Zeitschrift: Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement = Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire = Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

Herausgeber: geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und Landmanagement

Band: 105 (2007)

Heft: 11

Artikel: Sensoruntersuchungen des Feldcomputers GeoXH und seine Integration mit GIS

Autor: Galland, L. / Sievers, B.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-236459

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: 06.08.2025

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

Sensoruntersuchungen des Feldcomputers GeoXH und seine Integration mit GIS

Eine Diplomarbeit an der Fachhochschule Nordwestschweiz befasste sich vertieft mit der Positionierungsqualität des Feldcomputers Trimble GeoXH. Die Sensorpositionen waren auf kurzzeitiges Verhalten, Wiederholungen der Positionsspur und zeitliche Korrelation systematischer Abweichungen bezüglich eines fixen Standpunktes zu untersuchen. Daneben waren die Softwarepakete TerraSync von Trimble und Fugawi Global Navigator im Feld- und Büroeinsatz vergleichend zu evaluieren.
Dieser Artikel fasst die Diplomarbeit zusammen.

Un travail de diplôme de la HES du Nord-Ouest de la Suisse s'est occupé de façon approfondie de la qualité de positionnement de l'ordinateur de campagne Trimble GeoXH. Il y avait lieu d'examiner les positions des senseurs quant à leur comportement dans de brèves durées, les répétitions de la trace de position et les corrélations de temps des écarts systématiques par rapport à un point de position fixe. En plus, il fallait évaluer les paquets de logiciels TerraSync de Trimble et Fugawi Global Navigator de façon comparative dans leur emploi au bureau et sur le terrain. Cet article résume le travail de diplôme.

Un lavoro di diploma della SUP della Svizzera Nordoccidentale si è occupato di fare un'analisi approfondita della qualità di posizionamento del palmare Trimble GeoXH. Si trattava di verificare le posizioni dei sensori in merito al comportamento a breve termine, alle ripetizioni della traccia di posizione e alla correlazione temporale degli scostamenti sistematici rispetto a un punto fisso. Inoltre, si sono messi a confronto – per l'uso sul terreno e in ufficio – i pacchetti software TerraSync Trimble e Fugawi GlobalNavigator. In questo articolo è stato riassunto questo lavoro di diploma.

L. Galland, B. Sievers

Gerätebeschrieb

Der Feldcomputer GeoXH von Trimble ist ein leistungsfähiger GPS-Empfänger für die GIS-Datenerfassung. Er ermöglicht Aufnahmen mit verschiedenen Messverfahren, wie Standard Positioning Service, Postprocessing und Echtzeit DGPS mit dem Positionierungsdienst swipos-NAV oder mit EGNOS. Das Softwarepaket TerraSync von Trimble unterstützt die Datenerfassung durch eine Attributierung der Daten, das Einfügen von Hintergrundinformationen oder das Aufsuchen eines bekannten Punktes. Zudem ist der GeoXH mit dem Betriebssystem Windows Mobile und Microsoft Office Produkten ausgestattet, welche die Feldeinsätze optimal unterstützen.

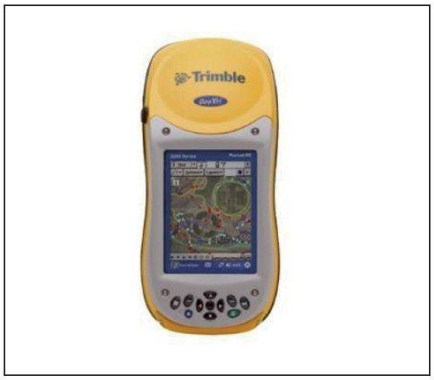

Abb. 1: Trimble Feldcomputer GeoXH (Datenblatt GeoXH-Feldcomputer).

Messungen

Der GeoXH wurde mit Hilfe einem selbstgebauten Adapters auf einem Messpfeiler auf dem Dach der Fachhochschule Nordwestschweiz in Muttenz montiert. So konnte der Sensor bezüglich eines hoch genauen Standpunktes mit folgenden Schwerpunkten untersucht werden:

- kurz-, mittel- oder langfristige Wiederholungen der Positionsspuren;
- kurzzeitiges Verhalten der aufgezeichneten Sensorpositionen;
- zeitliche Korrelation von systematischen Abweichungen.

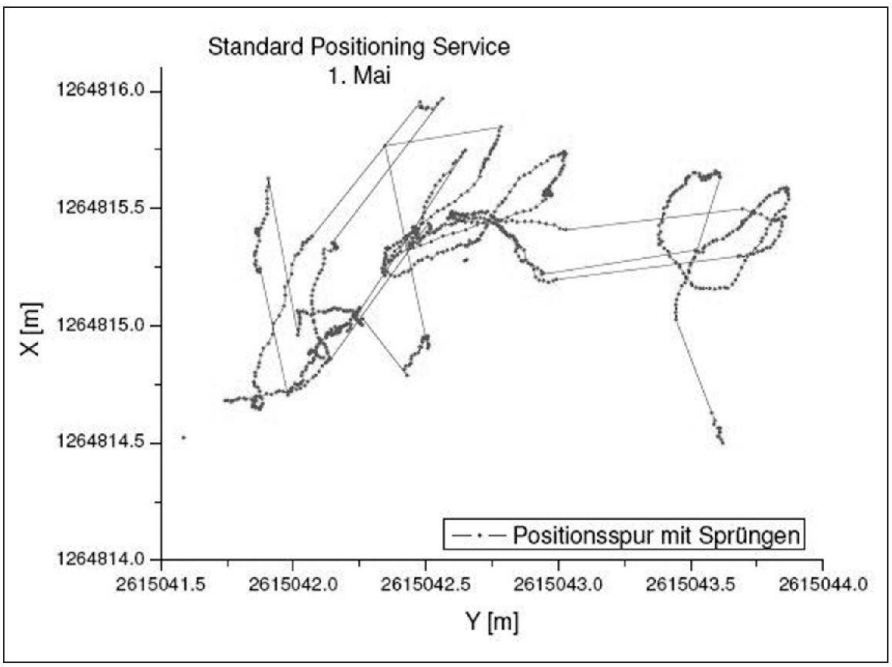

Abb. 2: Sensorpositionen mit dem Standard Positioning Service (Galland, 2007).

Umfang der Messungen

Pro Messverfahren wurde wie folgt gemessen:

- zweimal zwölf Stunden zur Untersuchung auf kurz-, mittel- oder langfristige Wiederholungen;
- eine Messung von je einer Stunde an drei aufeinander folgenden Tagen je zur gleichen Tageszeit zur Analyse des kurzzeitigen Verhaltens.

Alle Messungen dienten gleichzeitig zur Untersuchung der zeitlichen Korrelation von systematischen Abweichungen.

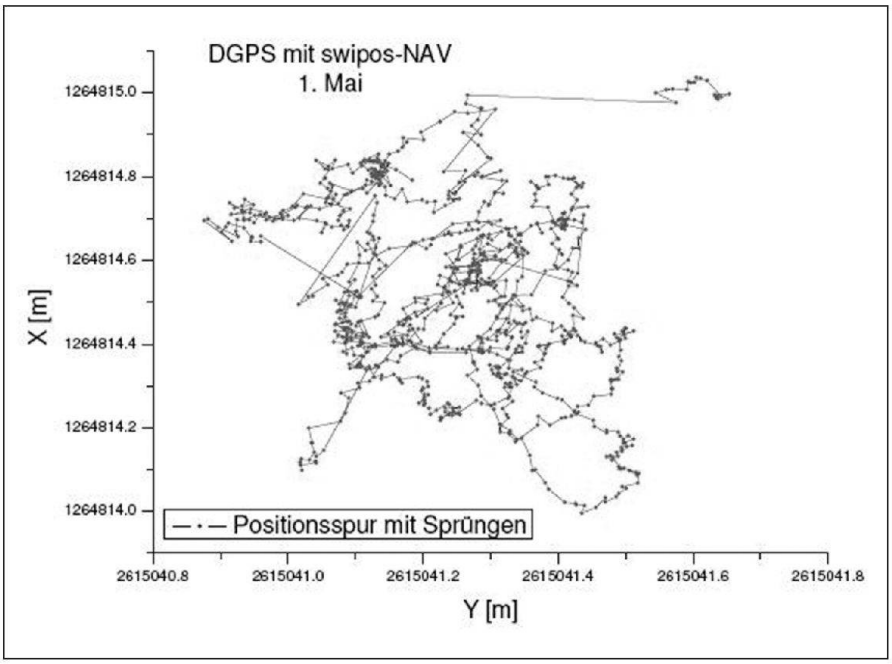

Abb. 3: Sensorpositionen DGPS mit swipos-NAV (Galland, 2007).

Untersuchte Messverfahren

Standard Positioning Service

Bei diesem absoluten Messverfahren, auch als «Navigationslösung» oder Codemessung bekannt, wird der C/A-Code, der auf der L1-Trägerphase aufmoduliert ist, zur Positionierung verwendet. Die dabei zu erwartende Genauigkeit (Standardabweichung) kann zwischen 1 m und 20 m liegen.

DGPS mit swipos-NAV

Beim differentiellen GPS-Messverfahren werden Codemessungen des Positionierungsdienstes swipos-NAV der swisstopo zusammen mit den eigenen Codemessungen in Echtzeit ausgewertet. Systematische Abweichungsanteile, wie zum Beispiel Satelliten- und Empfängeruhrabweichungen, werden durch Relativmessverfahren eliminiert. Mit dem GeoXH kann eine Standardabweichung von 30 cm erwartet werden.

DGPS durch Postprocessing

Durch nachträgliches Auswerten der L1-Trägerphasen des GeoXH zusammen mit L1-Trägerphasenmessungen einer Referenzstation können systematische Abweichungsanteile noch feiner eliminiert werden. Dies führt bei Messungen mit der internen GPS-Antenne des GeoXHs zu einer Standardabweichung besser als 10 cm. Bei einer längeren Messdauer (45 min) ist eine Standardabweichung von 1 cm realistisch.

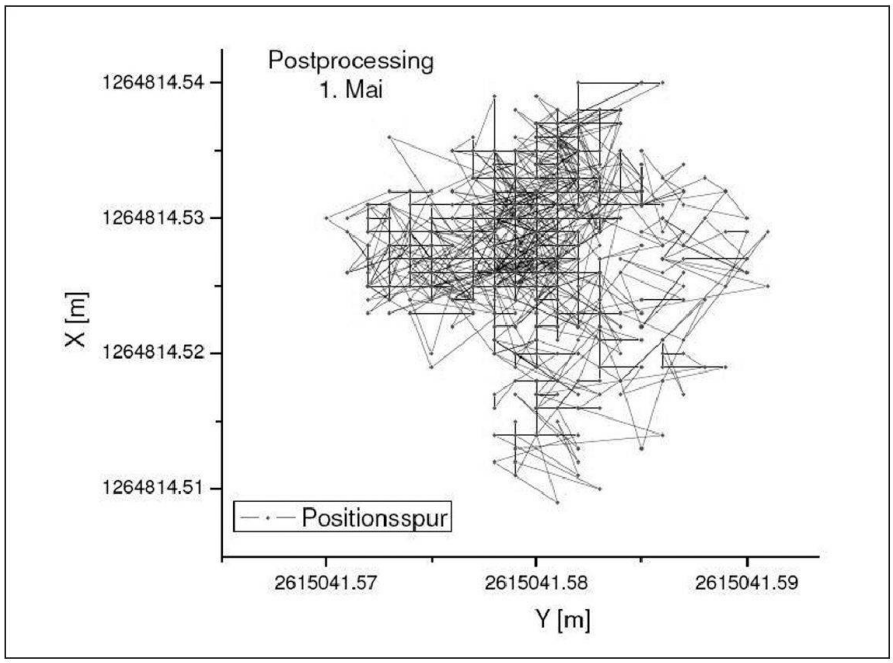

Abb. 4: Sensorpositionen DGPS durch Postprocessing (Galland, 2007).

Ergebnisse der Untersuchungen

Wiederholungen in der Positionsspur

Bei der Auswertung der Messungen auf Wiederholungen zeigte sich schnell, dass das Messverfahren DGPS mit swipos-NAV die deutlichsten Resultate ergab. Auffällige Positionsspuren tauchten täglich im gleichen Zeitraum und somit bei gleicher Satellitenkonstellation wiederholt auf. Gleiche Spuren traten innerhalb derselben Stunde nur sehr selten auf. Die Auswertungen der Messdaten des Standard Positioning Service zeigten hingegen fast keine Wiederholungen auf. Ähnlichkei-

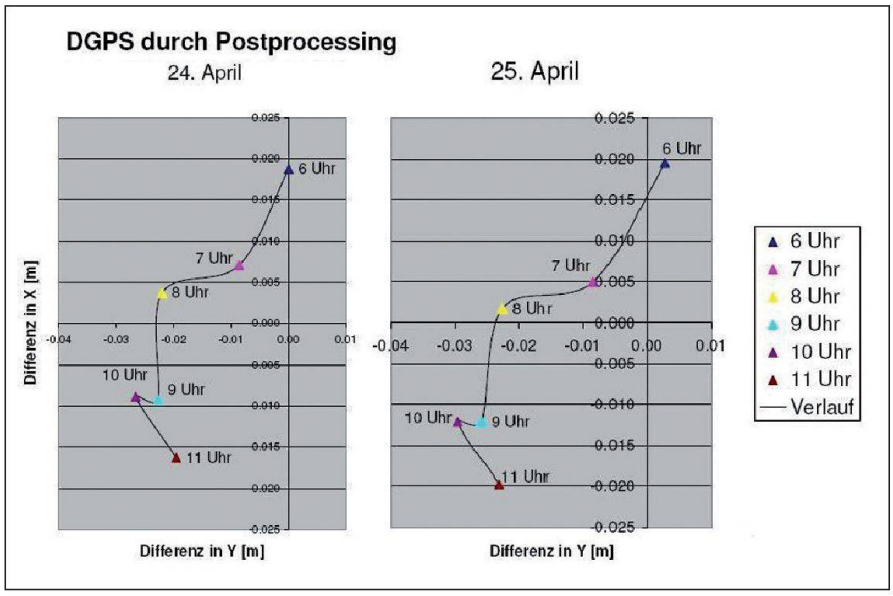

Abb. 5: Zeitliche Korrelation DGPS (Galland, 2007).

ten innerhalb eines gleichen Zeitraumes konnten sehr wenige festgestellt werden. Zu sehen waren nur fadenähnliche Positionsspuren, die sich unsystematisch in einem weiten Umkreis um den Sollpunkt herum befanden. Bei der Untersuchung der Positionen aus dem Postprocessing ist eine fast einheitliche Wolke an Positionen zu sehen. Einzelne Positionsspuren wurden dabei fast völlig ausgeglichen. Innerhalb gleicher Zeiträume von einer Stunde wiesen die Positionswolken gleichartige Formen auf.

Kurzzeitiges Verhalten der Sensorpositionen

Standard Positioning Service

Bei einer Beobachtungszeit von einer Stunde treten bei diesem Messverfahren grössere und kleinere Positionswolken auf (Abb. 2). Diese Wolken entstehen durch Sprünge in der Positionsspur. Sinkt ein Satellit unter die Minimalelevation oder steigt ein neuer auf, wechselt die Satellitenkonstellation, welche zur Positionsberechnung verwendet wird. Gleichzeitig tritt ein Sprung in der resultierenden Positionsspur in Lage und Höhe auf. Die Richtung des Sprunges hängt mit dem Stand des zusätzlichen oder abgehenden Satelliten zusammen. Steigt beispielsweise ein Satellit im Süden auf und wird neu vom Sensor empfangen, bewirkt dies einen Sprung in Richtung Süden. Der Verlust des Signals verursacht einen Sprung in die entgegen gesetzte Richtung nach Norden. Die Grösse einer Positionswolke hängt davon ab, wie lang es bis zum nächsten Konstellationswechsel und folglich zum nächsten Sprung dauert. Eine Ursache für das Driften der Positionsspuren in eine bestimmte Richtung konnte aus den vorliegenden Daten nicht gefunden werden.

DGPS mit swipos-NAV

Aufgrund dieser differentiellen Messungen werden die Sprünge abgeschwächt, die beim Standard Positioning Service deutlich zu sehen waren. Dazu kommt, dass die Positionen eine einzige grosse Wolke darstellen, in der jedoch noch Spuren zu sehen sind. Auch Schlaufen fallen auf. Sie befinden sich sowohl innerhalb der Wolke wie auch am Rande und entstehen, wie auch auftretende Sprünge, durch das Zusammenspiel verschiedener Satelliten. Bei Spuren, die sich von der Positionswolke entfernen, fehlen Satellitensignale eines oder mehrerer Satelliten aus entgegen gesetzter Richtung zur Driftrichtung der Positionen. Beispielsweise führt die Spur nach Westen, wenn kein Satellit im Osten steht. Der Schnitt der Distanzmessung in Ost-Westrichtung ist nicht stabil.

DGPS durch Postprocessing

Bei der einheitlichen Positionswolke fehlen die charakteristischen Eigenschaften der anderen Messverfahren. Die Positionsspur und mögliche Sprünge sind durch das viel genauere L1-Phasenmessverfahren völlig verschwunden. Jede einzelne Position wurde während dem Postprocessing neu berechnet und bildet mit den anderen Positionen eine kompakte Wolke. Die Koordinaten einzelner Positionen unterscheiden sich nur noch wenige Millimeter. Ein Messrauschen wird jedoch deutlich. Die rasterähnliche Punktverteilung tritt durch die begrenzte Anzahl an verfügbaren Kommastellen beim Postprocessing auf, die waagrechten und senkrechten schwarzen Linien im Bild sind ohne Bedeutung.

Systematische Abweichungen

Systematische Abweichungen können sich verändern und wiederholen. Anhand der Messverfahren Standard Positioning Service und DGPS mit swipos-NAV erkennt man systematische Abweichungen deutlich. Die Positionen und ihr Driften unterliegen dem Einfluss der Satellitenkonstellation. Ein wiederholtes Auftreten der Abweichungen mit gleicher Grösse konnte jedoch nur beim differentiellen GPS-Verfahren festgestellt werden. Jedoch traten dort nur selten Abweichungen auf, die ausserhalb der doppelten Standardabweichung von 60 cm lagen. Vergleicht man beim Postprocessing die Abweichungen einzelner Positionen von Messsessionen, die an zwei aufeinander folgenden Tagen stattfanden, so sieht man nur leichte Differenzen. Anhand der Positionswolken waren diese Ähnlichkeiten zwischen den Messungen nicht so klar zu sehen. Doch treten keine signifikanten Abweichungen grösser als 2 cm auf.

Zeitliche Korrelation von systematischen Abweichungen

Standard Positioning Service

Die Abweichungen korrelieren weder innerhalb eines kurzen noch über einen längeren Zeitraum. Wo und wann Positionswolken auftreten hängt mit dem Wechsel der empfangenen Satelliten zusam-

men. Werden Satelliten in einer leicht anderen Reihenfolge empfangen, entstehen auch andere Positionswolken, denn jede Wolke entspricht einer bestimmten Satellitenkonstellation.

Differentielles GPS
Beim differentiellen Messverfahren bilden die Positionen eines registrierten Punktes eine einzige Wolke. Der Punkt (Schwerpunkt) und somit auch die einzelnen Positionen dieser Wolke weichen im Normalfall vom Sollpunkt ab. Die Grösse der Abweichungen aber auch die Position des Schwerpunktes korrelieren mit der Satellitenkonstellation. Die Abweichungen liegen jedoch meist innerhalb der doppelten Standardabweichung.

Erkenntnisse
Systematische Abweichungen hangen beim Feldcomputer GeoXH mit der Satellitenkonstellation zusammen. In den meisten Fällen sind diese jedoch innerhalb der doppelten Standardabweichung. Will man die Abweichungen bestmöglich eliminieren, empfiehlt sich die Nachbearbeitung der Messungen in einem Postprocessing.

Vergleich der Softwarepakete

TerraSync von Trimble und Fugawi Global Navigator sind GPS-Softwarepakete, die auf dem Feldcomputer GeoXH, aber auch im Büro eingesetzt werden können. Die Fähigkeiten und Einsatzmöglichkeiten dieser Software weisen grosse Unterschiede auf.

TerraSync
Diese Software eignet sich sehr gut für die Erfassung von Geoinformationen. Die Umwelt kann mit den Merkmalen Punkt, Linie oder Fläche erfasst werden. Mit selbst definierten Attributen lassen sich Geometriedaten weiter beschreiben und verwalten. Auf einer Karte können die erfassten Daten abgefragt werden. Es ist auch möglich, sich mit Hilfe dieses Programms zu einem bekannten Punkte navigieren zu lassen. Auftretende systematische Abweichungen können jedoch nur schwer beurteilt werden. Auf dem Bildschirm wird die zu erwartende Genauigkeit der Messung angezeigt. Die Bürosoftware von TerraSync bietet die gleichen Möglichkeiten wie ihre Feldversion. Für eine weitere Verarbeitung der Daten, wie zum Beispiel Berechnungen oder Konstruktionen, ist jedoch eine zusätzliche Software notwendig.

Fugawi Global Navigator
Diese Software ist eher für den Einsatz im Freizeit- und Navigationsbereich entwickelt worden. Zwar ermöglicht sie die Aufnahme von Punkten, so genannten Wegpunkten oder Tracks, jedoch können sie nur sehr beschränkt durch Attribute beschrieben werden. Vorteilhaft ist aber eine Karte, die immer im Hintergrund vorhanden ist und als Orientierungshilfe dient. Die Bürosoftware ermöglicht das detaillierte Planen von Routen oder die Nachbearbeitung von im Feld aufgenommenen Daten. Aussagen über die Qualität des Sensors sind während der Registrierung von Daten nicht möglich. Anwendern dieser Software ist es eher wichtig, am richtigen Ort anzukommen oder eine neue Route zu registrieren, als ein Maximum an Qualität (Genauigkeit, Zuverlässigkeit) aus dem Sensor zu erhalten. Grobe Positionierungsfehler können anhand der Hintergrundkarte erkannt werden. Zudem sind sämtliche Koordinatenangaben auf den Meter gerundet und exaktes Messen ist mit dem einzig verfügbaren Standard Positioning Service nicht möglich.

Empfehlungen zum Einsatz
Der Vergleich der beiden Softwarepakete zeigte, dass ihr Einsatz auf bestimmte Benutzergruppen zugeschnitten ist:
- TerraSync: Einsatz im Bereich Geoinformation
- Fugawi Global Navigator: Einsatz im Freizeitsport und zur Navigation

Literatur:

Galland, Lisa (2007): «Sensoruntersuchungen des Feldcomputers GeoXH; Integration mit GIS». Diplomarbeit Muttenz, IVGI-HABG-FHNW.

Datenblatt GeoXH-Feldcomputer: http://global.trimble.com/de/products.asp → Kartierung und GIS → Prospektmaterial.

Lisa Galland
Sempacherstrasse 22
CH-4053 Basel
lisagalland@gmx.ch

Prof. Beat Sievers
Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW, Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik, Institut Vermessung und Geoinformation
Gründenstrasse 40
CH-4132 Muttenz
beat.sievers@fhnw.ch