

Konzeption und Realisierung eines neuen portablen 360°-Stereokamerasystems

Für den Aussenraum existieren bereits fahrzeuggestützte 360°-Stereokamerasysteme zur Ableitung von 3D-Bilddaten und darauf aufbauenden 3D-Bilddiensten. Mit dieser Arbeit konnte nun auch ein entsprechendes 360°-Stereokamerasystem für Innenraumaufnahmen prototypisch umgesetzt und evaluiert werden. Realisiert wurde ein ringförmiges System bestehend aus fünf Stereobasen mit Konstruktionen aus dem 3D-Drucker. Als Kameras standen die low-cost Action-Kameras Git2 von GitUp mit Fisheye-Objektiv zur Verfügung. Am Ende des Auswerteprozesses stehen pro Stereobasis dichte 3D-Daten als RGB-D Bilder oder Punktwolken zur Verfügung. Manuelle Distanzmessungen zeigen das Genauigkeitspotential von < 1 cm auf.

Motivation

Die Erfassung von Innenräumen wird gerade im Kontext des digitalen Planens und Bauens immer stärker nachgefragt. In dieser Arbeit wurde ein entsprechendes Kamerasystem zur flächenhaften Aufnahme von Innenräumen entwickelt und umgesetzt. Als Anforderung wurde ein tragbares Rig mit einer horizontalen 360°-Stereoaufdeckung zur Erreichung von messtechnischen Genauigkeiten definiert.

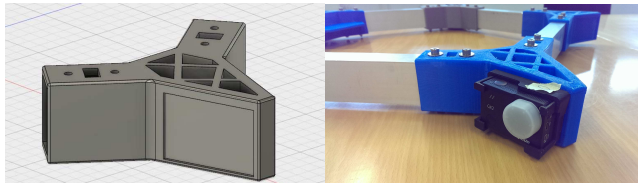


Abb. 1: Konstruktion und Umsetzung des Kamera-Rigs

Konzeption und Umsetzung

Eine ringförmige Anordnung der Kameras zeigte sich als optimale Lösung für ein solches Stereopanoramasytem. Dazu wurden fünf Eckstücke in Autodesk Fusion 360 konstruiert und auf dem 3D-Drucker erzeugt (Abb.1). Die Verbindungen zwischen den Ecken bilden Aluminium-Profile. Das System aus zehn Kameras hat fünf Stereobasen mit einer Basislänge von je 60 cm (Abb. 2). Die Ansteuerung der eingesetzten Kameras Git2 von GitUp erfolgte mittels Raspberry Pi über einen Touchscreen.

Spezifikationen der Git2

Auflösung	16 MP (4603 x 3456)
Objektiv	Fisheye
Öffnungswinkel (H x V)	120° x 90°
Pixelgrösse	1.34 µm
Kammerkonstante	3 mm

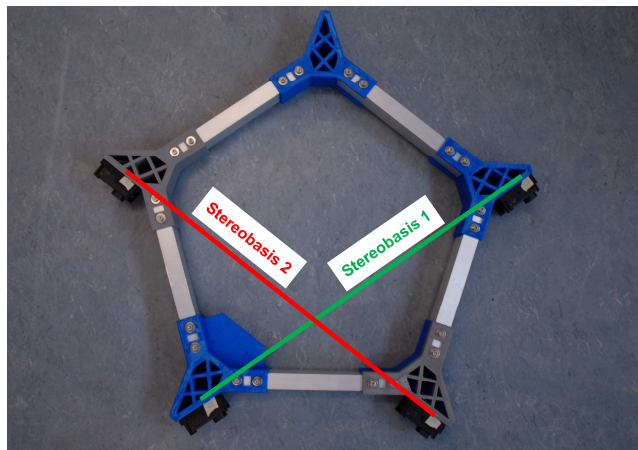


Abb. 2: Aufbau und Ausrichtung der 60 cm langen Stereobasen

Auswerteprozess

Folgende Arbeitsschritte sind notwendig, um aus den Aufnahmen die gewünschten 3D-Daten abzuleiten:

- 1) Korrektur der inneren und relativen Orientierungsparameter
- 2) Modellkonvertierung zur Herstellung der Epipolargeometrie
- 3) Generierung der Disparitätskarte mit Dense Image Matching
- 4) Ableitung der Punktwolke aus der Disparitätskarte

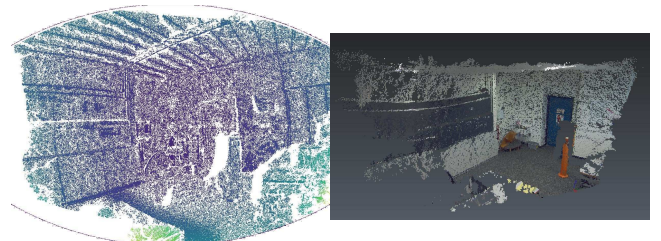


Abb. 3: Resultierende Tiefenkarte und Punktwolke aus Aufnahmen einer einzelnen Stereobasis

Resultate und Genauigkeiten

Das Produkt des Auswerteprozesses sind Tiefenkarten oder Punktwolken wie in Abb. 3. Für Innenaufnahmen mit typischen Messdistanzen von 2 – 8 Metern konnten ansprechende Resultate erzeugt werden. Untexturierte Flächen wie die Wände oder Decke führen jedoch zu diversen groben Fehlern und erhöhter Streuung. Zur Untersuchung der relativen Messgenauigkeit wurden Distanzen zwischen bekannten Punkten gemessen. Dabei wurde mit einer Basislänge von 60 cm eine durchschnittliche Abweichung von 7.5 mm erreicht. Aufgrund des Fisheye-Objektives führen die Verzerrungen im Randbereich der Bilder zu grösseren Ungenauigkeiten mit zunehmendem Bildradius (Abb. 4).

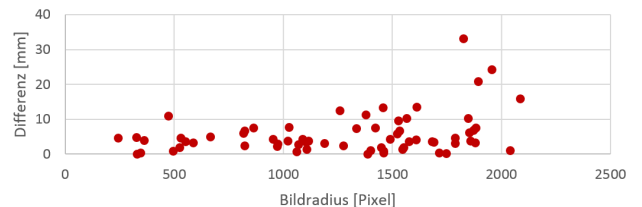


Abb. 4: Abhängigkeit zwischen Messgenauigkeit und Bildradius bei manuellen Messungen auf 2 – 8 Meter Distanz

Fazit

Mit dem entwickelten Prototyp konnte eine Kamerasystem mit horizontaler 360°-Stereoaufdeckung realisiert werden. Die Resultate des Auswerteprozesses sind dichte 3D-Bilddaten oder Punktwolken. Die vielen untexturierten Flächen in Innenräumen führen im Dense Image Matching zu erhöhten Ungenauigkeiten. Manuellen Messungen auf Passpunkte zeigen jedoch das Genauigkeitspotential von < 1 cm (1σ) auf.

Autor: David Holdener
Examinator: Prof. Dr. Stephan Nebiker
Co-Examinator: Stefan Blaser
Experte: Benjamin Loesch