Hochpräzise kinematische Positionsbestimmung mit GPS : Erfahrung mit der Ausrüstung TI-4100 einschliesslich Software auf einem Landfahrzeug = Precise kinematic GPS positioning : experiences on a landvehicule using TI 4100 receivers and software

Autor(en): **Landau, H.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural**

Band (Jahr): **87 (1989)**

Heft 8

PDF erstellt am: **18.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-234073

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Hochpräzise kinematische Positionsbestimmung mit GPS – Erfahrung mit der Ausrüstung TI-4100 einschliesslich Software auf einem Landfahrzeug

Precise Kinematic GPS Positioning
Experiences on a Landvehicule using TI 4100 Receivers and Software

H. Landau

GPS hat in den letzten Jahren die Geodäsie erobert. Relative statische Punktbestimmungen im Zentimeterbereich (und besser) sind möglich geworden. Dabei sind aber bei weitem nicht alle Möglichkeiten ausgeschöpft: Verschiedene Anwendungen in Vermessung, Photogrammetrie, Gravimetrie und Seismik verlangen nach präziser kinematischer Positionsbestimmung, für die eine reine Range-Lösung (wie sie für die Echtzeit-Navigation mit absoluten Genauigkeiten im 10-m-Bereich verwendet wird) nicht mehr ausreicht. Wie bei der relativen statischen Punktbestimmung greift man auch bei der relativen kinematischen Positionsbestimmung auf die Phasenmessung an der Trägerwelle zurück. Hauptproblem dabei ist das Auftreten von «Cycle Slips», d.h. kurzzeitige Unterbrüche des Signals.

Dans les dernières années le système GPS a révolutionné la géodésie permettant une détermination statique de points distants de plusieurs dizaines voir même centaines de kilomètres avec une précision relative de 0,1 à 1 ppm. Mais le potentiel du système GPS n'est pas encore exploité à fond. De nombreuses applications dans les domaines de la géodésie, photogrammetrie, gravimetrie ou sismique demandent des positions cinématiques d'une haute précision qu'on n'obtient plus par la méthode classique du dépouillement des mesures de code. Celles-ci ne permettent qu'une précision absolue de quelques mètres. Pour accroître la précision d'un positionnement cinématique relatif il est indispensable d'introduire (comme pour le positionnement statique) les mesures de phase de l'onde porteuse. Le problème cruciel de cette méthode est la détection des «cycle slips», c.à.d.: des interruptions momentannées du signal, qui provoque la perte ou une altération des nombres entiers de la phase. L'université de Munich a fait des expériences, utilisant un recepteur TI-4100, dont l'antenne a été montée sur le toit d'une voiture. Dans cet article les résultats et les difficultés sont présentés.

Die Gruppe von Prof. Günter Hein am Institut für astronomische und physikalische Geodäsie der Universität der Bundeswehr in München führte im Herbst 1986 in ihrem Testnetz «Werdenfelser Land» (ca. 100 km südlich von München) praktische Versuche mit einem Auto durch. Zwei TI-4100-Empfänger wurden für die Messungen eingesetzt. Das eigentliche Testfeld bestand aus einem von Osten nach Westen verlaufenden Polygonzug. Darauf waren sieben Stationen mit Abständen zwischen 400 m und 1000 m angeordnet, was auf eine Gesamtlänge von ungefähr drei Kilometern führte. Auf allen sieben Stationen wurden Stative aufgestellt. Während nun der eine Empfänger mit dem Auto von Station zu Station fuhr (mit Anhalten und Montage der Antenne für 30 Sekunden auf den Stativen) wurde der zweite Empfänger stationär in etwa sechs Kilometer Abstand zum Polygonzug betrieben. Die ganze Messphase dauerte 72 Minuten. Davon verbrauchte der «bewegte» Empfänger 15 Minuten am ersten Polygonpunkt (zur Bestimmung einer Anfangsposition bzw. Auflösung der sog. Ambiguities). Anschliessend blieb ungefähr eine Stunde Zeit für eine Fahrt von Polygonpunkt 1 nach 7 und zurück mit den oben beschriebenen 30-Sekunden-Stops an den einzelnen Stationen. Die Stationen 1 bis 6 wurden folglich je zweimal besetzt, was später für Vergleiche ausgenützt werden konnte.

TI-Empfänger erlauben das gleichzeitige Aufzeichnen von vier Satelliten. Da man den Versuch mit einer einzigen Satellitenkonstellation durchziehen wollte, musste man sich mit einer nicht optimalen Geometrie der Satelliten (mässiger PDOP, Elevationen bis 15°) begnügen!

Während der Messung wurden Geschwindigkeiten von bis zu 20 m/sec und Beschleunigungen von gegen 1 m/sec^2 erreicht.

Cycle Slips traten praktisch vorwiegend während der Fahrt auf. Es scheint so, als ob Geschwindigkeitsänderungen und das Auftreten von Cycle Slips stark korreliert wären. Praktische Erfahrungen während den Messungen lassen aber die Vermutung zu, dass die meisten Cycle Slips auf natürliche Signalunterbrechungen (Bäume!) zurückzuführen sind.

Der Verlust der Phase ist ein ernsthaftes Problem bei der kinematischen Positionsbestimmung. Cycle Slips sollten daher nach Möglichkeit verhindert oder zumindest korrekt behoben werden, damit Genauigkeiten erreicht werden können, die unter der Wellenlänge der Trägerwelle (19 cm für L_1) liegen.

Im Artikel von Herbert Landau wird daher ein Algorithmus beschrieben, mit dem Cycle Slips entdeckt und korrigiert werden können. Dabei werden zwei Beobachtungskombinationen verwendet: Eine Phase-Range-Kombination zur Ermittlung von Näherungswerten für den Cycle Slip und eine L_1-L_2-Phasen-Kombination, welche das korrekte Verhältnis der Cycle Slips in L_1 und L_2 liefert. Es wurde schon vorgeschlagen, diese Grössen mit Hilfe der linearen Regression zu benützen, um Cycle Slips zu korrigieren. Landau setzt in diesem Fall auf ein diskretes Kalman-Filter*). Mit dieser Methode war es möglich, alle aufgetretenen Cycle Slips zu korrigieren.

Für die relative Positionsbestimmung (in bezug zum stationären Empfänger) kann sowohl auf die Pseudorange-, als auch auf die Phasenmessungen zurückgegriffen werden. Bei der Variante mit den Phasen müssen dabei die Ambiguities gelöst werden. Drei Möglichkeiten dazu werden erwähnt:

1) Herleitung aus bekannten Startpositionen beider Empfänger
2) Vertauschen der beiden Antennen
3) statische Beobachtung während einer gewissen Zeit vor dem Start

Sind die Ambiguities einmal bekannt, so können Pseudorange- und Phasenmessungen analog behandelt werden! Wiederum mit Hilfe eines Kalman-Filters können alsdann Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Uhrverhalten des Empfängers bestimmt werden.

*) Ein Kalman-Filter ist ein Ausgleichungsalgorithmus nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate, welcher den Zustand eines dynamischen Systems aus verrauschten Messungen optimal schätzt.

Angewendet auf die Messungen im Werdenfelser Land ergaben sich folgende Resultate (Vergleiche der Positionsbestimmungen für die doppelt besetzten Stationen): Bei der Lösung mit den Phasenmessungen traten maximale Unterschiede von 5 cm (L_1) bzw. 7 cm (L_2) auf, die Pseudorangelösung zeigte Klaffen bis über 500 cm. Die Unterschiede zwischen L_1- und L_2-Lösungen der einzelnen Stationen betrugen maximal 6,8 cm mit mittleren Unterschieden von rund 2 cm.
Es muss noch einmal festgestellt werden, dass diese Genauigkeiten nur erreicht werden können, wenn alle Cycle Slips korrigiert werden. Zudem ist der angewandte Algorithmus nur für 2-Frequenz-Empfänger möglich.

Adresse des Verfassers:
Herbert Landau
Institut für Astronomische und
Physikalische Geodäsie
Universität der Bundeswehr München
Werner-Heisenberg-Weg 39
D-8014 Neubiberg

Der Artikel ist erschienen in Bulletin Géodésique no 63 1989, pp. 85–96.

Übersetzung und Zusammenfassung:
Max V. Müller

Probe-Exemplar!
Wenn Sie ein Probe-Exemplar der Fachzeitschrift VPK wünschen, erreichen Sie uns unter
Telefon
056 / 83 45 50

HTL Brugg-Windisch
(Ingenieurschule)

Nachdiplomstudium Raumplanung 89/90

Praxisnahe Weiterbildung für Absolventen eines Grundstudiums (HTL ETH Uni), die an Raum- und Umweltfragen interessiert sind: Arch., Ing., Geogr. und andere

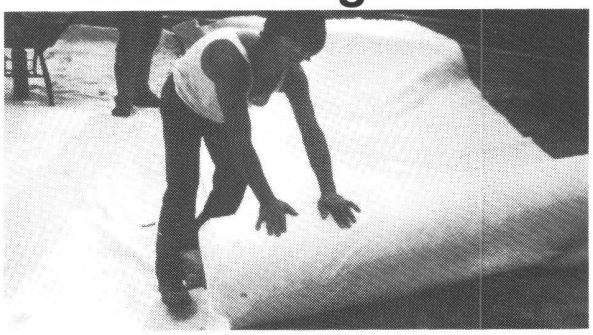
Themen
Siedlung, Verkehr, Versorgung, Landschaft, Umwelt, Recht, Wirtschaft, Politik, Organisation, Arbeitstechnik, Spezialthemen

Dauer
1 Jahr ab 13. November 89 (2 Semester) oder berufsbegleitendes Teilpensum

Auskunft
HTL, 5200 Brugg-Windisch
Telefon 056 / 41 63 63

... ein ernsthafter Wegweiser der Natur

DERNOTON
Abdichtungsvlies



DERNOTON – die natürliche Alternative zur künstlichen Bodenabdichtung...

DERNOTON eignet sich besonders für: Feuchtbiotope, Teiche, Wasserrückhaltebecken, Bäche, Deponien, Kompostplätze usw.
BIOREG Universalbindemittel, **BIO-Algihum** Bodenhilfsstoffe, **BIO-Klaralgin** für Kläranlagen

Verlangen Sie Unterlagen:

öko HANDELS AG
Oeko-Handels AG
Kyburgerstrasse 2, 6210 Sursee
Tel. 045 - 21 63 33, Fax 045 - 21 40 28
Notre Bureau en Suisse romand:
Z.I. Les Ducats, 1350 Orbe
Tél. 024 - 42 12 13, Fax 024 - 41 29 42