

Tiltpole für TPS

Sensorfusion von IMU- und TPS-Daten zur Kompensation von Schrägmessungen mittels SmartPole

Die Kombination von Daten einer inertialen Messeinheit (IMU) mit GNSS-Positionsmessungen ermöglicht mit dem Leica GS18 T Schrägmessungen ohne vorgängige Sensorkalibrierung. Bei dieser Art von Schrägmessungen muss der Lotstock nicht mehr im Lot gehalten, sondern kann während den Messungen über dem Messpunkt bewegt werden. Diese Messmethode war bisher mit Totalstationen (TS) nicht möglich. Der neu entwickelte Sensorfusions-Algorithmus zeigt erstmals einen Berechnungsablauf für die kombinierte Aufnahme mittels IMU/GNSS und Totalstation mit schrägem Lotstock im Postprocessing auf. Dieser korrigiert den IMU-Drift durch Positionsupdates und synchronisiert die Zeit zwischen den terrestrischen Messungen und den IMU-Daten.

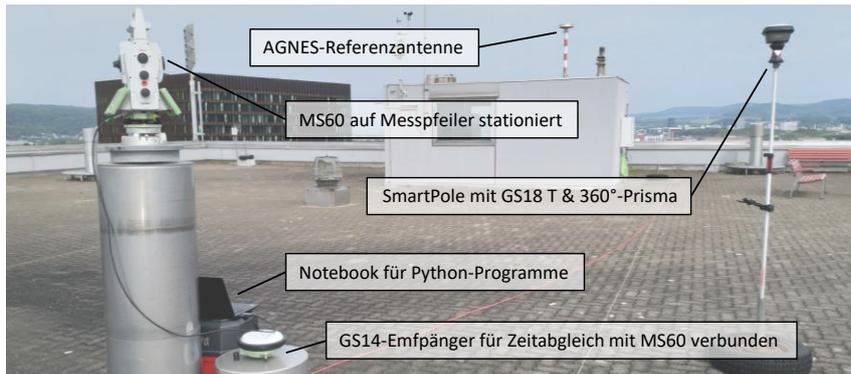


Abb. 1: Aufbau des Messsystems für die Datenaufzeichnung von TS-, GNSS- und IMU-Daten.

Datenerfassung

Das Messsystem (siehe Abb. 1) wird für die Datenaufzeichnung auf dem Dach der FHNW Muttenz installiert. Der SmartPole bildet sich aus dem 360°-Prisma und dem GNSS-Empfänger Leica GS18 T mit integrierter IMU. Die Totalstation (Leica MS60) wird auf dem Messpfeiler stationiert und auf ein Fernziel orientiert. Ein zusätzlicher GNSS-Empfänger (Leica GS14) gleicht die Zeit der Totalstation mit der GPS-Zeit ab. Das Tracking erfolgt direkt auf dem Computer über die GeoCom-Schnittstelle.

Datenaufbereitung

Die Logdateien der Rohdaten entsprechen nicht den Dateiformaten für den Import in die Auswertesoftware. Die Messdaten (siehe Abb. 2) werden durch individuelle Python-Programme für alle drei Sensoren separat aufbereitet.

Zur Positionsberechnung auf die Lotstockspitze werden die Hebelarme zwischen den einzelnen Sensoren benötigt. Durch Addition der bekannten Vektoren werden die Hebelarme zwischen allen Sensorenreferenzpunkten (siehe Abb. 3) berechnet. Die präzise Zeitsynchronisation zwischen der IMU und der Totalstation erfolgt anhand der Messdaten (Zeit- und Höhenwerte) über die mathematische Methode der Kreuzkorrelation (siehe Abb. 4).



Abb. 2: Gemessene Daten auf dem Dach.

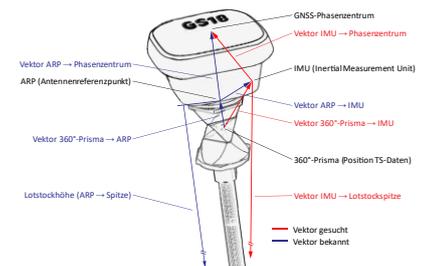


Abb. 3: Hebelarme zwischen den Sensoren.

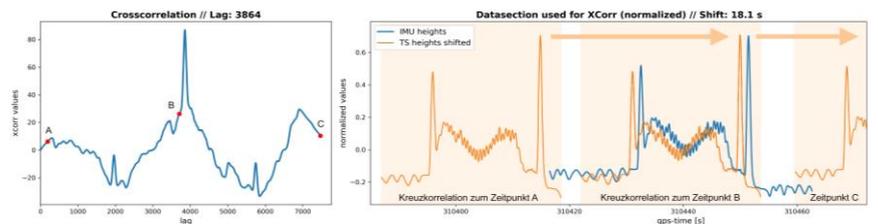


Abb. 4: Kreuzkorrelation zwischen den TS-Daten und den Daten der IMU/GNSS-Sensorfusion.

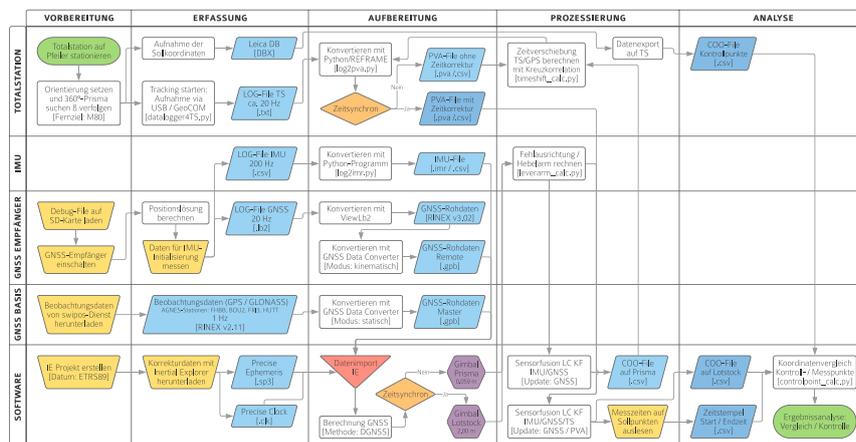


Abb. 5: Schematischer Ablauf des neu entwickelten Algorithmus zur IMU/TS-Sensorfusion.

Sensorfusions-Algorithmus

Der neue Sensorfusions-Algorithmus (siehe Abb. 5) ermöglicht die Integration der TS-Daten in die IMU/GNSS-Sensorfusion. Der Berechnungsablauf bereitet die Daten der drei Sensoren IMU, GNSS und TS für die Sensorfusion auf und verwendet das erweiterte Kalman-Filter (EKF) als Loosely Coupled Integration für die Prozessierung. Mit den Messungen des GS18 T und der MS60 konnten Abweichungen zu den Sollpunkten von unter zwei Zentimeter ausgewiesen werden. Somit sind durch die Fusion von TS- und IMU-Daten Messungen mit schräg gehaltenem Lotstock möglich.