

Engineering Geodesy – TU Graz

Angelika Lippitsch

**A Deformation Analysis Method for the
Metrological ATLAS Cavern Network at CERN**

Shaker Verlag
Aachen 2007

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

Zugl.: Graz, Techn. Univ., Diss., 2006

The dissertation was submitted to the Faculty of Mathematical and Physical Sciences at the Graz University of Technology for achieving the academic degree of Doctorate of Technical Sciences.

Examination Committee:

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

Second examiner: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Otto Heunecke

Day of oral examination: December 20, 2006

Copyright Shaker Verlag 2007

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 978-3-8322-6289-1

ISSN 1864-2462

Shaker Verlag GmbH • P.O. BOX 101818 • D-52018 Aachen

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

Internet: www.shaker.de • e-mail: info@shaker.de

Abstract

The Large Hadron Collider (LHC) project at CERN includes the construction of four large physics experiments, which will study particle collisions. Each particle detector needs to be precisely aligned with respect to the accelerator beam line by survey measurements. One of these particle detecting experiments is called ATLAS.

Configurations of the geodetic underground cavern network are constrained due to access and space limitations. Sighting restrictions increase as the installation of detector parts in the cavern progresses. Consequently, the reliability of the network reduces. Additionally, deformations of the cavern as well as access structures affect the geodetic network and need to be considered. Dedicated network measurements can only be carried out on an irregular and sparse basis. For processing the inhomogenous and hybrid measurements an adaptive Kalman Filter (KF) is developed interpreting the cavern network as a kinematic system. This enables to handle changing network configurations easily, as well as maintaining a higher level of reliability in the network compared to individually adjusted network measurements. With such an algorithm it is possible to evaluate survey measurements more efficiently, giving accurate estimations for the point positions and corresponding error information at times of measurements but also to predict future positions and error estimates.

The application of the developed method to the processing of simulated and real survey data sets for the ATLAS cavern network demonstrates the algorithm's superior performance and advantageous capabilities compared to conventional processing methods.

Zusammenfassung

Im Rahmen des Large Hadron Collider (LHC) Projektes am CERN werden vier große Teilchendetektoren Kollisionen untersuchen. Jeder dieser Detektoren muss mit Hilfe von geodätischen Messungen in Bezug auf den Teilchenstrahl ausgerichtet werden. Eine dieser Detektoranlagen ist ATLAS.

Zahlreiche Einschränkungen für die Konfiguration von geodätischen Netzen ergeben sich aus dem Umfeld einer Kaverne. Behinderungen durch bauliche Einrichtungen und Detektorbauteile, die mit zunehmendem Baufortschritt in der Kaverne Platz finden, nehmen mit der Zeit zu. Die Möglichkeiten für geodätische Messungen werden immer mehr eingeschränkt und die Zuverlässigkeit im geodätischen Netz wird dadurch reduziert. Das geodätische Netz wird zusätzlich von Deformationen der Kavernenstruktur und Plattformen beeinflusst. Spezielle Netzwerkmessungen können nur selten und in unregelmässigen Abständen durchgeführt werden.

Ein adaptiver Kalman Filter (KF) wird entwickelt, der die kinematische Interpretation eines Netzwerkes erlaubt. Veränderliche Netzwerkkonfigurationen können im KF Formalismus einfach behandelt werden. Die Zuverlässigkeit des Netzwerkes kann auf einem hohen Niveau gehalten werden. Messdaten werden im KF Algorithmus effizienter analysiert, als im Ausgleich von einzelnen Messepochen und ergeben präzisere und zuverlässigere Koordinatenergebnisse und Genauigkeitsinformationen. Für Epochen ohne Messdaten können Koordinaten und entsprechende Genauigkeitsinformationen prädiiziert werden.

Die Anwendung der entwickelten Methode auf simulierte und reale Vermessungsdaten für das ATLAS Kavernennetzwerk zeigt die hohe Leistungsfähigkeit des Algorithmus.