

Präziser Blick in die Sterne

In einem Gemeinschaftsprojekt haben die Fabrimex Systems AG und die mylab elektronik GmbH eine hochgenaue Zenitkamera zur Geoid-Bestimmung für das Schweizer Bundesamt für Landestopografie (swisstopo) weiterentwickelt. Eine Industriekamera exo342MU3 von Allied Vision sorgt darin für exakte Bildaufnahmen.

Ziel der Geodäsie ist die möglichst genaue Erfassung der Erdgestalt, um unter anderem digitale Landkarten und moderne Navigationssysteme zu ermöglichen.

Geodäsie ist die Wissenschaft von der Vermessung und Abbildung der Erdoberfläche. Eine der wichtigsten Grundlagen in der Geodäsie ist die Berechnung des Geoids. Es dient dazu, ein präzises und einheitliches Höhenbezugssystem zu schaffen. Zur Bestimmung dieser physikalischen Grösse werden so genannte Zenitkameras eingesetzt, weiss Dr. Daniel Willi, Leiter Geodätische Landesvermessung bei swisstopo. «Bei analogen Zenitkameras war Deutschland lange Zeit führend, unter anderem die Leibniz-Universität in Hannover. Das Schweizer System «CODIAC» (für COmpact Digital Astrometric Camera) ist von dieser deutschen Kamera inspiriert. Es wurde 2019 an der ETH Zürich entwickelt und ist mit einer Genauigkeit der Lotabweichung von ungefähr 0,05 Bogensekunden eines der genauesten Instrumente dieser Art.» swisstopo hat die zwei einzigen existierenden CODIAC-Prototypen 2019 von der ETH Zürich

Bild: Fabrimex Systems

Ausgewählte Mitglieder der swissT.net-Sektion Vision Systems

Präsident:
Michael Karth
Kaiser engineering GmbH

BALLUFF

Balluff AG
2504 Biel
balluff.com

PEPPERL+FUCHS

Pepperl+Fuchs AG
Längfeldweg 116
2504 Biel/Bienne
pepperl-fuchs.com

Baumer

Passion for Sensors

Baumer Electric AG
8501 Frauenfeld
baumer.com

SICK

Sensor Intelligence

Sick AG
6370 Stans
sick.ch



Die Zenitkamera CODIAC von swisstopo ist mit einer Genauigkeit der Lotabweichung von ungefähr 0,05 Bogensekunden weltweit eines der genauesten Instrumente zur Berechnung des Geoids.

als Dauerleihgabe übernommen und wartet und betreibt die Systeme inklusive der verwendeten Software seither in Eigenregie. Für die terrestrischen Messungen am Boden, die pro Standort rund 20 Minuten in Anspruch nehmen, wird das System mittels eines Präzisionsinklinometers automatisch horizontalisiert aufgebaut, die Optik in den Zenit gerichtet und der Himmel mit einem lichtstarken Objektiv (Brennweite 600 mm) mit kurzen Belichtungszeiten von typischerweise 0,3 Sekunden fotografiert. «Üblicherweise nehmen wir dabei 12 Bildpaare auf, drehen die Zenitkamera dann um 90° und wiederholen den gesamten Vorgang noch drei weitere Male, um systematische Effekte zu eliminieren», erläutert D. Willi.

Um möglichst exakte Daten zu erhalten, muss bei diesen Messungen auf höchste Präzision geachtet werden. So wird unter anderem die Restschiefe bei der Positionierung laufend aufgezeichnet und später korrigiert. Wichtig ist auch die Zeitsynchronisation, die mit einem ublox GNSS-Empfänger erfolgt und auf ca. 50 ns genau ist.

Auch die Temperatur hat einen Einfluss auf die Messergebnisse berichtet D. Willi: «Ein Versuch in der Klimakammer der ETH Zürich hat bestätigt, dass der Öffnungsvorgang des Kamera-Shutters der

bis dahin eingesetzten CCD-Kamera bei kalten Temperaturen um bis zu 50 ms langsamer abläuft, was zu Fehlern bei der Bestimmung der Messepoche des Bildes und aufgrund der Erdrotation zu einem Fehler in der Ost-West-Komponente der Lotabweichung führt.» Um diese Abweichungen zu eliminieren, suchte sich swisstopo Unterstützung bei der Firma mylab elektronik GmbH. «mylab entwickelt kundenspezifische Elektronik und Messsysteme für anspruchsvolle Anwendungen. Als Geodäten beherrschen wir zwar die geodätischen Aspekte eines solchen Systems, insbesondere die Software und die Auswertung. Für die Auslegung der Elektronik und der Mechanik war mylab-Geschäftsführer Steven Bossi jedoch der perfekte Ansprechpartner für uns und hat tatkräftig bei der Optimierung von CODIAC geholfen», erklärt D. Willi.

Wechsel auf eine CMOS-Kamera

«Um die Temperatur-bedingten Fehler auszuschliessen, mussten wir eine ältere, TEC-gekühlte CCD-Kamera mit mechanischem Verschluss ersetzen. Nach Besprechungen mit den CODIAC-Entwicklern kamen wir zu dem Schluss, dass die relevanten Charakteristiken wie Sensorgrösse, Auflösung, Readout-Noise und Dynamikbereich auch von modernen CMOS-Sensoren erreicht werden können», berichtet S. Bossi.

Die geeignete Kamera dafür ist die exo342MU3 von Allied Vision, deren Komponenten in der Schweiz über die Fabrimex Systems AG vertrieben werden. Ein Grund für diese Kamerawahl ist der eingesetzte Sensor IMX342 von Sony erläutert S. Bossi: «Dieser Sensor erfüllte unsere Anforderungen sehr gut. So erlaubt es sein Global Shutter, auf einen mechanischen Verschluss zu verzichten. Für swisstopo ist

das ein erheblicher Vorteil, da damit die bisher erforderliche aufwändige Kalibration komplett entfällt und die erreichte Genauigkeit trotzdem deutlich besser ist.»

Auch das solide mechanische Design der exo342MU3 überzeugte. Zudem eignet sich ihr M42-Mount gut für die einfache Anbindung an die bestehende Teleskop-Optik über einen passenden Adapter. Weiterer Pluspunkt ist die USB3-Schnittstelle, die mit relativ wenigen Anpassungen an der vorhandenen Elektronik eine Integration in CODIAC erlaubte. «Wir konnten einen kompakten USB3-Hub in CODIAC unterbringen und damit sowohl die exo342MU3 als auch die vorhandenen Komponenten anbinden», erläutert S. Bossi. «Darüber hinaus war die zugehörige PC-Software für die anschliessenden Tests äusserst hilfreich. Insgesamt hat uns die Bildqualität der exo342MU3 bei den Tests sehr beeindruckt, insbesondere vor dem Hintergrund, dass die zuvor eingesetzte CCD-Kamera TEC-gekühlt war.»

Ein weiterer Grund für die schnelle, erfolgreiche Optimierung des CODIAC-Systems lag aus Sicht von S. Bossi im guten Service von Fabrimex Systems: «Wir wollten vor dem Kauf sichergehen, dass das Rauschverhalten, der Dynamikbereich und die Empfindlichkeit der Kamera auch wirklich ausreichen, um die Sterne sauber abzubilden.

Fabrimex Systems hat uns freundlicherweise über längere Zeit hinweg ein Testexemplar zur Verfügung gestellt und zudem bei der Evaluation unter anderem durch Tipps zur Beschaffung eines kundenspezifischen Steuerkabels sowie durch das Zusammenstellen des Komponenten-Sets aus Kamera, Speisung, Kabel und weiterer Bestandteile wesentlich zur Systemrealisierung beigetragen.»

fabrimex-systems.ch



CHROMOS Group AG
Industrial Division
Niederhaslistrasse 12
8157 Dielsdorf



Fabrimex Systems AG
8604 Volketswil
fabrimex-systems.ch



Stemmer Imaging AG
8808 Pfäffikon SZ
stemmer-imaging.ch