TRain

GNSS Signals for Numerical Weather Prediction and Galileo HAS Train Positioning

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP, ASAP 16. Ausschreibung (2019)	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.09.2020	**Projektende**	31.08.2023
Zeitraum	2020 - 2023	**Projektlaufzeit**	36 Monate
Keywords	GNSS Meteorology; Numerische Wettermodelle; Precise Point Positioning; Galileo HAS Service		

Projektbeschreibung

Seit dem Jahr 2016 rüsten die österreichischen Bundesbahnen ihre Zugflotte mit Multi-GNSS- Empfängern im Rahmen des ÖBB-Projektes Greenlight zum Zweck der Online-Positionierung aus. Mit Stand Ende 2019 verfügen bereits über 500 Triebfahrzeuge über Einfrequenzempfänger, welche mittels RTK-Positionierung und Referenzierung zum EPOSA-GNSS-Korrekturdienst eine Positionierung auch schnell bewegter Zugsgarnituren im dm-Bereich erlauben. Die GNSS Empfänger erlauben parallel auch die Speicherung der GNSS-Rohdaten der Fahrten innerhalb eines Zeitbereichs von bis zu 3 Wochen.

Für das hier beschriebene Projekt TRain stellen die ÖBB ein Subset dieser GNSS-Messdaten für Forschungsarbeiten zur Verfügung. Mit hoher Synergie können damit die beiden Hauptziele des Projekts basierend auf den gleichen Rohdaten bearbeitet werden. Diese Ziele, nämlich die Nutzung von GNSS-Messdaten für die numerische Wettervorhersage und die Untersuchung der Positionierung mit Hilfe von 1-Frequenzdaten und dem im Aufbau befindlichen Galileo CS High Accuracy Service (HAS), spiegeln sich im Acronym (TRain) wider.
Ausgangssituation für das vorliegende Projekt sind Vorarbeiten des Departments für Geodäsie und Geoinformation in Kooperation mit der ZAMG zur Berechnung von Parametern der troposphärischen GNSS-Signalverzögerungen und deren Assimilation in numerische Wettermodelle. Gegenständlich können auf Basis von GNSS-Mehrfrequenzbeobachtungen gewonnen in einem Referenzstationsnetz von ca. 35 österreichischen Stationen des EPOSA Netzwerkes Zenitverzögerungen (ZTD) im 1-Stundentakt berechnet werden, welche seit 2 Monaten auch in die operationelle Wettervorhersagemodelle der ZAMG einfließen als auch im Rahmen des europäischen EGVAP Programmes bereitgestellt werden.
TRain geht weit über dieses Konzept hinaus. Die auf den Gleisstrecken im Bundesgebiet betriebenen Zuggarnituren sollen als bewegliche meteorologische Sensoren genützt werden. Der große Vorteil im Vergleich zum derzeitigen Vorgehen läge in der wesentlich dichteren Abdeckung durch eine Vielzahl von Sensoren, welche in verschiedenen Höhenlagen aktuelle Wetterzonen kreuzen und damit kleinräumige Wetterphänomene hervorragend erfassen können. In diesem Projekt sollen die Grundlagen erarbeitet werden, um trotz Bewegung der Zugsgarnituren mit bis zu 120km/h die troposphärischen Feuchtparameter mit ausreichender Genauigkeit ableiten zu können. Das dies möglich ist, konnten bereits erste Untersuchungen zeigen, welche an der Galileo-Science Konferenz im September 2019 präsentiert wurden (Aichinger-Rosenberger, 2019). Wesentlich hierfür wird auch ein qualitativ hochwertiges Modell zur ionosphärischen Signal-Korrektur

der Einfrequenzdaten sein. Das Problem der schnellen Weitergabe der Rohdaten mittels Cloud-Services in den Bahnhofsbereichen zur operationellen Bereitstellung der Parameter soll zu Ende der Projektlaufzeit behandelt werden.

Ende des Jahres 2020 soll der Galileo High-Accuracy Service (HAS) in einer ersten Phase in Betrieb gehen. HAS sendet über bis zu 20 mit dem Galileo Service Center (GSC) in Kontakt stehenden Galileo Satelliten aktuelle Bahndaten und vor allem Satelliten-Uhrkorrekturen auf der Frequenz E6B aus. Diese können von geeigneten Nutzerempfängern im Rahmen von Precise Point Positioning (PPP) Algorithmen verarbeitet werden. Wieder ausgehend von den bereits oben beschriebenen GNSS-Rohdaten der Zugsgarnituren soll in TRain die reelle mittels HAS erreichbare Positionierungsgenauigkeit für schnell bewegte Garnituren ermittelt werden. Daneben stehen auch Aussagen über die auf Grund der natürlichen und künstlichen Signalabschattungen im Gleisnetz gegebene Verfügbarkeit von HAS im Mittelpunkt.

Abstract

In 2016, the Austrian Federal Railways (ÖBB) started to equip their fleet of trains with multi-GNSS receivers with the aim of online-positioning. In 2019 more than 500 vehicles are already equipped with such single-frequency receivers, providing decimetre accuracy positioning of the fast-moving traction vehicles through RTK-positioning and referencing to the EPOSA correction service. In parallel, the receivers also allow to store raw GNSS observation data of all train travels within a period of up to three weeks.

For the proposed project TRain, ÖBB provides a subset of this GNSS data for research purposes and allow therefore a thorough investigation of the offered synergies. The two main goals of the project, namely the use of the raw GNSS data for numerical weather predicition and the investigation of the positioning accuracy with single-frequency (SF) data and the meanwhile built-up Galileo CS High Accuracy Service (HAS), are united in the acronym (TRain).

Starting point for the present project is preliminary work carried out at the Department of Geodesy and Geoinformation in cooperation with ZAMG, dealing with tropospheric parameter estimation from dual-frequency (DF) observations of a GNSS reference station network and the assimilation of these parameters into a numerical weather prediction (NWP) model. Currently, Zenith total Delay (ZTD) estimates from 35 stations are available on an hourly basis, which are included in operational forecasts of ZAMG since November 2019 and are also made available in the course of the European EGVAP program.

TRain now goes far beyond the concept described above, as trains traveling on railways in the federal reserve of Austria shall be used as permanently moving meteorological sensors. The main benefit of using train data is the much denser spatial (and possibly also temporal) resolution due to the large number of sensors. They travel through different height regions and weather systems and therefore are predestined to investigate small-scale phenomena which are currently hard to represent in NWP. In the course of this project the basic knowledge on data processing and estimation of tropospheric parameters from highly-kinematic sensors (up to 120 km/h) with sufficient accuracy shall be established. First investigations on the topic have already shown the possibility of deriving reasonable results, which were presented at the ESA Galileo-Science conference in Zurich in September 2019 (Aichinger-Rosenberger, 2019). One of the main critical points will be the ionospheric correction of the SF data, which will require a high-quality model to deal with. Problems concerning (near) real-time data availability/transfer using e.g. a cloud infrastructure shall be tackled in the last part of the project.

With the end of 2020, the Galileo High-Accuracy Service (HAS) will become operational. The HAS delivers the latest orbit and clock corrections through the Galileo Service Center (GSC), which broadcasts information by means of up to 20 connected Galileo satellites on a regular basis. These corrections are useful information for users operating Precise Point Positioning (PPP) algorithms for positioning. Starting with the raw GNSS observations mentioned above, a reliable positioning accuracy for fast-moving train vehicles will be assessed in TRain. Moreover, conclusions on the influence of natural and artificial obstructions on the availability of HAS shall be drawn and the HAS service shall be tested as a potential backup system for short-time failure of the RTK reference network.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien

Projektpartner

- GeoSphere Austria - Bundesanstalt für Geologie, Geophysik, Klimatologie und Meteorologie