Zeitschrift: Cadastre : Fachzeitschrift für das schweizerische Katasterwesen

Herausgeber: Bundesamt für Landestopografie swisstopo

Band: - (2022)

Heft: 38

Artikel: Neue automatische Methode zur freien Stationierung mittels RTK-Drohne

Autor: Carreaud, Fabien / Délèze, Fabien / Schmidt, Franck

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-965702

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 23.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Neue automatische Methode zur freien Stationierung mittels RTK-Drohne

Im Rahmen eines Forschungsprojekts entwickelte das Institut INSIT der Haute École d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD) eine neue automatische Methode der freien Stationierung mithilfe eines GNSS-RTK-Empfängers, der auf einer Drohne montiert ist und rasch genaue Messungen in schwierigen Umgebungen ermöglicht.

Die freie Stationierung einer Robotik-Totalstation kann oftmals zeitaufwändig sein, weil es an bekannten Koordinatenpunkten mangelt. In solchen Fällen greifen Vermessungsingenieurinnen und -ingenieure häufig auf ein GNSS-RTK-System zurück, um einige Punkte zu bestimmen, die für die Berechnung der Stationierung des Geräts nötig sind. Es besteht jedoch die Gefahr, dass aufgrund von Sichtbehinderung (Horizontmaske) und Mehrwegempfang die GNSS-Messungen fehlerhaft sind, insbesondere in dicht besiedelten Stadtgebieten, Wäldern etc. Daher hat das Institut d'ingénierie du territoire (INSIT) der Haute École d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD) im Rahmen eines von der Nationalen Geodaten-Infrastruktur (NGDI) finanzierten Forschungsprojekts eine neue Methode für die automatische freie Stationierung mittels Drohnen entwickelt, mit der die oben genannten möglichen Fehler vermieden werden können.

Methodik

Unsere Methode sieht ein Low-Cost-System vor (Gesamtkosten ca. 500 CHF), das auf einer Quadrocopter-Drohne montiert wird. Es besteht aus einem GNSS-RTK-Empfänger (Frequenz: 10 Hz) und einem 360°-Miniprisma, das von der Robotik-Totalstation getrackt wird. Für einen funktionierenden Echtzeit-Prototypen benötigt man lediglich eine SIM-Karte und die Verbindungsinformationen zum RTK-Korrekturnetzwerk. Das gesamte System wird automatisch durch eine in Python entwickelte (opensource) Software gesteuert, die auf einem Raspberry Pi (Mikrocomputer) implementiert ist. Das System ermöglicht es der bedienenden Person, die Erfassung in Echtzeit zu überwachen und zu visualisieren – über eine Webseite, auf die über das Smartphone zugegriffen werden kann. Anschliessend werden die 3D-Koordinaten und die Orientierung automatisch berechnet und an die Drohne gesendet, um die Stationierung festzulegen. Eine Log- und Ergebnisdatei wird erstellt und an das betreffende Smartphone gesendet, um die Qualität des Stationierungsvorgangs zu bestätigen. Nach Abschluss dieses Prozesses ist die Totalstation bereit für die Messung.

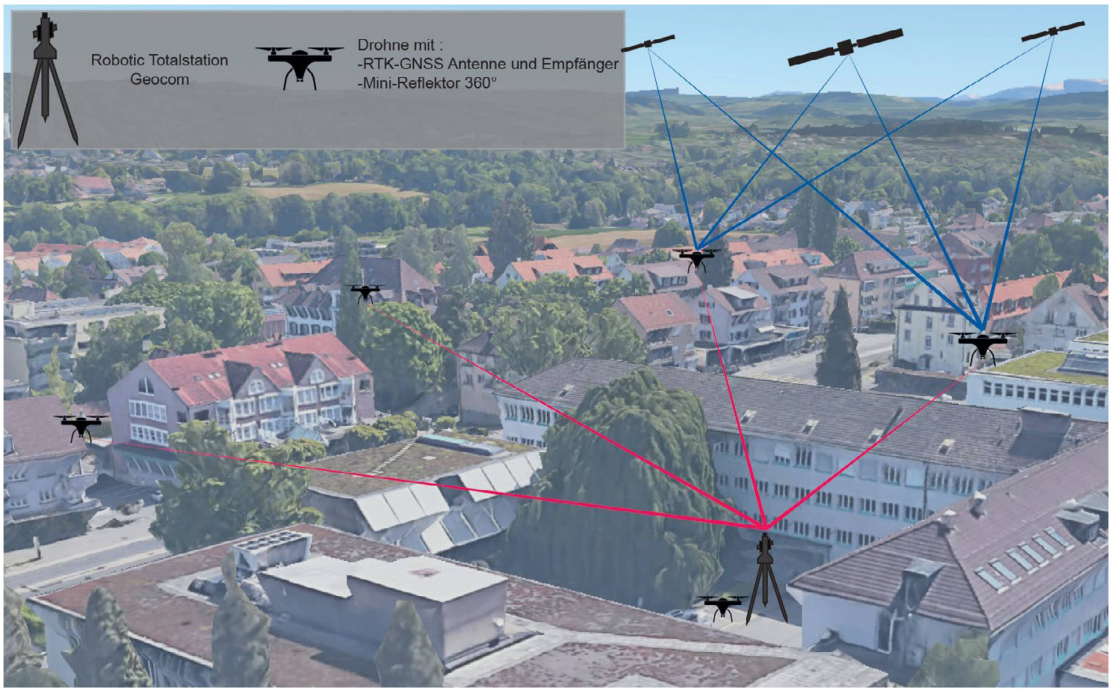

Abbildung 1: Betrieb des Systems in einer dichten städtischen Umgebung.

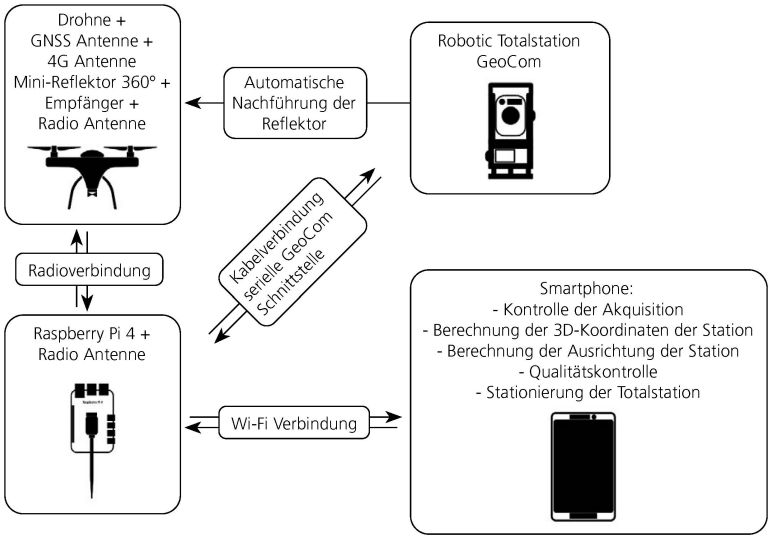

Abbildung 2 inks: Komponenten des Prototyps und Kommunikation zwischen den Komponenten.

Abbildung 3 rechts: Die Prototypen im Test

Zuerst mussten Herausforderungen wie die zeitliche Synchronisation und die Kommunikation zwischen den verschiedenen Teilen des Systems gelöst werden. Derzeit ist es nämlich nicht möglich, die Messungen einer Robotic Totalstation mit der GNSS-Zeit auf eine einfache und genaue Weise (<0,1 Sek.) zu versehen. Um dies zu umgehen, haben wir zwei Lösungen entwickelt.

- Die erste, die «Stop-and-Go»-Methode, ermöglicht es, Positionen über mehrere Sekunden ohne Bewegungen der Drohne zu erfassen (und damit dem Zeitverzögerungseffekt zwischen den GNSS-Daten und den Messungen der Totalstation entgegenzuwirken).
- Die zweite Methode ist dynamisch, wobei während des Fluges keine Zeitpausen eingelegt werden müssen. Ein ICP (Iterative Closest Point), ein mächtiger Algorithmus, wurde entsprechend modifiziert, um die Ergebnisse zu optimieren und völlig frei von der Zeitvariable zu sein.

In der Anwendung erfordert der aktuelle Prototyp lediglich das Einschalten des GNSS-Empfängers an der Drohne und des Raspberry Pi (RPI) am Boden, wobei letzterer wiederum mit der Totalstation verbunden ist, die grob auf das Prisma zeigt. Um die Erfassung zu starten, muss man sich nur mit dem vom RPI eingerichteten Wi-Fi verbinden und dann die Webseite mit der konfigurierten IP-Adresse aufrufen. Die bedienende Person kann die Erfassung starten. Der Rest des Prozesses geschieht vollständig automatisch (Erfassung der Punkte, Verfolgung des Prismas etc.); man muss nur noch die Drohne fliegen lassen. Auf der Webseite werden farbige Tags angezeigt, die über den Status der verschiedenen Messsysteme informieren. Wenn die Erfassung den definierten Anforderungen entspricht, können die Messungen beendet werden. Die Berechnung wird ausgeführt und Qualitätsindikatoren werden angezeigt. Diese werden in die PDF-Datei der Stationierung übernommen, die direkt auf das Smartphone heruntergeladen werden kann. Wenn die Berechnung zufriedenstellend ist, können über die Stationierungsschaltfläche die neuen Stationierungswerte an das Gerät gesendet werden.

Ergebnisse

Das System wurde im Schweizer Projektionssystem in mehreren Tests unter realistischen Bedingungen auf dem Gelände der HEIG-VD getestet. Nach etwa 5 Minuten Datenerfassung wird eine Genauigkeit von besser als einem Zentimeter für 3D-Koordinaten und besser als 10 cc (Querabweichung: 1,6 mm auf 100 m) erreicht. Diese Informationen wurden an Referenzpunkten mit einer Genauigkeit im Millimeterbereich überprüft.

Fazit

Diese automatische Methode ermöglicht es, die Position und Ausrichtung einer Totalstation in Gebieten sicherzustellen, die über wenig Fixpunkte verfügen, wie alpine Umgebungen und Entwicklungsländer, oder Gebiete mit einer grossen GNSS-Hindernismaske auf Bodenebene, insbesondere in dicht besiedelten städtischen Umgebungen. Wir gehen derzeit in die Phase der Miniaturisierung des Prototyps über, die es ermöglichen wird, ihn auf einer DJI-Phantom-Drohne (die in Vermessungsbüros weit verbreitet ist) zu montieren. Auch wird der Quellcode online freigeschaltet, damit alle ihn so modifizieren können, dass er mit Totalstationen verschiedener Hersteller kompatibel ist. Wir sehen in diesem System eine hervorragende Möglichkeit, Zugang zu präzisen Messungen in schwierigen Umgebungen zu erhalten.

Antoine Carreaud, Ingénieur INSA en Topographie
Assistant HES académique
HEIG-VD / Yverdon-les-Bains
antoine.carreaud@heig-vd.ch

Fabien Délèze, Bachelor of Science HES-SO en Géomatique
Collaborateur Ra&D HES
HEIG-VD / Yverdon-les-Bains
fabien.deleze@heig-vd.ch

Franck Schmidt, Ingénieur HES-SO en géomatique
Maître d'enseignement A– Département EC+G
HEIG-VD / Yverdon-les-Bains
franck.schmidt@heig-vd.ch