

Ingenieurgeodäsie - TU Graz

Horst Hartinger

**Development of a Continuous Deformation
Monitoring System using GPS**

Shaker Verlag
Aachen 2001

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Hartinger, Horst:

Development of a Continuous Deformation Monitoring System using GPS/
Horst Hartinger.

Aachen : Shaker, 2001

(Ingenieurgeodäsie-TU Graz)

Zugl.: Graz, Techn. Univ., Diss., 2001

ISBN 3-8265-9484-3

Diese Dissertation wurde an der Fakultät für Bauingenieurwesen der Technischen Universität Graz zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der technischen Wissenschaften eingereicht.

Prüfungskommission:

Referent: Univ.-Prof. Dr. Fritz K. Brunner

Korreferent: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas A. Wunderlich

Tag der mündlichen Prüfung: 21. Mai 2001

Copyright Shaker Verlag 2001

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publishers.

Printed in Germany.

ISBN 3-8265-9484-3

ISSN 1618-6303

Shaker Verlag GmbH • P.O. BOX 1290 • D-52013 Aachen

Phone: 0049/2407/9596-0 • Telefax: 0049/2407/9596-9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

DEVELOPMENT OF A CONTINUOUS DEFORMATION MONITORING SYSTEM USING GPS

Horst Hartinger
Abteilung für Ingenieurvermessung und Messtechnik
TU Graz

Zusammenfassung

Diese Publikation befasst sich mit der Entwicklung eines kontinuierlichen Deformationsüberwachungssystems mit GPS, kurz CODMS. Das CODMS besteht aus Referenzstationen im unbewegten Gelände und den Überwachungsstationen im Deformationsgebiet. Die Hardware jeder Station gliedert sich in eine GPS Antenne, einen GPS Empfänger und eine Datenübertragungseinrichtung. Alle Stationen übertragen simultan die GPS Messungen an einen Basiscomputer.

Die Überwachung der Deformationen von Bauwerken und lokalen geodynamischen Prozessen erfordert eine detaillierte, kontinuierliche Beobachtung von Bewegungen, die oft sporadisch auftreten können. Aufgrund dieser Voraussetzungen muss ein CODMS Deformationen in fast Echtzeit bestimmen können. Hochgenaue GPS Vermessungen zeigen aber gerade bei fast Echtzeitanwendungen einen signifikanten Genauigkeitsverlust. Dieses Problem wird in der Dissertation durch Antennenuntersuchungen zur Reduktion von Mehrwegeeffekten, der „Time-Stacking“ Technik und den SIGMA Modellen vermindert. Im Prinzip basieren die SIGMA Modelle auf der mit der Phasenbeobachtung mitgemessenen Signalstärke. Sie eignen sich, um Signalverzerrungseffekte und Perioden mit schlechter Satellitengeometrie in den GPS Ergebnissen zu reduziert.

Neben Genauigkeits- und Präzisionsfragen ist auch die Vermeidung der Berechnung von falschen Deformationsergebnissen ein wichtiges Qualitätskriterium eines CODMS. Für die zuverlässige Beurteilung der Datenintegrität ist eine hohe Datenaufzeichnungsrate des CODMS nützlich. Zur Schätzung der Ergebnisse wird diese hohe Datenquantität aber durch die Berechnung von Normalpunkten reduziert. Die hohe Korrelation der Phasendaten wird bei der Berechnung des Normalpunktes mit einem Faktor η berücksichtigt.

Ergebnisse von Deformationsexperimenten und Feldeinsätze des CODMS zeigen, dass eine Genauigkeit von 2 mm in der Lage und 5 mm in der Höhe innerhalb weniger Minuten erreicht werden kann.

DEVELOPMENT OF A CONTINUOUS DEFORMATION MONITORING SYSTEM USING GPS

Horst Hartinger
Engineering Surveying and Metrology
Graz University of Technology

Abstract

The focus of this publication is the development of a Continuous GPS based local Deformation Monitoring System, in short CODMS. A few GPS stations are used to define a stable reference frame and the remaining stations are the monitoring points situated in the deformation area. The hardware of each station consists of a GPS antenna, a GPS receiver and a telemetry unit. All GPS observations are simultaneously transmitted from the stations to a central computer station.

Deformation monitoring of structures and local geodynamic processes requires detailed and continuous observation of motions which very often show a sporadic nature. As a consequence, a CODMS must determine the results in near real-time. However, GPS shows a significant accuracy decrease for near real-time applications. This difficulty is addressed with several antenna multipath mitigation experiments, the time stacking technique and the SIGMA models. The SIGMA models reduce the impact of signal diffraction effects and periods of weak satellite geometry in the GPS results. The key parameter in these models is the power of the GPS signal which is a measured by-product of the signal tracking loops.

Beside accuracy and precision concerns, the avoidance of erroneous estimation of deformations is a major quality aspect of a CODMS. A high data sampling rate provides a reliable investigation of the phase integrity. The mass of data quantity is reduced by computing normal points. In addition, scaling the a-posteriori variance of the normal point by a factor η accounts for the high correlation of the phase observations.

Results from simulated deformation experiments as well as several field applications of the CODMS indicate that an accuracy of nearly 2 mm in position and 5 mm in height can be achieved within a few minutes of GPS carrier phase observations.