

Bachelor-Thesis 2013

Panoramakameras auf dem Mobile Mapping System des IVGI: Integration und Leistungsuntersuchungen



Autoren: Kevin Hilfiker
Markus Kiefer

Examinator: Prof. Dr. Stephan Nebiker

Experte: Joel Burkhard

Panoramakameras auf dem Mobile Mapping System des IVGI: Integration und Leistungsuntersuchungen

Das im Jahr 2009 initiierte Mobile Mapping System des Instituts für Vermessung und Geoinformation wird ständig weiterentwickelt. Die brandneue Ladybug5 Panoramakamera soll in das Fahrzeug integriert und auf sämtliche Sensoren abgestimmt werden. Die inneren Orientierungsparameter sowie die relative Orientierung der Panoramakamera zum Stereosystem werden berechnet, um mit den Einzelbildern ein zylindrisches Panoramabild zu erstellen.

Schlagworte: Mobile Mapping, Panoramakamera, Ladybug, Triggering, Zeitsynchronisation, innere Orientierung, relative Orientierung, Stitching

1. Leistungsmerkmale und Aufbau der Panoramakamera

Die Ladybug5 Panoramakamera von Point Grey hat eine Pixelgröße von $3.45\mu\text{m}$ und eine Sensorauflösung von 30 Megapixeln (6 Kameraköpfe à 5.0 Megapixel). Ihr Spezialgebiet ist die hochfrequente kinematische Erfassung von Bilddaten.

Auf dem Mobile Mapping System wurde die Panoramakamera vorne mittig zwischen den Stereokameras auf einer Stütze aufgebaut. So ist die Abdeckung (ohne Mehrwertinformation) durch das Messfahrzeug möglichst gering.



Abb. 1: Ladybug 5

2. Integration ins Mobile Mapping System

Eine besondere Herausforderung bei der Integration war, die Panoramakamera und ihre Software unabhängig von den restlichen Kamerasystemen zu installieren. Die Panoramakamera soll aber mit einem oder mehreren Stereosystemen kombiniert werden können. Unabhängig davon mit wie vielen Kamerasystemen gearbeitet wird, müssen die Informationen aus der inertialen Messeinheit (IMU) und dem globalen Satellitensystem (GNSS) stets registriert werden.

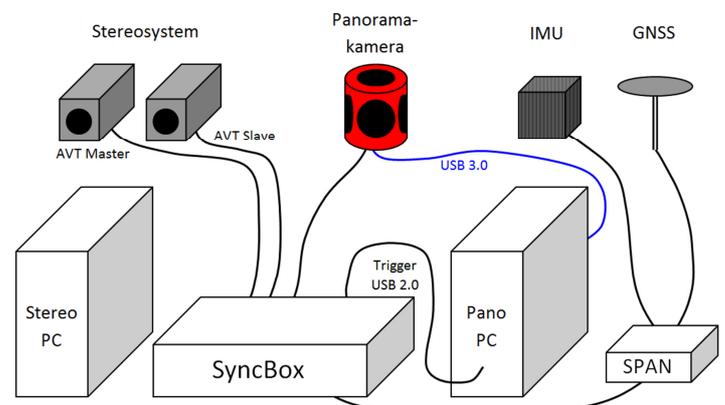


Abb. 2: Hardwarekomponenten im Mobile Mapping System

3. Zeitsynchronisation der Sensoren

Um die Sensoren miteinander zu synchronisieren, wurde ein Hardware-Triggering realisiert. Durch das Triggering werden sämtliche Sensoren mit regelmässigen Spannungsimpulsen gleichzeitig ausgelöst. Somit sind die Daten von IMU, GNSS und die Bilddaten der Kameras miteinander kombinierbar. Diese Kombination der Sensordaten geschieht über eine Auswertung der Zeitstempel, diese werden bei einer Auslösung von jedem Sensor unabhängig aufgezeichnet.

4. Datenspeicherung und Bilddatenprozessierung

Die massive Datenmenge der Ladybug5 Panoramakamera mit rund 400 Gigabytes pro Stunde, bei vier Aufnahmen pro Sekunde, muss effizient gespeichert und verarbeitet werden. Die Datenspeicherung erfolgt auf fünf mit Raid 0 kombinierten externen 2TB-Festplatten direkt auf dem Fahrzeug. Um den manuellen Aufwand minim zu halten, wurde für die Datenverarbeitung und Bilddatenprozessierung ein grundsätzlich hoher Automatisierungsgrad angestrebt.

5. Innere Orientierung

Die innere Orientierung wurde mit einem Python Skript berechnet, das Funktionen aus OpenCV (Computer Vision) aufruft. Zur Kalibrierung wird lediglich ein Schachbrettmuster benötigt. Neben der Kammerkonstante und dem Bildhauptpunkt wurden pro Kamera zwei tangentielle und fünf radiale Verzeichnungsparameter bestimmt. Die Bildmessgenauigkeit der Schachbrettpunkte betrug etwa 0.3-0.4 Pixel. Mit den Parametern der inneren Orientierung werden die Bilder schliesslich rektifiziert.

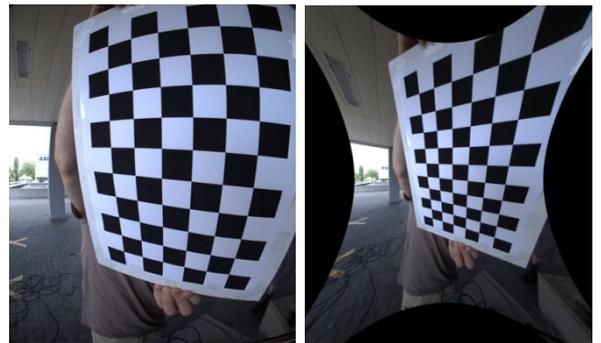


Abb. 3: Verzeichnetes und rektifiziertes Einzelbild

6. Relative Orientierung

Die relative Orientierung zwischen den Kameraköpfen der Ladybug5 kann aufgrund der geringen Überlappungen der Bilder nur mit Passpunkten zuverlässig bestimmt werden. Dazu waren Aufnahmen des Kalibrierfelds im Untergeschoss der FHNW nötig. Die Zielmarken wurden in Phidias halbautomatisch gemessen. Mittels Rückwärtseinschnitt konnten die Position und Orientierung für jeden Kamerakopf berechnet werden.



Abb. 4: Mobile Mapping Fahrzeug im Kalibrierfeld

7. Stitching

Als Stitching bezeichnet man das Zusammenfügen von Einzelbildern zu einem Panorama. Mit einem Python Skript wurden die Bilder anhand ihrer relativen Orientierung auf den Zylinder projiziert. Durch die direkte Georeferenzierung mit IMU und GNSS können Passpunkte im Panoramabild zur Genauigkeitsuntersuchung eingeblendet werden. Die Differenzen im Objektraum zwischen den eingeblendeten Passpunkten und deren Abbildungen liegen im Bereich von 5-20cm.

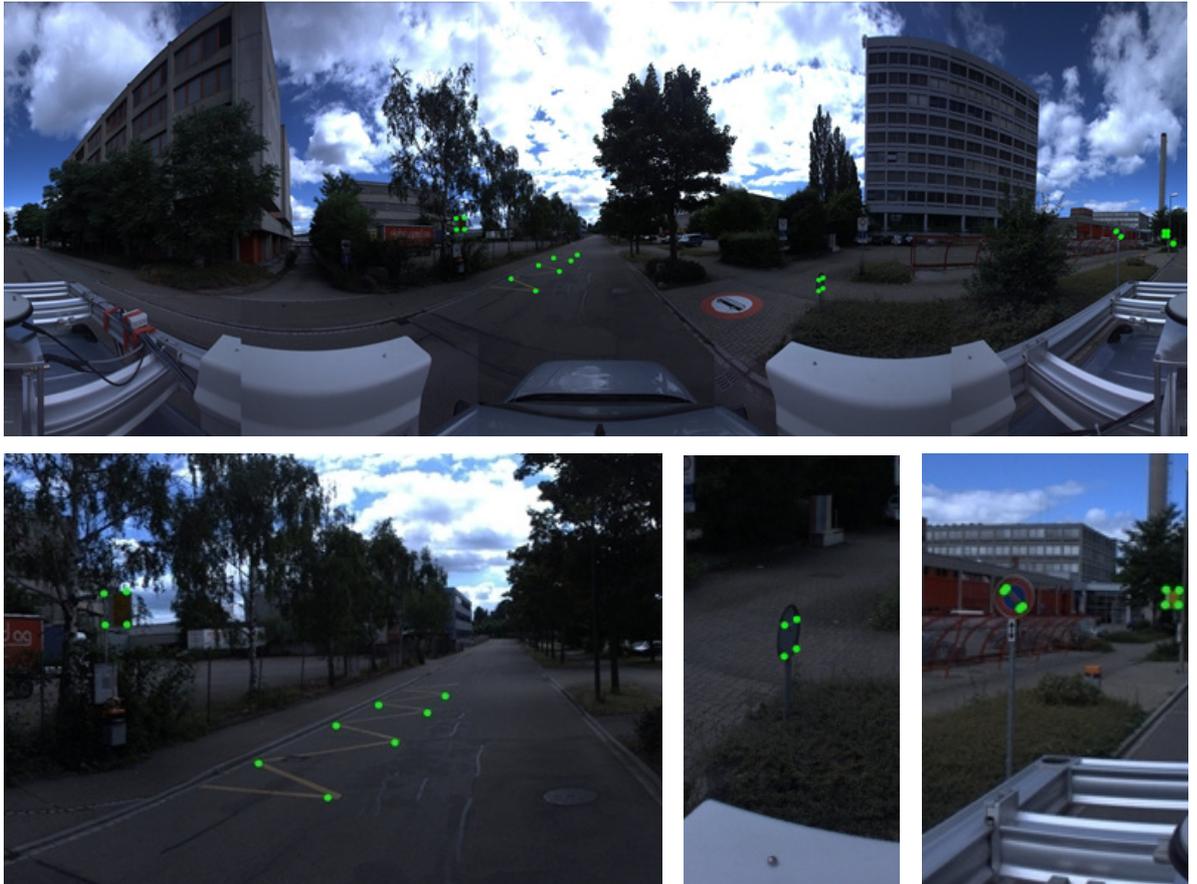


Abb. 5: Panoramabild (Zylinderprojektion) mit eingeblendeten Passpunkten in grün (oben) und Detailansichten (untere Bildreihe)

Kontaktpersonen

Autor:	Kevin Hilfiker	keve.hilfiker@bluewin.ch
	Markus Kiefer	kiefer.markus@gmx.ch
Examinator:	Prof. Dr. Stephan Nebiker	stephan.nebiker@fhnw.ch
Experte:	Joel Burkhard	joel.burkhard@inovitas.ch