

Kinematische Positionsbestimmung mit Tachymeter und GNSS

Einleitung

Sowohl mit GNSS-gestützten Verfahren als auch mit zielverfolgenden elektronischen Tachymetern stehen zwei Messtechnologien zur Verfügung, die für kinematische Anwendungen gut geeignet sind. Unter günstigen Bedingungen können beide Messtechnologien vergleichbar hohe Genauigkeiten erreichen. Mit dem Aibot HP GNSS 2-Modul verfügt die UAV Aibot X6 (Abb. 1) der Firma AIBOTIX über die Möglichkeit einer präzisen kinematischen GNSS-Positionsbestimmung. Mit der für die Leica MS60 (Abb. 1) zur Verfügung stehenden Streaming-App ist eine automatische Zielverfolgung mit zeitsynchronisierten Strecken- und Winkelmessungen und relativem Zeitstempel, der sich auf den Mess- und nicht auf den Speicherzeitpunkt bezieht, möglich.

Im Rahmen der Arbeit wurden beide System

nach unterschiedlichen Gesichtspunkten analysiert, um die Positionslösung der Zielverfolgung der UAV mittels MS60 mit der GNSS-Positionslösung zu vergleichen.

Da die auf dem Markt erhältlichen 360°-Prismen für eine Zielverfolgung der UAV nur bedingt tauglich sind, entwickelte die Firma Engelmann einen speziellen Reflektor (Abb. 2), dessen Eigenschaften im Rahmen der Arbeit untersucht wurden.

Für den Vergleich der beiden Koordinatenlösungen ergab sich außerdem die Notwendigkeit den 3D-Offset zwischen Phasenzentrum des GNSS-Moduls und dem Spezialreflektor zu bestimmen.



Abb. 1: Verwendete Instrumente, links: Leica Nova MS60 rechts: IndustrieUAV Aibot X6 mit dem Aibot HP GNSS 2 Modul

Vergleich Trajektorien aus Tachymeter- und GNSS-Messung

Unterschiedliche Zeitpunkte für die Strecken- und Winkelmessung und ungenaue Zeitstempel führen bei älteren zielverfolgenden Tachymetern zu fehlerhaften Koordinaten bei kinematischer Positionsbestimmung. Der Betrag dieser sogenannten Delayzeit ist bei modernen Tachymetern deutlich reduziert. Mit Hilfe der Streaming-App der MS60 können synchronisierte Messwerte mit einem präzisen, relativen Zeitstempel erzeugt werden.

Die Messungen erfolgten an zwei Tagen. Am ersten Befliegungstag wurden insgesamt drei Flüge durchgeführt. Diese dient dazu, unterschiedliche Geschwindigkeiten, Entfernungen und Flugrichtungen zu testen. Am zweiten Befliegungstag wurde im Voraus eine Flugplanung vorgenommen, um eine vergleichbare Trajektorie für beide Messmethoden zu haben.

Während der Messung sind Probleme durch die automatische Zielverfolgung aufgetreten. Diese äußerten sich durch Unterbrechungen der Verfolgung beim Startvorgang der UAV, beim Überfliegen der MS60 im Zenit, sowie durch andere Hindernisse. Außerdem konnte die 20 Hz Aufzeichnungsrate von der MS60 nicht umgesetzt werden. Dies erforderte eine Interpolation der Messreihen der MS60.

Um einen Vergleich zu ermöglichen war eine Zeitsynchronisation erforderlich, weil die Messreihen

zu unterschiedlichen Zeitpunkten beginnen.

Im Durchschnitt liegt eine Abweichung (Δs) von 2 cm zwischen der GNSS- und der MS60-Messung vor. Dabei ist der Messtag und die verwendete Applikation unerheblich (Tab. 1).

Erhöhte Abweichungen der Messungen, im Bereich von 50 bis 60 cm, kamen immer dann zu Stande, wenn fehlerhaften Mehrdeutigkeitslösungen der GNSS-Daten vorlagen (Abb. 3).

Beim Vergleich der verwendeten Applikationen wird der Einfluss der Delayzeit durch ein Rauschen in den Ergebnissen bei der App „Messen“ verdeutlicht. Dem entgegen sind die Ergebnisse der App „Measure & Streaming“ sehr homogen und vom Rauschen befreit (Abb. 3).

Tab. 1: Durchschnittliche Abweichung GNSS – MS60 – Messung

	Δs [mm]
Tag 1 App „Messen“	18
Tag 1 App „Measure & Streaming“	7
Tag 2 App „Messen“	15
Tag 2 App „Measure & Streaming“	21



Abb. 2: Reflektor der Firma Engelmann

Fazit

Durch die neu entwickelte App „Measure & Streaming“ wurde das Delay- und Speicherzeitproblem behoben.

Sowohl GNSS-gestützten Verfahren als auch Verfahren mit zielverfolgenden elektronischen Tachymetern haben ein hohes Genauigkeitspotential und sind für kinematische Anwendungen geeignet.

Um die erhaltenen Ergebnisse zu verbessern, sind Informationen über die Neigung der UAV unerlässlich. Hierfür würde sich eine inertial measurement unit (IMU) anbieten. Zusätzlich würden Informationen über das angezielte Prisma sowie eine Kalibrierung des Aibot HP GNSS 2-Moduls die Genauigkeit steigern.

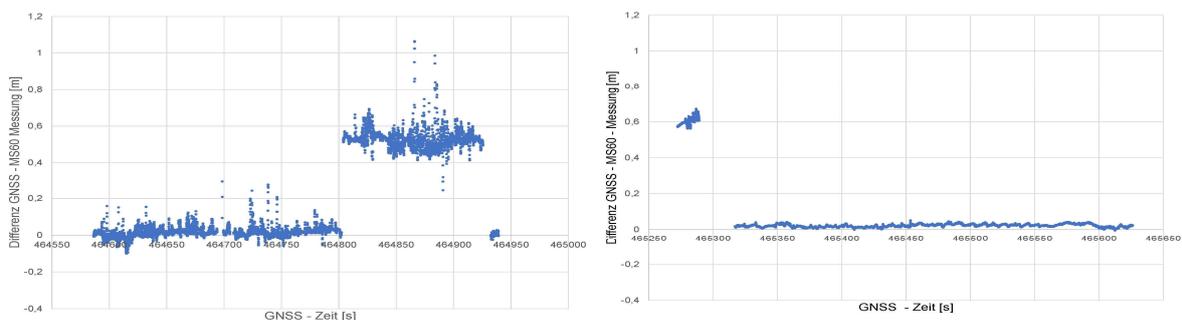


Abb. 3: Vergleich der Trajektorien aus der Tachymeter- und GNSS-Messung, links: Applikation „Messen“, rechts: Applikation „Measure & Streaming“