

Praxisnaher Vergleich von statischem und mobilem Laserscanning unter Einsatz eines 3D-Laserscanners und einer Mobile-Mapping-SLAM-Plattform



Statisches Laserscanning mit Z+F IMAGER® 5016

Die Firma Zoller und Fröhlich in Wangen im Allgäu ist für ihre hochpräzisen Laserscanner weltweit bekannt. Im Jahr 2022 wurde eine Mobile-Mapping-SLAM-Plattform vorgestellt, genannt Z+F FlexScan® 22. Das Gerät ist bisher werkseitig erprobt und getestet worden, jedoch gab es bislang noch keine wissenschaftlichen Untersuchungen.

Um einen Vergleich der beiden Scanverfahren durchführen zu können, wurde zunächst eine geeignete Testumgebung in der Altstadt in Wangen im Innen- und Außenbereich definiert. Diese wurde anschließend mit einem geodätischen Netz vermessen und ausgeglichen. In der Folge konnte das Areal mit dem statischen und kinematischen Verfahren gescannt werden. Im Rahmen der Untersuchung setzte man den Z+F IMAGER® 5016 sowie den Z+F FlexScan® 22 ein.

Im nächsten Schritt wurden die generierten Scandaten mit Z+F LaserControl prozessiert und ausgewertet: Die statische Laserscanpunktswolke (Referenzpunktswolke) wurde mit der Plane-to-Plane-Registrierung sowie mit den tachymetrisch eingemessenen Koordinaten der Laserscantargets registriert und ausgeglichen.

Dabei konnte ein Mittelwert der Targets von $\bar{x} = 2,3$ mm mit einer Standardabweichung $\sigma = 1,5$ mm festgestellt werden.

Die einzelnen SLAM-Runs wurden danach in Z+F LaserControl mit unterschiedlichen Methoden optimiert: (i.) Schleifenschlussoptimierung, (ii.) tachymetrisch eingemessene Koordinaten der Laserscanningtargets, (iii.) statische Scans.

Für die Punktwolkenvergleiche war es erforderlich, alle nicht statischen Elemente (wie beispielsweise Vegetation) in den 3D-Daten zu maskieren. Die Schleifenschlussoptimierung (i.)

der SLAM-Runs ergab bei den Laserscantargets einen Mittelwert von $\bar{x} = 3,6$ mm und eine Standardabweichung $\sigma = 1,8$ mm. Die (ii.) Optimierung steigerte die Genauigkeit der Laserscantargets. Diese brachte einen Mittelwert von $\bar{x} = 1,6$ mm und eine Standardabweichung von $\sigma = 0,67$ mm hervor.

Die 3D-Punktwolkenvergleiche wurden mit dem M3C2-Algorithmus von CloudCompare durchgeführt. Aus dem Vergleich zwischen der Referenzpunktswolke und der schleifenschlussoptimierten Punktwolke resultierte eine Standardabweichung $\sigma = 4,46$ mm. In der (ii.) Stufe verbesserte sich die Standardabweichung auf $\sigma = 3,91$ mm.

Die Analyse der Ergebnisse zeigt, dass im Innenbereich der Referenzpunktswolke bessere Registrierungsgenauigkeiten vorliegen als im Außenbereich. Mit der (i.) Optimierungsmethode konnte das zuvor angenommene Verhalten visuell bestätigt werden: Die Untersuchung zeigt, dass der Schleifenschlussfehler auf unkontrollierte Bereiche der Trajektorie zufällig verteilt wird.

Des Weiteren konnte das Optimierungsverhalten in der (ii.) Stufe visuell dargestellt werden: Zwischen den Laserscantargets wurde der 3D-Fehler des SLAM-Runs gegenüber der Referenzpunktswolke relativ erfasst.

Außerdem ließ sich die Arbeitsweise der (iii.) Stufe an einem Beispiel-Run demonstrativ darstellen: Die SLAM-Punktwolke konnte durch das Einbringen von statischen Scans sichtlich gestützt und verbessert werden.

Schlussendlich stellen diese Ergebnisse einen signifikanten Mehrwert für die Weiterentwicklung und Qualitätssicherung von statischen und kinematischen Laserscannern dar.



Laserscanaufnahme mit dem Z+F FlexScan® 22