

## RaPPPid

Rapid Precise Point Positioning with integer ambiguity resolution

<b>Programm / Ausschreibung</b>	ASAP, ASAP, ASAP 13. Ausschreibung (2016)	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.05.2017	<b>Projektende</b>	31.03.2019
<b>Zeitraum</b>	2017 - 2019	<b>Projektlaufzeit</b>	23 Monate
<b>Keywords</b>	Precise Point Positioning, integer ambiguity resolution, GNSS, triple frequency observations		

### Projektbeschreibung

Die GNSS Punktbestimmung im Relativverfahren erlaubt heute bei längeren Beobachtungszeiten eine Koordinatenbestimmung im mm-Bereich. Selbst in Echtzeit (oder nahe-Echtzeit) gelingen Positionierungen im cm-Bereich. Mit Hilfe des RTK-Verfahrens gelingt das, unter Nutzung von 2-Frequenz Phasen- und Code-Beobachtungen in Kombination mit von regionalen GNSS-Referenzstationsanbietern ausgesandten geeigneten Korrekturdaten, sogar in wenigen Sekunden. Diese Methode zeigt allerdings auch eine Reihe von Schwächen wie z.B. die Notwendigkeit eines relativ dichten Referenzstationsnetzes, die Abhängigkeit vom Koordinatenreferenzrahmen des Korrekturanbieters, eine hohe benötigte Korrekturdatenrate, und nicht zuletzt die mit dem Differenzverfahren verbundenen Netzwerkeffekte.

PPP (GNSS basierte präzise Punktbestimmung unter Nutzung von Phasen- und Codebeobachtungen) ist dagegen eine Einzelpunktbestimmungstechnik, die in den letzten 10 Jahren immer stärkeren Einzug in den verschiedensten Anwendungsbereichen gefunden hat. PPP erlaubt eine Punktbestimmung im Genauigkeitsbereich von 1 dm, ist jedoch derzeit noch mit einer nicht zu vernachlässigenden Koordinatenkonvergenzzeit von ca. 20 Minuten, abhängig von der Satellitengeometrie, behaftet. In diesem Zusammenhang sei auf den geplanten Galileo HA-Commercial Service verwiesen der eine PPP-Punktbestimmung mit globalen Korrekturmodelldaten (SSR) darstellt. Globale SSR Informationen wie Satellitenbahn- und Uhrverbesserungen erlauben im PPP-Modus allerdings noch keine Phasenmehrdeutigkeitslösung was lange Konvergenzzeiten nach sich zieht. Das Projekt RaPPPid (Rapid Precise Point Positioning with integer ambiguity resolution) zielt deshalb zentral auf eine signifikante Reduktion dieser Konvergenzzeit in den Bereich von 2 Minuten oder weniger.

Im Rahmen von RaPPPid sollen zwei unterschiedlichen Modellansätzen für eine schnellere Phasenmehrdeutigkeitslösung untersucht werden. Dies soll einerseits durch die Nutzung regionaler Information der ionosphärischen Signalverzögerung und andererseits mit Hilfe der nun verfügbaren 3-Frequenzdaten (GPS L1/L2/L5; Galileo E1/E5/E6) gelingen. Beide Ansätze versprechen eine deutliche Reduktion des Rauschens der verwendeten Signallinearkombination und damit eine schnellere Bestimmung von Phasen-kalibrierungsverzögerungen (UPDs) und der daraus abgeleiteten ganzzahligen Phasenmehrdeutigkeiten. Im letzten Projektteil werden die Stabilität und Qualität der ermittelten UPDs und der Standpunkt-

Koordinaten untersucht. Abschließend erfolgt eine durchgreifende Analyse der erzielten Reduktion der Konvergenzzeiten für alle Ansätze unter Berücksichtigung unterschiedlicher (auch abgeschattete) Satellitengeometrien. Die in diesem Projekt entwickelten Algorithmen können in Zukunft für die Implementierung eines innovativen PPP-Modells in GNSS Sensor Software Verwendung finden.

## **Abstract**

Today conventional GNSS point positioning in difference mode allows to establish site coordinates with an accuracy at the mm-level in case of longer site occupation times. Even in real-time (or close-to-real-time) the site coordinates can be established at the cm-level within a couple of seconds (RTK-positioning) utilizing dual-frequency phase and code observation data as well as correction information usually forwarded by a regional GNSS service provider. However, this method reveals on the other hand a series of shortcomings as for example the necessity of a relatively dense reference station network. Moreover the user is conditioned by the reference frame of the correction data provider, a high requested data bandwidth and last but not least due to network effects.

On the other hand Precise Point Positioning (PPP) is a GNSS based single point positioning technique which has been employed in a permanently increasing number of applications over the past years. PPP offers a 1 dm coordinate accuracy but currently lacks from a not negligible coordinate convergence time. In this context first of all the planned space based Galileo Commercial Service shall be noted which represents a classical basic float PPP approach. Here the realized SSR (State Space Representation) to forward global models for orbit and clock corrections does not allow for integer ambiguity fixing. Therefore the PPP approach suffers from the noted large convergence time. The project RaPPPid (Rapid Precise Point Positioning with integer ambiguity resolution) aims on the significant reduction of this convergence time down to 2 minutes or less.

RaPPPid investigates two different models, which accelerate integer ambiguity resolution. On the one hand regional information about the ionospheric delay is introduced and on the other we make use of the nowadays available new signals (GPS L1/L2/L5; Galileo E1/E5/E6) for building beneficial linear combinations of 3 carriers. Both approaches promise a considerable reduction of the noise of the utilized signal linear combinations and therefore an accelerated determination of so-called phase calibration biases (UPDs) and of the subsequently derived integer phase ambiguities will be possible. In the last part of the project stability and quality of the determined UPDs and rover coordinates will be investigated. Finally a thorough analyses of the achieved reduction in coordinate convergence time even under consideration of different satellite geometries (signal obstruction) will be conducted.

The algorithms developed in this project can be used in a later step to improve the current GNSS Sensor Software by an competitive PPP approach.

## **Projektpartner**

- Technische Universität Wien