

# iRTK

Inertially Aided RTK for Robust and Precise Positioning

|                                 |   |                        |               |
|---------------------------------|---|------------------------|---------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | ASAP, ASAP, ASAP 12. Ausschreibung (2015) | <b>Status</b>          | abgeschlossen |
| <b>Projektstart</b>             | 01.05.2016                                | <b>Projektende</b>     | 30.11.2017    |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2016 - 2017                               | <b>Projektlaufzeit</b> | 19 Monate     |
| <b>Keywords</b>                 | RTK, Receiver, IMU, Messbus               |                        |               |

## Projektbeschreibung

Es gibt weltweit eine Reihe von Technologieprojekten, die von cm-genauer Positionierung mittels globaler Satellitennavigationssysteme (GNSS) profitieren würden, bzw. dadurch erst ermöglicht werden. Als Beispiele wären autonom fahrende Kraftfahrzeuge, „Augmented Reality“ oder unbemannte Flugkörper zu nennen. Nun kann GNSS über Verfahren wie die „Real-Time-Kinematic (RTK)“-Positionierung diese hohe Genauigkeit liefern, allerdings nur bei LOS (Line of Sight) Signalen. Im Stadtgebiet - wo die oben genannten Anwendungen wünschenswert wären - ist hingegen mit GNSS-Signalabschattungen und Reflexionen zu rechnen. Die Verfügbarkeit einer RTK-Lösung im Stadtgebiet ist je nach Bebauungsdichte zur Zeit mit kleiner als 50-70 % anzugeben und das heißt, dass für diese sicherheitskritischen Anwendungen RTK nicht nutzbar ist. Daher ist der autonome Flug einer Drohne in einer Stadt, zum Beispiel zur Verkehrsüberwachung, derzeit nicht denkbar.

Ziel des Projektes ist die Verfügbarkeit einer RTK-Lösung durch Inertialsensorik und Nutzung von GPS+Galileo Signalen auf L1/E1 und L5/E5a in einen Bereich von  $>99\%$  zu heben. Ein kosteneffizienter mikroelektromechanischer (MEMS) Beschleunigungs- und Drehratenmesser (IMU) soll verwendet werden, um „Cycle-Slips“ in den GNSS-Trägerphasenmessungen zu detektieren, welche die Hauptursache der niedrigen RTK-Verfügbarkeit im Stadtgebiet darstellen. Des Weiteren wird ein GPS+Galileo RTK-Modul entwickelt und mit einem tief-gekoppelten GNSS-IMU Empfänger betrieben, um kontinuierliches Signaltracking auch bei Abschattung zu gewährleisten. Zur Mehrwege-Unterdrückung wird das Prinzip der „synthetischen Antennenapertur“ angewendet. Der zugrundeliegende Kalmanfilter wird über IMU-Kalibrierung und eine Sensitivitätsanalyse so erweitert, dass seine Zustände MEMS-IMU-Fehler besser wiedergeben. Dies soll die Nutzung kosteneffizienterer IMUs ermöglichen und längere Zeiträume kompletten GNSS-Ausfalls (z.B. in einer Unterführung) überbrückbar machen.

Zur Verifikation des Systems wird ein Messbus aufgebaut, der mit einer Ring-Laser-IMU eine Referenzlösung mit einer Genauigkeit von ca. 1 cm liefert. Zusätzlich werden über Kameras kritische Stellen der Positionierung identifiziert und Konkurrenzsysteme evaluiert. Die aufbereiteten Daten werden auch zur Optimierung der zu entwickelnden Algorithmen verwendet.

Der Nutzen des Projektes liegt primär in verbesserten Empfänger-Algorithmen, welche entsprechend lizenziert und verkauft werden sollen. Der Markt dafür ist sehr breit und wird generell auch von anderen Anbietern auf eine generische Weise adressiert. Interessante wissenschaftliche Ergebnisse aus dem Bereich von RTK oder der integrierten Navigation werden

entsprechend publiziert. Gleichzeitig wird die Kompetenz zum Design und zur Durchführung von Experimenten und Entwicklung von Kleinserienprodukten weiter vertieft.

## **Abstract**

Centimeter accurate positioning via GNSS would enable or boost a number of technologies being currently developed. This includes autonomously driving cars, augmented reality applications or unmanned aerial vehicles (UAV). Whereas GNSS can provide this high accuracy via real-time-kinematic (RTK) positioning, RTK currently works only if there is a free line-of-sight between user and GNSS satellite. In urban areas, where most people live and the afore-mentioned applications are needed, the GNSS signal is often obstructed or reflected. The availability of a RTK solution in urban areas is less than 50-70 % (depending on the type of the buildings), which renders RTK virtually useless for safety critical applications. For example, we can currently not imagine that an UAV flies autonomously in a city, e.g. for traffic monitoring.

This project targets to increase the RTK availability in urban areas to above 99 % by using GPS+Galileo L1/E1 and L5/E5a signals and by inertial aiding. A cost efficient microelectromechanical (MEMS) gyro and accelerometer (a so-called inertial measurement unit - IMU) will be used to detect cycle-slips within the GNSS carrier phase measurements. Cycle-slips are the main reason for the low RTK availability in urban areas. A GPS/Galileo RTK module will be developed which is integrated with an ultra-tightly coupled GNSS/IMU receiver, to achieve continuous GNSS signal tracking even if obstructions are present. To mitigate multipath the principle of a synthetic antenna aperture will be used. The Kalman filter will be extended based on IMU calibration campaigns and a parameter sensitivity analysis. This shall allow to use more cost efficient IMUs or to bridge longer GNSS signal outages (e.g. in an underpass).

For verification, a ring-laser IMU based reference system will be integrated within a measurement vehicle. This allows establishing the ground truth with ~ 1 cm accuracy. The measurement vehicle will also carry competitive solutions used for comparisons. A fish-eye camera will allow identification of GNSS signal degradations and the data will be used to optimize the developed algorithms.

The primary benefit of the project is the improvement of GNSS receiver algorithms which will be sold or licensed. The market for those receivers is addressed in a generic technology oriented way, as done by competitors for this high-end technology. Scientific results in RTK or integrated navigation will be published for the sake of advancing the art of navigation. The expertise to conduct experiments and develop small-scale series products will be further enhanced.

## **Projektkoordinator**

- IGASPIN GmbH

## **Projektpartner**

- Technische Universität Graz
- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH