

Bachelor-Thesis 2011

Stereovision Mobile Mapping Leistungsvergleiche für unterschiedliche Bildsensoren



Autor: Sebastian Arnold

Examinator: Prof. Dr. Stephan Nebiker

Experte: Dipl. Ing. Hannes Eugster

Stereovision Mobile Mapping - Leistungsvergleiche für unterschiedliche Bildsensoren

Mobile Mapping Systeme ermöglichen heute eine effiziente dreidimensionale Erfassung des Fahrbahnraumes mit geringen Einschränkungen für den täglichen Strassenverkehr. In dieser Arbeit werden Genauigkeitsuntersuchungen mit einer HD- und einer 11 Megapixel-Kamera auf einem stereobildbasierten Mobile Mapping System durchgeführt. Die Resultate zeigen, dass Genauigkeiten von 4 Zentimetern erreichbar sind. Weiter wird der Einfluss der relativen Orientierung der Kameras auf die Vollständigkeit der Tiefenkarte aufgezeigt.

Schlagworte: Mobile Mapping System, Stereovision, Genauigkeitsuntersuchung, Leistungsvergleich, Tiefenkarte, relative Orientierung

1. Einleitung

Im Frühjahr 2011 wurden neben den bisherigen HD-Kameras zwei Hochleistungsindustriekameras mit 11Megapixel Auflösung beschafft. In dieser Bachelor-Thesis werden die Resultate der unterschiedlichen Bildsensoren verglichen und neue Erkenntnisse über stereobasierte Mobile Mapping Systeme gewonnen.

2. Durchgeführte Untersuchungen

Geometrische Genauigkeit

- Vergleich der Einzelpunktgenauigkeit der beiden Bildsensoren
- Genauigkeitsvergleich mit Auswertung in MMS Client
- Genauigkeitsvergleich mit Auswertung in MMS PointMatching

Dense Matching und 3D-Punktwolkengenerierung

- Tiefenkartengenerierung mit Daten beider Sensoren und Vollständigkeitsvergleich
- Einfluss der relativen Orientierung auf die Tiefenkartengenerierung

3. Grundlagen

Mit einer Messfahrt durch Muttenz werden die Grundlagedaten für diese Untersuchungen erstellt. Bei der Messfahrt werden alle vier Kamerasensoren mitgeführt. Die gemessenen MMS-Koordinaten werden mit TPS-Koordinaten verglichen, welche vor einem Jahr erhoben wurden.

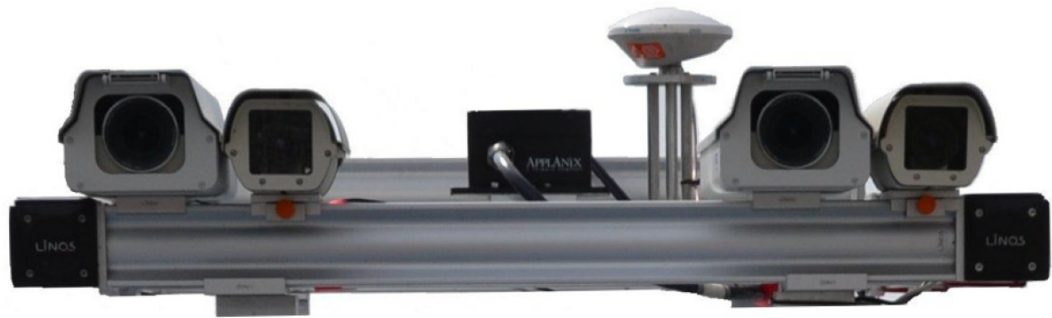


Abb. 1 Versuchsaufbau mit den Dachkomponenten des Mobile Mapping Systems mit den HD- und 11MP-Kameras parallel montiert

4. Resultate

Die Auswertungen für die Einzelpunktgenauigkeiten werden mit der Software MMS Client durchgeführt. Infolge der Vorwärtsschnittgeometrie im allgemeinen Stereofall ist die erreichte Einzelpunktgenauigkeit distanzabhängig (vergleiche Abb.2).

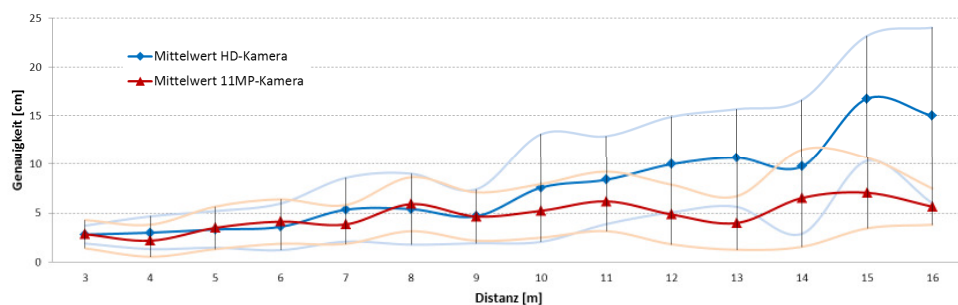


Abb. 2 Distanzabhängige 3D-Einzelpunktgenauigkeit mit den Standardabweichungen der zwei Sensorsysteme im Vergleich

Die Resultate zeigen, dass mit der 11MP-Kamera auch auf eine Distanz von über 15 Metern relativ genau gemessen werden kann. Zudem ist ersichtlich, dass auch die Streuung im Vergleich zur HD-Kamera deutlich kleiner und konstanter ist.

Um die 3D-Genauigkeit der Punkte zu verbessern, werden mehrere Messungen in verschiedenen Stereobildpaaren auf denselben Punkt durchgeführt und diese Koordinaten distanzabhängig gemittelt. Die so erreichte absolute Genauigkeit sagt aus, wie genau ein einzelner Punkt im LV95-Referenzrahmen bestimmt werden kann. Wie genau eine Distanzmessung in einer Stereobildsequenz erfolgen kann, wird mit der relativen Genauigkeit ausgedrückt.

Empirische 3D-Punktgenauigkeit		HD	HD-11MP
Absolute 3D-Genauigkeit	[mm]	49	41
Relative 3D-Genauigkeit	[mm]	17	10

Tab. 1 Erreichte 3D-Punktgenauigkeit mit der halbautomatischen Auswertung in MMS PointMatching

Die 11MP-Kamera schneidet bei dem Genauigkeitsvergleich besser ab, als die HD-Kamera. Die Gründe dafür sind die höhere geometrische Auflösung, sowie die grössere Kammerkonstante, welche grössere Bildmassstäbe ermöglicht und so die Punktmessgenauigkeit steigert.

Mit den Stereobildern können mittels Dense Matching Tiefenkarten und RGB-3D-Punktwolken generiert werden. Die Vollständigkeit der Tiefenkarten wird verglichen anhand der prozentualen Besetzung der Pixel in der Tiefenkarte.

HD-Daten	HD-11MP-Daten
42%	32%

Tab. 2 Tiefenkartenvergleich anhand der prozentual besetzten Pixel

Der Grund für den Unterschied von 10% liegt an der Vignettierung der 11MP-Kamera. Im Zentrum der Bilder sind die Pixel der Tiefenkarten der 11MP-Daten deutlich mehr besetzt. Weiter kann festgestellt werden, dass mit den 11MP-Daten in Bereichen mit Schatten weniger Punkte ausfindig gemacht werden können.

Der Einfluss der relativen Orientierung auf die Vollständigkeit der Tiefenkarten wird untersucht. Die relative Orientierung beschreibt die räumliche Lage eines Bildes relativ zum Stereopartner. Es zeigt sich, dass sie einen grossen Einfluss auf die Vollständigkeit der Tiefenkarte hat und ihre Vektorkomponente mit einer Genauigkeit von 2mm und die Drehwinkel mit 0.01gon bestimmt werden sollten. Eine Änderung der x-Komponente und am Drehwinkel φ hat keine Auswirkungen auf die Vollständigkeit der Tiefenkarte.

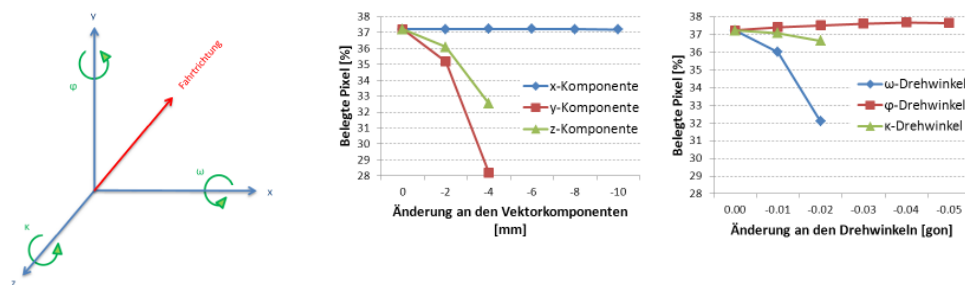


Abb. 3 Definition der relativen Orientierung der Kameras auf dem Fahrzeug und ihr Einfluss auf die Vollständigkeit der Tiefenkarte

5. Fazit

Die 11MP- übertrifft die HD-Kamera bei der erreichbaren Genauigkeit. Beeindruckend ist der Detailreichtum in den Bildern, welcher Auswertungen in neuen Anwendungsgebieten ermöglicht, wie zum Beispiel der Kartierung von Strassenschäden. Es ist aber zu beachten, dass die Daten der 11MP-Kamera eine längere Auswertedauer und mehr Speicherplatz nach sich ziehen.

6. Kontakt

Autor:	Sebastian Arnold	sebastian.arnold@bluewin.ch
Examinator:	Prof. Dr. Stephan Nebiker	stephan.nebiker@fhnw.ch
Experte:	Dipl. Ing. Hannes Eugster	hannes.eugster@fhnw.ch