogrammetric stereo evaluation system

Dipl.-Ing. Gunnar Siedler
Fokus GmbH Leipzig

04229 Leipzig Lauchstädter Straße 20
Tel.: 0341-2178460, Fax: 0341-2178470

E-mail: Siedler@fokus-GmbH-Leipzig.de, Internet: www.fokus-GmbH-Leipzig.de

Zusammenfassung:

Ziel der hier vorgestellten Arbeiten ist die Kombination photogrammetrischer Auswerteverfahren und digitaler Bildverarbeitung für ein anwendungsnahes System zur stereoskopischen Auswertung im Bereich Architektur, Bauforschung und Archäologie. Die stereoskopische Betrachtung am Computer ermöglicht dem Anwender die Wahrnehmung und Beurteilung der räumlichen Gestalt und Oberflächenstruktur von Objekten. Durch die Integration automatisierter Verfahren der digitalen Bildverarbeitung kann darüber hinaus die interaktive stereoskopische Bildauswertung vereinfacht und die Auswertegenauigkeit verbessert werden. Aufgrund der Ähnlichkeit stereoskopischer Bildpaare bieten sich hier Korrelationsverfahren zur subpixelgenauen Messung zugehöriger Bildpunkte an. Neben der Einzelpunktmessung können damit über geeignete Expansionsalgorithmen auch Profile und Objektoberflächen automatisch erfasst werden. Eine Schnittstelle für das codierte tachymetrische Aufmaß sowie die Integration von Punktwolken von Laserscannern erlauben eine kombinierte Auswertung. Mit Hilfe des implementierten Triangulationsalgorithmus können daraus digitale Oberflächenmodelle generiert und im Stereomodell bearbeitet werden.

Abstract:

The purpose of the introduced project is to achieve a combination of photogrammetric measurement techniques and procedures of digital image analysis in one stereoscopic evaluation system, which can be used in architectural surveying, building preservation and archaeology. Digital stereoscopic examination allows users an estimation of the spatial dimension and the surface texture of objects. The integration of automated image analysis techniques simplifies the stereoscopic measurement procedure and offers an increase in accuracy. Due to the substantial similarities of stereoscopic image pairs, correlation techniques provide measurements of subpixel precision for corresponding image points. An adapted expansion algorithm for the same process even offers the possibility to measure profiles and object surfaces automatically. Additionally an included interface for the integration of tacheometric measurements and laser scanner point clouds allows a combined object evaluation. Digital surface models (DSM) can be created by triangulation and edited within the stereo model.

Bildaufnahme und Modellorientierung

Mit der von der fokus GmbH Leipzig entwickelten Software **metigo Stereo** ist der Anwender in der Lage, die mit einer bestimmten Aufnahmeconfiguration aufgenommenen Bildpaare digital zu Stereomodellen zu orientieren. Für die stereoskopischen Aufnahmen können neben klassischen Messkamern auch analoge und digitale Kameras zum Einsatz kommen.

Durch die Messung von identischen Bildpunkten im linken und im rechten Bild erfolgt die relative Orientierung der Bilder zueinander. Über Referenzpunkte am Objekt, eine Passstrecke oder eine maßlich definierte Kameraverschiebung wird das Stereomodell absolut orientiert. Dadurch wird die maßstabsgerechte Auswertung des Objektes möglich.

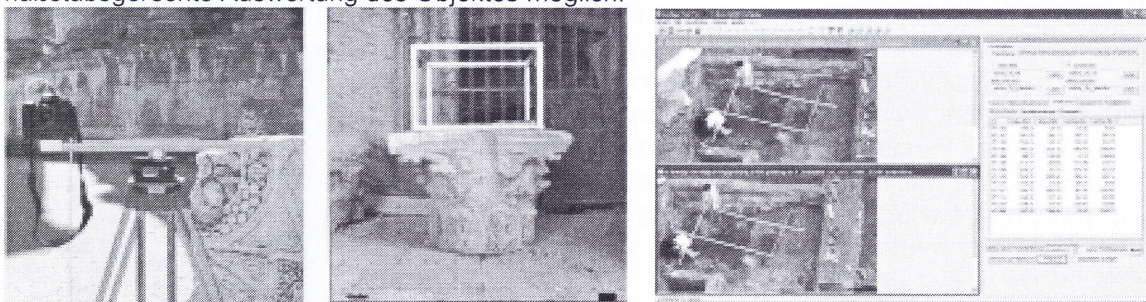


Abb. 1: Verschiedene Aufnahmeconfigurationen vor Ort
links: Kameraschiene als Basis, Mitte: Rahmen als 3D-Maßbezug,
rechts: Hochstativ mit fester Basis und 2 Kameras mit Fernauslösung für fortlaufende Grabungsdokumentation,
rechts: Modellorientierung über Verknüpfungspunkte in beiden Bildern, durch Matching subpixelgenaue Messung im Bild.

Dreidimensionale Betrachtung über Stereomodelle

Über die bekannten Farbbrillen (Anaglyphenverfahren) oder spezielle Shutterbrillen (in Verbindung mit einer Open-GL fähigen Grafikkarte) können die entstandenen Stereomodelle am Monitor dreidimensional betrachtet, 3D-Einzelmaße abgegriffen und graphische Auswertungen angefertigt werden.

In Abhängigkeit der verwendeten Kamertechnik und der Größe des Filmformates bzw. der Größe des CCD-Sensors lassen sich bei Detailaufnahmen Vergrößerungen bis weit in den Macrobereich hinein erzielen. Dies ist im Bereich der Materialanalyse, Auswertung der Oberflächenstruktur bis hin zur Bewertung von Befunden und Schäden hilfreich.

Erstellung und Texturierung digitaler Oberflächenmodelle

Aufgrund der Ähnlichkeit der Teilbilder stereoskopischer Bildpaare bieten sich hier insbesondere Korrelationsverfahren zur subpixelgenauen Messung zugehöriger Bildpunkte an. Neben der Einzelpunktmessung können mit geeigneten Expansionsalgorithmen horizontal- und Vertikalprofile sowie ganze Objektoberflächen erfasst werden.

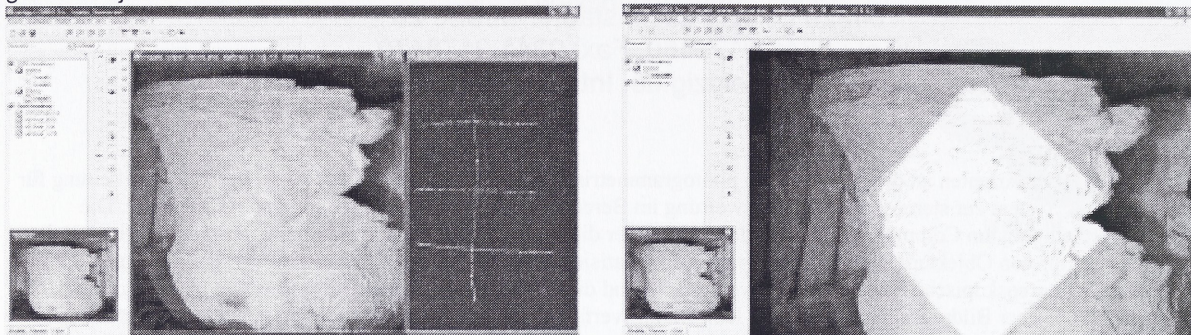


Abb. 2: Durch Matching automatisch erzeugte Profile und 3D-Punktwolke, links: Anaglyphendarstellung im Stereoanzeigefenster sowie Profile im 3D-Anzeigefenster, rechts: flächenhaftes Matching zur vollständigen Erfassung der Oberfläche.

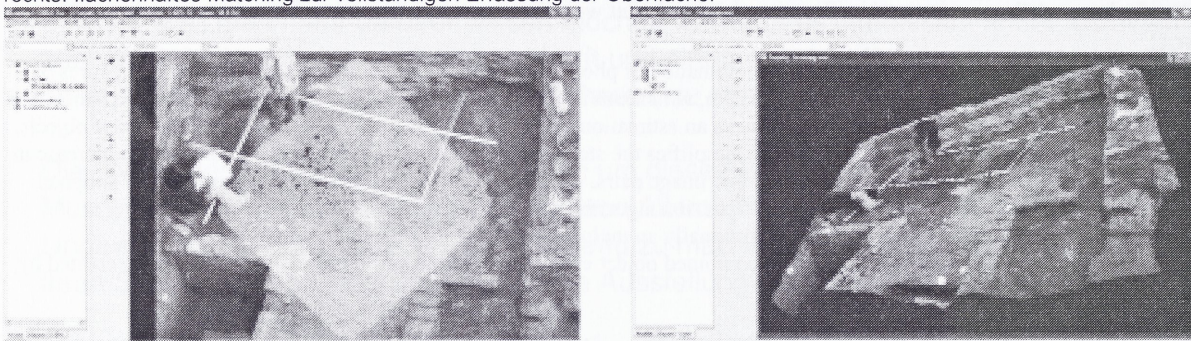


Abb. 3: Digitales Oberflächenmodell bei Grabungsdokumentation, links: flächenhaftes Matching einer 3D-Punktwolke im Bild (Anaglyphendarstellung), rechts: texturiertes Oberflächenmodell für die Dokumentation der Objektoberfläche.

Mit einem Triangulationsalgorithmus können digitale Oberflächenmodelle generiert und im Stereomodelle bearbeitet werden. Im zweiten Schritt kann nach der Editierung des Oberflächenmodells die Textur der Stereobilder auf das digitale Oberflächenmodell übertragen werden. Auf diese Weise ist eine wirklichkeitstreuere digitale Dokumentation des Objektes möglich.

Die Oberflächenmodelle können über STL- und VRML-Schnittstelle exportiert werden.

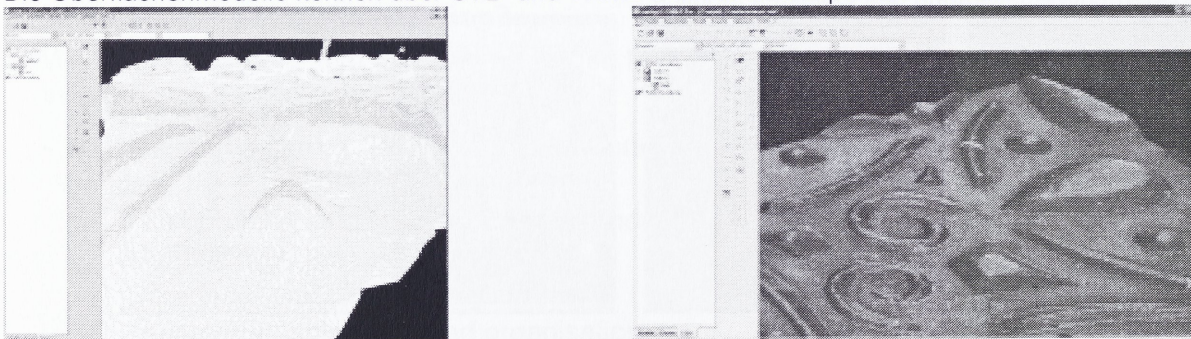


Abb. 4: Digitales Oberflächenmodell einer Druckmatrize
links: Digitales Oberflächenmodell (Dreiecksvermaschung) im 3D Anzeigefenster,
rechts: Texturiertes Oberflächenmodell für die Dokumentation der Objektoberfläche

Für die oben gezeigten Modellbeispiele wurden herkömmliche CCD-Kameras verwendet. In Abhängigkeit der erforderlichen Genauigkeit kann die zu verwendende Kamera kalibriert und am Objekt ein entsprechender Kalibrierkörper für den Maßstabsbezug verwendet werden. Die hier gezeigten Auswertbeispiele wurden mit der Software metigo STEREO der fokus GmbH Leipzig bearbeitet.