

Anwendungsbeispiele für das kinematische Referenztrajektoriensystem des IGEO

Mit dem Vicon Motion Capture System können im Messlabor des IGEO Referenztrajektorien für andere Sensoren aufgezeichnet werden und eine Totalstation ist dafür bereits implementiert. Für die kinematische Prüfung wurden weitere mögliche Messsysteme ermittelt und ein BLK ans bestehende System angebunden. Mit den Auswertungen konnte ein Ablauf für die Genauigkeitsermittlung einer Sensortrajektorie aufgezeigt werden, welcher auch für zukünftige kinematische Sensorprüfungen denkbar ist.

Evaluation Messsysteme und Sensorik

Neun verschiedenste am IGEO verfügbare Sensoren wurden daraufhin untersucht, ob sie geeignet für die Implementation und Untersuchung mit dem Referenztrajektoriensystem sind. Der Lasertracker AT401 sowie das Digitalnivellier DNA03 sind nicht Kinematik tauglich. Bei anderen Systemen fehlt die Berechnung der eigenen Trajektorie oder das Vicon Messvolumen ist zu klein. Die Evaluation hat ergeben, dass die MTi-300 IMU oder der BLK Laserscanner für weitere Untersuchungen am geeignetsten sind. Leica hat die BLK ARC API zur Verfügung gestellt. Damit konnte auf die Messwerte zugegriffen und die Anbindung des BLK an ROS2 (Robot Operating System) umgesetzt werden.

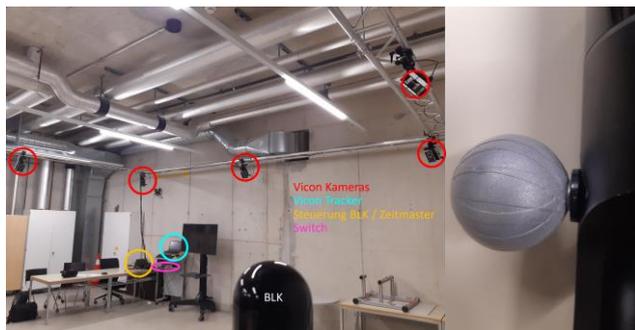


Abb. 1: Messlabor mit BLK im Messvolumen, angeklebte Markerkugeln für das Vicon Tracking

Implementation BLK

Für gleichzeitige Messungen vom Vicon Referenzsystem und vom BLK musste einerseits eine Synchronisation der Systeme gewährleistet werden und die Posen (Abb.2) aus den Messages vom BLK in ein ROS2 Node publiziert werden. Andererseits wurden physisch Markerkugeln am BLK Gehäuse angeklebt (Abb.1) um diese mit dem Vicon System zu tracken. Die so getrackten Kugeln werden in der Vicon Software zu einem Objekt zusammengefasst und in einem anderen ROS2 Node publiziert. Die Posen mit Zeitstempel beider Nodes wurden aufgezeichnet und für die Auswertungen verwendet.

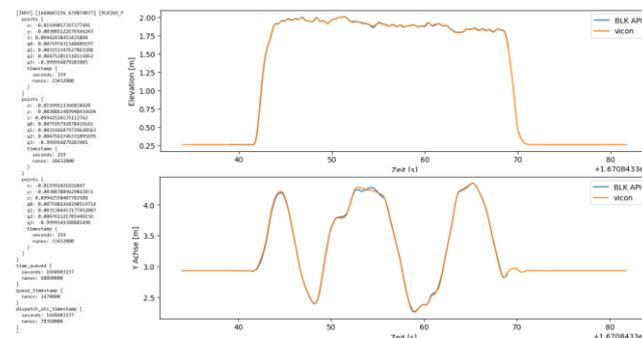


Abb. 2: Message mit jeweils 3 Posen der Trajektorie aus der BLK API (links), visuelle Kontrolle der Synchronisation (rechts)

Autor: Benjamin Plattner
Examinator/in: Prof. Dr. David Grimm, Ursula Kälin
Experte: Prof. Dr. Dante Salvini

Auswertungen und Resultate

Die aufgezeichneten Trajektorien befinden sich im gleichen Zeitsystem, jedoch in unterschiedlichen Koordinatensystemen. Für die Auswertung und Genauigkeitsberechnung wurde das «evo python package for the evaluation of odometry and SLAM» verwendet.

Damit konnte mittels Alignment die Trajektorien in dasselbe Koordinatensystem gebracht sowie Posenpaare aufgrund der Zeitstempel gebildet werden. Die gemessene Frequenz vom BLK liegt bei 200Hz und wird mit der Bildung der Posenpaare reduziert auf die Frequenz der Viconmessungen von rund 71Hz bis 100Hz. Die aus verschiedenen Messungen mit einer Länge von 30 Sekunden berechnete globale empirische Standardabweichungen der Trajektorie liegen zwischen 5mm und 75mm, die lokalen Standardabweichungen bei 5mm bis 15mm. Mit Verkippung des BLK wurden die globalen Resultate schlechter.

Visualisierungen

Mit den Visualisierungen (Abb. 3 und 4) wurden Genauigkeitsbereiche ermittelt sowie die Trajektorien selbst in Laborkoordinaten dargestellt:

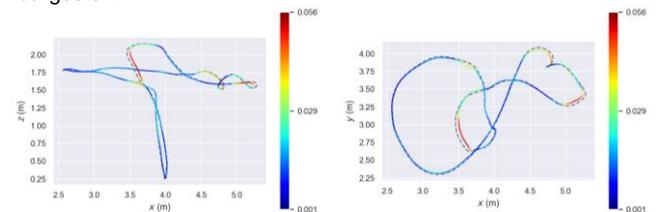


Abb. 3: globale Genauigkeiten der Trajektorie (BLK farbig – Vicon grau)

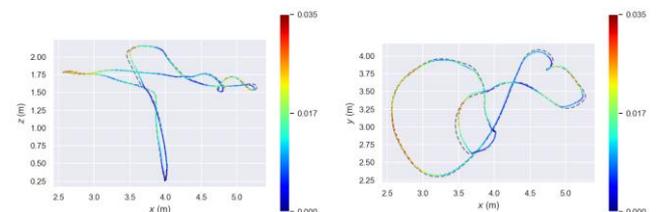


Abb. 4: lokale Genauigkeiten über ein Intervall von einer Pose gemessen. Dies entspricht dem Drift der Trajektorie (Sturm u. a., 2012).

Fazit

Es wurden geeignete Sensoren zur Implementation im Referenztrajektoriensystem gefunden. Der BLK wurde so im Messlabor eingebunden, dass dessen Trajektoriengenauigkeit ermittelt werden konnte. Als nächster Schritt sollte ein Messrahmen entwickelt sowie die Genauigkeit der resultierenden Punktwolke dieses Laserscanners untersucht werden. Der verwendete Ablauf ist auch für die Untersuchung der Genauigkeit von anderen Sensortrajektorien denkbar.

Referenz: Sturm, J. u. a. (2012) «A benchmark for the evaluation of RGB-D SLAM systems», in 2012 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, S. 573–580. doi: 10.1109/IROS.2012.6385773.