

Geodätische Woche 2013

Essen

Book of Abstracts

Institut für Geodäsie und Geoinformation
Professur für Theoretische Geodäsie

Bonn, 22. Juli 2013

1. Geodätische Bezugssysteme

(M. Seitz, D. Angermann, A. Nothnagel, H. Drewes, J. Ihde)

Aspekte der Ko-lokation geodätischer Raumtechniken im Weltraum

Vortrag

Benjamin Männel, Markus Rothacher

maennelb@ethz.ch

ETH Zürich

(Zürich, Schweiz)

Abstract

Die Qualität der Verknüpfungen zwischen den einzelnen Weltraumtechnologien (GNSS, VLBI, SLR und DORIS) ist einer der limitierenden Faktoren bei der Realisierung eines konsistenten, globalen Referenzrahmens, dessen Genauigkeit die Beobachtung des Systems Erde erlaubt. Bisher sind die Verknüpfungen zwischen den einzelnen Technologien an Fundamentalstationen terrestrisch gemessen worden. Die Nutzung vergleichbarer Vektoren auf niedrigfliegenden Satelliten kann als Kalibrationsmöglichkeit die Kombination der Raumverfahren stärken und damit die Genauigkeit des Referenzrahmens erhöhen. Aktuell gibt es eine Anzahl Satelliten mit Instrumenten verschiedener Raumtechniken an Bord. Anhand der Daten dieser Satelliten kann der Einfluss der Verwendung von Referenzpunkten im Weltraum auf den Referenzrahmen untersucht werden. Für die Zukunft sind verschiedene spezielle Ko-lokationsmissionen wie GRASP und Nano-GEM geplant, die durch Aussenden künstlicher VLBI-Signale die Nutzung dieser Technologie ebenfalls ermöglichen werden. Für unsere Untersuchungen wählten wir die Satellitenmissionen GRACE, TerraSAR-X und OSTM/Jason-2 aus. Jeder dieser Satelliten verfügt zumindest über einen GPS-Empfänger und einen SLR-Retroreflektor. In einem ersten Schritt steht die Bestimmung präziser Satellitenbahnen aus GNSS-Beobachtungen im Vordergrund. Hier werden wir insbesondere den Einfluss nicht-gravitativer Störbeschleunigungen und genauer Offsetvektoren sowie optischer/elektronischer Phasenzentren diskutieren. In einem zweiten Schritt validieren wir die erreichte Bahngenauigkeit mit SLR-Daten und existierenden Orbitlösungen. Aufbauend auf der genauen Bahnbestimmung wird schließlich die Genauigkeit der Stationspositionen aus GPS, SLR und simulierten VLBI-Beobachtungen im Hinblick auf eine mögliche Verbesserung des terrestrischen Referenzrahmens diskutiert.

Precise station positions from VLBI observations to satellites - a simulation study

Vortrag

H. Schuh, L. Plank, J. Böhm

schuh@gfz-potsdam.de

Deutsches Geoforschungszentrum (GFZ), Dept. 1 Geodäsie und Fernerkundung
(Potsdam, Deutschland)

Abstract

VLBI tracking of satellites allowing the establishment of so-called space ties shall strengthen the connection of the various space geodetic techniques contributing to the International Terrestrial Reference Frame (ITRF). The concept of observing MEO (medium Earth orbit) satellites is rather innovative and demands research on possible observing strategies. Within project D-VLBI funded by DFG we introduce this concept and investigate its possible benefits for improving future realizations of the International Terrestrial Reference System (ITRS). Using simulated observations we find possible observing strategies that allow the determination of antenna positions on Earth in the frame realized by the satellite, with accuracies of a few millimeters for weekly station coordinates. This is shown for satellites between heights of 2000 and 6000 km, observed by dense regional as well as global VLBI networks. Hereby the number of observables, mainly depending on the observation interval, is identified as the most critical parameter for the anticipated accuracies. For observations to GPS satellites we propose the alternate observations to radio sources and satellites or the multi-satellite approach, also enabling station position repeatabilities of a few millimeters.

Untersuchungen zu Phasenlösungen in der geodätischen Radiointerferometrie

Vortrag

Annemarie Kunkel

Anne-Kunkel@gmx.de

Institut für Geodäsie und Geoinformation, Universität Bonn
(Bonn, Deutschland)

Abstract

In der geodätischen VLBI wird in der Regel die Gruppenlaufzeitdifferenz (group delay) als Beobachtung verwendet. Zusätzlich kann auch die Phasendifferenz (phase delay) aus dem Korrelationsprozess gewonnen werden. Letztere ermöglicht eine höhere Messgenauigkeit als die Gruppenlaufzeit von unter einem Millimeter. Sie ist jedoch wie viele andere phasenbasierte Anwendungen mit einer unbekannt Anzahl an Mehrdeutigkeiten versehen. Durch die geringe Größe der Mehrdeutigkeiten von 3,6 cm im X-Band und 13 cm im S-Band stellt die Mehrdeutigkeitslösung eine große Herausforderung dar. Eine Kombination von group delay und phase delay soll die Mehrdeutigkeitslösung ermöglichen, sodass sie als Routine in die Auswertesoftware integriert werden kann. Um den Einfluss der Ionosphäre auf die Beobachtungen gering zu halten, werden am Anfang des Projekts nur kurze Basislinien betrachtet. Im Vortrag werden Arbeitsschritte und erste Ergebnisse vorgestellt.

How to deal with non-linear station motions?

Vortrag

Ralf Schmid, Mathis Bloßfeld, Detlef Angermann

schmid@dgfi.badw.de

Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut (DGFI)
(München, Deutschland)

Abstract

The time series of reference station coordinates contain non-linear signals that are mainly caused by atmospheric and hydrological loading effects. So far, those signals were usually neglected in reference frame realizations. For the latest realization of the International Terrestrial Reference Frame (ITRF2008) only linear station motions were considered in order to account for the impact of plate tectonics (and certain local effects). Within the framework of the research unit on “Space-time reference systems for monitoring global change and for precise navigation in space“, the Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut (DGFI) pursues two different strategies in order to account for non-linear station motions: 1) Extend the current parameterization of station motions to allow for the estimation of seasonal signals in long-term reference frame realizations. 2) Estimate so-called epoch reference frames, i.e. separate short-term reference frames for successive time intervals. First results of the two strategies will be presented.

Influence of subdaily tidal model on station coordinates and GPS orbits

Vortrag

N. Panafidina, M. Seitz, U. Hugentobler

panafidina@dgfi.badw.de

DGFI

(München, Deutschland)

Abstract

In processing of space geodetic observations the subdaily variations in the Earth rotation are usually approximated by a model recommended by the IERS. This IERS model, based on an ocean model, represents the effect of ocean tides on the Earth rotation and provides a good approximation to the observed variations seen in the estimated Earth rotation parameters (ERPs). The IERS model comprises 100 terms in polar motion and 70 terms in Universal Time at diurnal and semidiurnal tidal periods. The ocean tides are the main cause for the variations in the ERPs with subdaily periods, but since there are other phenomena affecting the Earth rotation on subdaily time scale and since the ocean model used for the modelling the variations in the ERPs has uncertainties, the IERS subdaily tidal model deviates from the observed variations in the ERPs. Comparisons with different empirical tidal models show that the IERS tidal model has errors of up to 30μ as in polar motion on some frequencies. Since in usual daily GPS processing the IERS subdaily model for the ERPs is kept fixed while station coordinates and ERPs are estimated once per 24 hours, we consider in this contribution the possible effect of errors in the subdaily ERP model on the estimated parameters. The variations in polar motion with the period of sidereal day (23.93 hours, tide K1) in terrestrial reference system have in inertial reference system the same period as the period of revolution of GPS satellites, and the K1 wave in polar motion is seen by the satellites as a permanent shift of the rotational axis. We demonstrate that this shift can be seen in the rotations of the whole GPS constellation and is also transferred into station coordinates. The other tidal terms in polar motion in the 24 hours band are seen as slow rotations of the celestial pole with periods of about a year and less. These rotations are reflected also by respective variations in the orientation of the GPS orbits and are seen as variations with the same periods in time series of station coordinates and in the ERPs. We show that the effect on station coordinates is very small (below 1 mm) in case of realistic errors in the a priori tidal model but systematic since all the GPS stations in the same region see approximately the same satellite constellation and are influenced in the same way, what leads to a global deformation of the GPS network.

Das selenozentrische Bezugssystem

Vortrag

Franz Hofmann, Jürgen Müller, Liliane Biskupek

hofmann@ife.uni-hannover.de

Leibniz Universität Hannover - Institut für Erdmessung
(Hannover, Deutschland)

Abstract

Mondbezogene Bezugssysteme bilden die Basis für die zielgerichtete Erforschung des Mondes, z.B. für die Erzeugung eines hochgenauen lunaren digitalen Geländemodells oder der Selenoreferenzierung von Aufnahmen aus dem Mondorbit. Die fünf auf der Mondoberfläche befindlichen Laserreflektoren stellen dabei Verknüpfungspunkte dar, deren Koordinaten mit Lunar Laser Ranging bestimmt werden können. Es werden die derzeit erreichbaren Genauigkeiten und mögliche Genauigkeitssteigerungen durch zusätzliche Beobachtungen (Stationen/Reflektoren) vorgestellt.

2. Schwerefeld und Geoid

(A. Eicker, H. Wilmes, M. Horwarth, J. Flury)

Konzept einer zukünftigen Schwerefeldmission: GNSS-LEO-Tracking

Vortrag

Elisabeth Reußner, Roland Pail, Michael Murböck

elisabeth.reussner@mytum.de

Institut für Astronomische und Physikalische Geodäsie, Technische Universität München
(München, Deutschland)

Abstract

Konzept einer zukünftigen Schwerefeldmission: GNSS-LEO-Tracking Eine gute und vor allem homogen über die Erde verteilte Kenntnis des globalen Erdschwerefeldes ist für viele wissenschaftliche Disziplinen von Bedeutung. Diese kann durch Satelliten-Schwerefeldmissionen erreicht werden. Nach dem Erfolg der Missionen GRACE und GOCE werden nun neuartige Missionskonzepte entwickelt, um auch in Zukunft die zeitlichen Veränderungen des Schwerefeldes der Erde und somit Massentransporte im System Erde zu erkunden. In diesem Zusammenhang wird ein Konzept untersucht, das auf der Distanzmessung zwischen GNSS-Satelliten (GPS und Galileo) und "Low Earth Orbitern" (LEOs) beruht. Hierbei werden zunächst numerische Simulationen durchgeführt und analysiert, bei welchen stets ein LEO geflogen wird und jeweils in der Anzahl der GNSS-Satelliten und deren Bahnen variiert wird. Im Zuge dessen werden jeweils Satellitenkonstellationen betrachtet, die entweder nur GPS- oder nur Galileo-Satelliten enthalten. Außerdem werden Unterschiede in der Beobachtungsgeometrie untersucht, die das Sichtspektrum des LEOs in Bezug auf die GNSS-Satelliten betreffen. Die Ergebnisse der Simulationen zeigen, dass bei jeweils gleicher Anzahl der GNSS-Satelliten, gleichem Sichtspektrum des LEOs und identischer Wahl der aufsteigenden Bahnknoten sowie der mittleren Anomalie sich zum Teil markante Unterschiede zwischen Konzepten mit GPS-Satelliten und denen mit Galileo-Satelliten erkennen lassen. Darüber hinaus werden im Zuge numerischer Simulationen ausgewählte Varianten des GNSS-LEO-Missionskonzepts, die zunächst nur für Beobachtungen des statischen Erdschwerefeldes untersucht und für weitere Untersuchungen als geeignet befunden wurden, auf das zeitvariable Schwerefeld angewendet und deren Leistungsfähigkeit untersucht. Das verwendete zeitvariable Schwerefeld enthält Einflüsse der Atmosphäre, der Ozeane, der Hydrologie, der Eismassen und der festen Erde. Hierbei werden Untersuchungen in Bezug auf die Anzahl der geflogenen LEOs sowie Variationen im Hinblick auf die Länge der Beobachtungszeit vorgenommen, um die zeitliche Auflösung der sich ergebenden Beobachtungskonfiguration signifikant zu erhöhen. Die Ergebnisse lassen darauf schließen, dass das GNSS-LEO-Missionskonzept eine erfolgsversprechende Alternative für eine zukünftige Satelliten-Schwerefeldmission darstellt.

Searching for the optimal dual gravity satellite missions

Vortrag

Siavash Iran Pour, Tilo Reubelt, Nico Sneeuw

siavash@gis.uni-stuttgart.de
Geodätisches Institut
(Stuttgart, Deutschland)

Abstract

For future satellite gravity missions with high quality sensors, the focus should be made on improvement in both precision and resolution in space and time. There, aliasing of high frequency time-variable geophysical signals to the lower frequency signals is one of the most serious problems. The aliasing problem and the spatio-temporal resolution are mainly restricted by (i) a Heisenberg-like uncertainty theorem, and (ii) the Colombo-Nyquist rule (CNR). However, previous studies argue for a modified CNR, where the quality of gravity solutions is significantly improved with the number of satellite revolutions in a repeat period to be equal to the given maximum spherical harmonic degree. Concerning the influence of missions' altitude and repeat orbits on the recovery quality, optimization of the orbital parameters of the mission scenarios, within the limitations by the technical issues, is of a great interest for the orbit design of future missions. That is specially an urgent important research area for the double pair satellite missions. Therefore, this work discusses some of the existing methods for the dual satellite pair parameters' optimization. The presentation also show some initial results of the genetic-algorithm approach to the optimization issue. We also introduce a correlation analysis method as a optimal scenario selection approach.

Gravity field determination from laser ranging measurements

Vortrag

Andrea Maier, Sandro Krauss, Oliver Baur

andrea.maier@oeaw.ac.at

Österreichische Akademie der Wissenschaften, Institut für Weltraumforschung
(Graz, Österreich)

Abstract

Satellite Laser Ranging (SLR) to geodetic satellites still provides the best estimate of the most important gravity field coefficient - C_{20} . We analyzed SLR observations to five satellites (LAGEOS 1 and 2, Ajisai, Stella, and Starlette) over a period of twelve years (January, 2000 to December, 2012). We derived monthly sets of coefficients up to degree and order 4 allowing us to analyze temporal variations over the considered time span. Due to the high precision of 2-way laser ranges, the principle has been adopted for interplanetary purposes. Since 2009, observatories on Earth routinely perform 1-way laser measurements to the Lunar Reconnaissance Orbiter. Thus, it is possible to infer the lunar gravity field not only from Doppler range-rates, but additionally from laser ranges. Results from laser ranging analysis for both the Earth and the Moon are presented with respect to precise orbit determination and gravity field estimation. In particular, the impact of the number of observations, spatial tracking coverage, and omission error is discussed.

Tailored High-Degree Geopotential Model for Egypt

Vortrag

Hussein Abd-Elmotaal, Mostafa Abd-Elbaky

abdelmotaal@lycos.com

Minia University

(Minia, Egypt)

Abstract

The quality of the reference geopotential model used in the framework of the remove/restore technique plays a great role in estimating the accuracy of the computed geoid. In other words, if the residual field is biased and has a high RMS, then using such a biased/high variance field in the geoid computation process gives less accurate interpolated quantities, and hence worse geoid fitting to the GPS-levelling derived geoid. Practical studies so far have proved that none of the existing reference geopotential models fit the Egyptian gravity field to the desired extent. Thus, the main aim of this investigation is to have a smoothed gravity field (in terms of gravity anomalies) so that it is, more or less, unbiased and has a significantly small variance by using a high-degree tailored reference geopotential model. The window technique (Abd-Elmotaal and Kühtreiber, 2003) has been applied within this investigation to get rid of the double consideration of the topographic-isostatic masses within the data window. The high-degree tailored reference model has been created by merging the available gravity anomalies in the area of investigation with the global gravitational data set. Such a global data set has been created by the available EGM2008 reference geopotential model (complete to degree and order 360). The merged global field has been then used to estimate the harmonic coefficients of the tailored reference model by various techniques, such as FFT, Gauss numerical integration and least-squares adjustment techniques. Since the low order harmonics of the anomalous gravitational potential are to a great extent due to the density disturbances in the upper mantle and even deeper sources, the lower harmonics till degree 36 have been fixed to their values as of EGM2008 geopotential model. A wide comparison among the developed tailored models computed within this study has been carried out.

Gross-Errors Detection in the Shipborne Gravity Data Set for Africa

Vortrag

Hussein Abd-Elmotaal, Atef Makhloof

abdelmotaal@lycos.com

Minia University

(Minia, Egypt)

Abstract

In the frame-work of the African Geoid Project, a huge set of about 1.1 millions of shipborne gravity data points were collected. The shipborne data are collected in routes which intersect each others and merge together at the oceans surrounding the African continent. A scheme of gross-error detection within the shipborne gravity data set has been established employing the least-squares prediction technique to compute an estimation of the gravity anomalies at the data points without using the data values. The process works in such a way that it eliminates the blunders having a difference between the estimated and measured gravity anomalies more than three times the standard deviation of the whole data set. Hence, the process is repeated and re-computes the estimated values till the standard deviation of the differences is less than 1.5 mgal. A total number of blunders of about 11% have been eliminated from the shipborne data set for Africa by that technique.

Einfluss der verschiedenen Schwerefeldgrößen auf die Geoidbestimmung

Vortrag

Christian Pock, Torsten Mayer-Gürr Daniel Rieser Norbert Kührtreiber

christian.pock@tugraz.at
TU-Graz
(Graz, Österreich)

Abstract

Im aktuellen österreichischen Geoidforschungsprojekt "Geoid für Österreich - Verbessertes regionales Schwerefeld" (GARFIELD), sollen die Beobachtungen von Satellitenschwefeldmissionen und die Daten verfügbarer terrestrischer Messungen in Österreich und dessen Nachbarstaaten optimal miteinander kombiniert werden. Dabei stehen folgende terrestrische Beobachtungen zur Verfügung: Schweremessungen Lotabweichungen GPS/Nivellementpunkte Um die offizielle österreichische Geoidlösung zu verbessern wird auf einen Ausgleich nach kleinsten Quadraten zurückgegriffen, wobei die Schwerefeldgrößen als Radiale Basisfunktionen parametrisiert werden. Die optimale Gewichtung der verschiedenen Datentypen (42000 Schweremessungen, 672 Lotabweichungen und 192 GPS/Nivellementpunkte) erfolgt dabei über das Verfahren der Varianzkomponentenschätzung. Dieser Ansatz bietet noch zusätzlich den Vorteil, dass die bis dato empirisch bestimmten a-priori Sigmas der Schwerefeldgrößen nun geschätzt werden können. Die dabei erzielten Resultate, sowie die individuellen Beiträge der einzelnen Schwerefeldgrößen zu einer kombinierten Geoidlösung, sollen präsentiert werden.

Optimierung von Punktgittern bei der regionalen Gravitationsfeldbestimmung

Vortrag

Judith Schall, Annette Eicker, Jürgen Kusche

judith@geod.uni-bonn.de

Institut für Geodäsie und Geoinformation, Universität Bonn
(Bonn, Deutschland)

Abstract

Regionale Verfahren der Gravitationsfeldbestimmung lassen sich, im Gegensatz zur sphärisch-harmonischen Analyse, an Dichte und Variabilität der Beobachtungsdaten im Untersuchungsgebiet anpassen. Eine Herausforderung dabei ist das Design eines geeigneten Knotenpunktgitters. Setzt man die Orte der Basisfunktionen als zu schätzende Parameter an, wird das Problem nicht-linear und eine Lösung mit Hilfe des kleinsten-Quadrate Schätzers schwierig. Kaum ein Verfahren existiert, falls die Anzahl der Basisfunktionen selbst eine der Unbekannten ist. Aus diesen Gründen definieren die meisten der regionalen Ansätze das Punktgitter im Voraus. Hier schlagen wir einen Ansatz vor, der die globale Optimierung der Anzahl und Knotenpositionen regionaler Basisfunktionen gemeinsam mit ihren Skalierungskoeffizienten ermöglicht. Verwendet wird ein Zufallsalgorithmus formuliert im Rahmen der Bayes-Statistik. Anstatt wie üblich ein dichtes Punktgitter vorzugeben und durch Einsatz von Regularisierung das Modell einfach zu halten, lassen wir die Beobachtungsdaten das optimale Modell wählen. Überparametrisierung wird so vermieden und die Lösung stabilisiert. Der Einsatz der neuen Methodik wird anhand von GOCE Testbeispielen demonstriert.

Separation von zeitvariablen Schwerefeldlösungen aus GRACE mit Hilfe der ICA-Methode

Vortrag

Eva Börgens, Jürgen Kusche, Michael Sideris, Elena Rangelova

eboergens@uni-bonn.de

Institut für Geodäsie und Geoinformation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
(Bonn, Deutschland)

Abstract

Wir untersuchen die Möglichkeiten der Independent Component Analysis (ICA) in der Analyse des zeitvariablen Erdschwerefeldes aus GRACE Messungen in besonderem Hinblick auf die Trennung von langfristigem Trend und jahreszeitlichen hydrologischen Schwankungen. Die GRACE Satellitenmission liefert seit 2002 globale Erdschwerefeldlösungen mit einer zeitlichen Auflösung von einem Monat, oder kürzer, und einer räumlichen Auflösung von einigen hundert Kilometern. Die von GRACE gemessenen Schwankungen im Erdschwerefeld repräsentieren immer die Summe aller gravitationserzeugender Massesignale, erzeugt sowohl durch den Wasserkreislauf, als auch durch postglaziale Landhebungen oder das Abschmelzen der Eisschilde und Gletscher. Die meisten Anwendungen benötigen jedoch nur eines dieser Teilsignale. Daher ist es nötig andere Signale mittels. Wir zeigen, dass ICA in seinen verschiedenen Ausprägungen für diese Separation geeignet ist. ICA trennt die Signale aufgrund ihrer statistischen Eigenschaften in maximal unabhängige Ursprungssignale. Wir betrachten dabei zwei verschiedene Varianten der ICA. In der Ersten, sogenannten temporal ICA (tICA) wird angenommen, dass die Signale in der zeitlichen Dimension statistisch unabhängig sind. Die zweite, sogenannte spatio-temporal ICA (stICA), Variante maximiert nicht nur die Unabhängigkeit in der zeitlichen, sondern gleichzeitig auch in der räumlichen Richtung, unter dem Verlust der vollständigen Unabhängigkeit in beiden Richtungen. In der Analyse von CSR GRACE Daten können wir sowohl global als auch im regional (Nordamerika) zeigen, dass beide ICA Methoden bessere Ergebnisse in der Separation von langfristigem Trend (postglaziale Landhebung und Eismassenverlust) und hydrologisch bedingten jahreszeitlichen Schwankungen liefern, als die bekannte Principle Component Analysis (PCA). Bei der Anwendung der Methoden zur Separation von verschiedenen hydrologischen Signalen in afrikanischen Flusssystemen konnte jedoch keine Verbesserung zwischen ICA und PCA festgestellt werden. Dies lässt sich damit erklären, dass bei unterschiedlichen hydrologischen Signalen nicht statistische Unabhängigkeit angenommen werden kann.

Runoff estimation using satellite altimetry, GRACE and least squares prediction

Vortrag

Mohammad Tourian, Robin Thor, Nico Sneeuw, Johannes Riegger

tourian@gis.uni-stuttgart.de
Universität Stuttgart, Geodätisches Institut
(Stuttgart, Deutschland)

Abstract

Runoff is an essential variable for both hydrologic and hydro-meteorologic studies. However, the publicly available global runoff database has been on the decline, lately. Therefore, alternative approaches must be sought to improve the runoff database. In this study we follow three different approaches for runoff estimation: 1) using satellite altimetry 2) using GRACE and 3) least squares prediction. We use satellite altimetry to extract river runoff by analyzing the functional relationship between the water level, measured from altimetry, and runoff from the gauging stations. Such a functional relationship is conventionally established via a rating curve computed using simultaneous data. We developed a statistical approach based on quantile functions to infer this functional relationship without the need for synchronous data sets. Such method helps to estimate runoff for currently ungauged catchments, for which the measurements were made before the age of satellites. GRACE observations of the time dependent gravity field provide a direct measurement of the monthly state of mass and thus the monthly total water storage in a catchment. This for the first time allows for a direct analysis of monthly runoff and water storage. Our investigations of global scale runoff-storage relationships for tropic and boreal regions show that runoff is clearly dominated by a linear relationship to the hydraulically coupled water storage components once the temporal delay due to the time needed for the hydraulic coupling of previously decoupled storage components is taken into account. With the help of such a relationship, runoff can be estimated from the mass storage provided by GRACE. As a third approach, we use least squares prediction, for which the spatial correlations between in situ runoff measurements are employed to predict values for ungauged catchments. A statistical comparison between the results of each approach is performed, allowing us to describe the limitation and performance of each.

Niederschlag und Evapotranspiration in Europa: Konsistenz von GRACE mit dem COSMO-Vorhersagemodell

Vortrag

Anne Springer, Kerstin Hartung, Jürgen Kusche, Annette Eicker, Ehsan Forootan, Christian Ohlwein,
Roelof Rietbroek

springer@geod.uni-bonn.de

Universität Bonn, Institut für Geodäsie und Geoinformation, Professur für Astronomische, Physikalische
und Mathematische Geodäsie
(Bonn, Deutschland)

Abstract

Die GRACE-Mission hat neue Möglichkeiten für die Erforschung des Wasser- und Energiekreislaufs der Erde eröffnet. In dieser Studie nutzen wir GRACE-Daten, um Evapotranspiration und Niederschlag in meteorologischen Analysen zu validieren, und Veränderungen im terrestrisch-atmosphärischen Wasserkreislauf über Europa aufzu-decken. Atmosphärische und terrestrische Wasserbilanzen sind durch Niederschlag (P) und Evapotranspiration (E) gekoppelt. Diese Variablen werden von numerischen Wettervorhersagemodellen bereitgestellt, doch insbesondere die Bestimmung der Evapotranspiration ist mit großen Unsicherheiten behaftet. Aus dem zeitvariablen Schwerefeld von GRACE lassen sich Wasserspeicheränderungen ableiten, deren gemeinsam Verwendung mit Abflussdaten es ermöglicht atmosphärische Modelle über die terrestrische Wasserbilanzgleichung zu evaluieren. In dieser Studie wird die Wasserbilanzgleichung für verschiedene europäische Flusseinzugsgebiete ausgewertet. Die reprozessierten GRACE Lösungen der Release 05 ermöglichen durch ihre gesteigerte Genauigkeit die Berücksichtigung kleinerer Gebiete, wie zum Beispiel der Oder mit 110 000 km². Der Schwerpunkt liegt hier auf der Untersuchung der Modelle des Deutschen Wetterdienstes (DWD), COSMO-EU und COSMO-DE. Das COSMO-EU Modell hat eine Auflösung von 0.0625° (7 km) und deckt den östlichen Atlantik sowie Europa ab. Das COSMO-DE Modell erstreckt sich bei einer Auflösung von 0.025° (2.8 km) über Deutschland, Österreich und die Schweiz. Diese Modelle werden außerdem mit globalen Reanalysen (ERA-Interim, MERRA), Beobachungsdatensätzen (GPCC, MPI Jena) und aktuellen Studien zur atmosphärischen Wasserbilanz verglichen. Es wird festgestellt, dass COSMO-EU deutlich besser zu den GRACE Daten passt als die globalen Datensätze. Die Wasserbilanzgleichung wird zum einen nach P-E aufgelöst, wofür in allen betrachteten Einzugsgebieten positive Trends von 1-3 mm/Monat/Jahr für den Zeitraum 2006-2010 detektiert werden. Andererseits wird durch Auflösung der Wasserbilanzgleichung nach E eine Schätzung für räumlich gemittelte Evapotranspiration inklusive Fehlerangabe berechnet. Dieser Ansatz führt zu einer genaueren Bestimmung der Evapotranspiration als es in den atmosphärischen Modellen der Fall ist.

Assimilierung von GRACE Daten in das WaterGAP Global Hydrology Model (WGHM) unter Verwendung eines Ensemble Kalman Filters

Vortrag

Maike Schumacher, Annette Eicker, Jürgen Kusche, Hannes Müller Schmied, Petra Döll

schumacher@geod.uni-bonn.de

Institut für Geodäsie und Geoinformation, Universität Bonn
(Bonn, Deutschland)

Abstract

Globale hydrologische Modelle liefern einen wichtigen Beitrag zum quantitativen Verständnis des terrestrischen Wasserkreislaufes. Sie sind jedoch mit starken Unsicherheiten behaftet. Dies liegt an den Modellgleichungen, die nicht alle Prozesse des realen Wasserkreislaufes abbilden, sowie an unzureichend räumlich und zeitlich aufgelösten Klimaeingangsdaten und Informationen über anthropogene Wassernutzung. Die Satellitenmission GRACE stellt ein unabhängiges Beobachtungsverfahren des globalen Wasserkreislaufes dar. Die gemessenen Wasserspeicheränderungen können genutzt werden, um hydrologische Modelle zu verbessern. Dies ist zum einen durch eine Kalibrierung der Modellparameter an die GRACE-Beobachtungen möglich, zum anderen können die Daten auch direkt in das Modell assimiliert werden. Hierfür wird ein Ensemble Kalman Filter Ansatz verwendet, um die Parameter des globalen hydrologischen Modells WGHM (WaterGAP Global Hydrology Model) gegen die GRACE-Beobachtungen zu kalibrieren und die gemessenen Daten in das Modell zu assimilieren. Im Gegensatz zu vorhandenen Studien wird erstmalig die gesamte Fehlerinformation der GRACE-Lösung, die Varianzen und Korrelationen umfasst, verwendet und die vollständige räumliche Auflösung berücksichtigt. In diesem Beitrag werden erste Ergebnisse der Assimilierungsläufe und Parameterkalibrierung vorgestellt.

Time-Variation of degree-1 Stokes coefficients and their effect on regional water storage inference from GRACE

Vortrag

Liangjing Zhang, I. Bergmann-Wolf, H. Dobslaw, V. Klemann

liangjing.zhang@gfz-potsdam.de

GFZ Potsdam, Section 1.3 Earth System Modeling
(Potsdam, Germany)

Abstract

Global gravity-field solutions from the GRACE mission are typically calculated in the center-of-mass frame: degree-1 harmonics of the gravity potential are therefore zero by definition. This means, that the geocenter motion is masked in this representation and, so, hemispherical mass-transport processes do not map into the gravity solutions of GRACE. To account for this limitation, Swenson et al. (2008) proposed a method that infers global degree-1 terms by combining a-priori information of the mass anomalies in a certain region (here the global ocean is taken) with GRACE-derived Stokes coefficients of higher degrees and orders. The recently GFZ released RL05 monthly mean gravity field series exhibit substantially reduced noise levels. This provides the opportunity to analyze time variations in eustatic sea level more accurately and, in addition, to reassess the suitability of Swenson's method for the estimation of the geocenter motion. In this contribution, we are going to re-consider the method by Swenson et al. (2008) and discuss its applicability to the routine calculation of terrestrial water storage anomalies from GRACE. Potential contaminations from solid-Earth processes as glacial isostatic adjustment and co-seismic deformations are taken into account. Finally we will discuss the effect of the missing degree-1 terms in the GRACE-gravity field when estimating water storage anomalies of the world's largest river basins.

Toward a Release-06 of GRACE Atmosphere and Ocean Level-1B De-Aliasing (AOD1B) Product

Vortrag

Elisa Fagiolini, Frank Flechtner, Henryk Dobslaw, Inga Bergmann

fagiolini@gfz-potsdam.de

GFZ Potsdam, Department 1: Geodesy and Remote Sensing
(Potsdam, Deutschland)

Abstract

An updated version of the OMCT ocean model with 1° spatial resolution provides bottom pressure anomalies for the latest release 05 of the GRACE Atmosphere and Ocean De-aliasing Level 1B (AOD1B) product. For high-frequency signals with periods below 30 days, this model reduces the rms of residual sea level variability seen by ENVISAT by 2 cm in large parts of the extra-tropical oceanic areas, which corresponds to about 50% of the total signal in open ocean regions away from the western boundaries. Comparable residual reductions are also obtained with respect to both in-situ ocean bottom pressure data, and GRACE KBRR measurements, thereby outperforming all previous versions of AOD1B. In this contribution, we will present results from a number of experiments performed to further improve the quality of AOD1B in preparation for a potential new release of GRACE gravity fields. This includes, for the atmospheric part: (i) the consideration of ERA Interim re-analysis data and of a 13-years mean pressure field; (ii) refinement of the algorithm for the vertical integration of atmospheric column; for the oceanic part: (iii) the explicit consideration of self attraction and loading of the water masses on the ocean dynamics, as well as (iv) the use of updated bathymetry information in various coastal regions including the Arctic in the OMCT ocean simulations.

Ocean bottom pressure variations in the North Pacific in response to time-variable surface winds

Vortrag

Henryk Dobslaw, Christof Petrick, Inga Bergmann, Nana Schön, Katja Matthes, Maik Thomas

dobslaw@gfz-potsdam.de

GFZ Potsdam, Department 1: Geodäsie und Fernerkundung
(Potsdam, Deutschland)

Abstract

A decade of time-variable gravity field observations from the GRACE mission reveals low-frequency ocean bottom pressure variability of up to 3 hPa in the sub-polar gyre of the North Pacific. From a 145 year-long simulation of the 20th century climate with the CESM model, ocean bottom pressure variability is found to be related to the prevailing surface wind stresses in the area. Winter pattern obtained from the climate model run in combination with realistic wind fields from ERA Interim reanalyses are able to explain up to 2.9 hPa² of bottom pressure variance as represented by GRACE RL05 monthly gravity fields from GFZ Potsdam, the correlation between both series is 0.72. The regression results indicate that GRACE-based bottom pressure observations are sensitive to changes in the prevailing blue surface winds in the area, opening opportunities to inform atmospheric models from satellite gravity data.

Comparison of Recent Geopotential Models for the Recovery of the Gravity Field in Egypt

Poster

Hussein Abd-Elmotaal, Atef Makhloof

abdelmotaal@lycos.com

Minia University

(Minia, Egypt)

Abstract

In modern geodesy, the geoid computation is carried out using the so-called remove/restore technique. In this technique, the effect of the topography and its isostatic compensation as well as the effect of a global reference field are removed from the gravimetric quantities being used in the geoid computation. The quality of the reference geopotential model used in the framework of the remove/restore technique plays a great role in estimating the accuracy of the computed geoid. In the last decade, new gravity field dedicated satellite missions have taken place in order to enhance the gravity field recovery worldwide. Such satellite missions, e.g., GRACE and GOCE, have already released some of their global gravity field solutions in terms of fully normalized unit-less harmonic coefficients. Each geopotential model depends on the strategy of the solution and the inclusion of terrestrial gravity data. The main aim of this paper is to make use of the newly released satellite models as well as the new earth model EGM2008 to enhance the gravity field recovery in Egypt. A wide comparison among many of the newly released global gravity models is carried out and discussed.

3. Erdrotation und Geodynamik

(M. Schreinert, H. Schuh, M. Thomas, V. Klemann)

High frequency ERP predictions from global ocean tides

Vortrag

Matthias Madzak, Sigrid Böhm, Johannes Böhm, Wolfgang Bosch, Harald Schuh

matthias.madzak@tuwien.ac.at

TU Wien

(Wien, Österreich)

Abstract

A new model for Earth rotation variations based on ocean tide models is highly desirable in order to close the gap between geophysical Earth rotation models and geodetic observations. We have started project SPOT (Short Period Ocean Tidal variations in Earth Rotation) with the goal to develop a new model of short period Earth rotation variations based on one of the best currently available empirical ocean tide models obtained from satellite altimetry. We employ the EOT11a model which is an upgrade of EOT08a and developed at DGFI, Munich. As EOT11a does not provide the tidal current velocities which are fundamental contributors to Earth rotation excitation, the calculation of current velocities from the tidal elevations is one of three main areas of research in project SPOT. Starting from the Navier-Stokes equation we can derive a set of three coupled complex equations which can be solved in a least squares adjustment. Numerical considerations are of importance since spatial resolutions of ocean tide models are as small as 0.125° or even less. Therefore a filtered grid would increase the efficiency of our calculations. We will estimate the effect of a coarser resolution tidal heights and velocities by calculating the spherical harmonic coefficients of second degree which affect ERP. For comparison, we estimate volume transports from the hydrodynamic ocean tide model HAMTIDE which already includes horizontal velocities. Finally, we will determine ocean tidal angular momentum of four diurnal and five sub-daily tides from EOT11a and apply the angular momentum approach to derive a new model of ocean tidal Earth rotation variations. This poster gives a detailed description of project SPOT as well as the status of work progress. Results of ocean tidal volume transports will be presented as well.

Numerical Modeling of the Earth's magnetic field induced by ocean tides

Vortrag

Jan Dostal, Zdenek Martinec Maik Thomas

dostal@gfz-potsdam.de
GFZ Potsdam
(Potsdam, Deutschland)

Abstract

Currents in the global ocean in response to tidal forces are responsible for substantial re-distributions of the water masses with consequences for the time-variable sea-level, the Earth's gravity field, and its rotation. Tidal signals typically dominate any non-tidal variability, which makes them - together with their characteristic frequency lines specified by the orbital motions of the tide-generating bodies - an ideal test case for the assessment of most new observation types. In autumn 2013, the SWARM satellite mission is going to be launched, which is specified to allow for the monitoring of the time-variable global magnetic field with unprecedented resolution and accuracy. In this contribution, we are going to present new results from numerical model experiments attempting to predict secondary magnetic field variations induced by electrically charged particles advecting with the tidal currents. Contrary to existing single-layer approximations for ocean-induced magnetic field on global scale we are going to employ a spherically layered model. Such a volume model allows to study the magnetic signals in more detail, especially with respect to the electrical conductivity distribution of the Earth which forms an essential parameter influencing the induced signal. Although only the poloidal part of the magnetic field is observable outside the Earth, a volume model allows also the calculation of the toroidal part. This is a necessary condition for estimation the coastal effect caused by the conductivity contrast between ocean and continent.

Lateral variations in upper-mantle structure - Impact on GIA predictions

Vortrag

Volker Klemann, Zdeněk Martinec

volkerk@gfz-potsdam.de

Deutsches Geoforschungszentrum
(Potsdam, Deutschland)

Abstract

Lateral variations in earth's structure is an evident consequence of dynamic behaviour of the earth's interior. In case of GIA, the region of interest is the crust and upper mantle, which shows lateral heterogeneity with respect to its thermal state and composition. Although for studies of processes like sea-level variations, vertical motions or gravity change, a spherical approximation is often sufficiently precise, lateral heterogeneity has to be considered when analyzing horizontal motions or when interpreting GIA in regions of large lateral contrasts like the Antarctica, Patagonia or Alaska. Based on 2D and 3D earth models, we discuss the impact of lateral variations in the crust and upper mantle on the flexural behavior of the lithosphere and the induced mantle flow due to glacial loading processes. We investigate the limiting case when the flexural and viscous behavior of the lithosphere cannot be approximated by a spherical symmetric earth model.

Massenvariationen in der Schleusenanlage Bolzum: Vergleich von Modellierungen mit gravimetrischen Messungen

Vortrag

Lars Leßmann, Alexander Dorndorf, Delira Hanelli, Can Li, Jianyn Liu, Olga Gitlein, Manuel Schilling

lars.lessmann@gmx.de

Institut für Erdmessung, Leibniz Universität Hannover
(Hannover, Deutschland)

Abstract

Ziel von gravimetrischen Messungen ist, den Schwereeinfluss von Massenvariationen in der direkten Umgebung zu ermitteln. Zur Modellierung des Schwereinflusses einer Masse gibt es mehrere Verfahren, die wir im Rahmen eines einjährigen Projektes während des Masterstudiums getestet haben. Die Schleuse in Bolzum bei Hannover bietet optimale Bedingungen, die Modellierungen mit gravimetrischen Messungen zu überprüfen. Durch den Schleusenbetrieb variieren die Wassermassen. Aus der bekannten Geometrie der Schleuse kann das Volumen bestimmt und, zusammen mit der Dichte des Wassers, die Masse ermittelt werden. Mit den gewählten Modellierungsverfahren, die sich in den Formbeschreibungen der Massen und den Berechnungsansätzen unterscheiden, wurde die Attraktions- und Deformationswirkung der Wasserstandsänderung bestimmt. Mikrogravimetrische Messungen wurden zur Verifizierung der Modellierungsergebnisse durchgeführt. Dafür wurden die Relativgravimeter Scintrex CG3-4492 und ZLS Burris Gravity Meter B-64 eingesetzt. Der Schwereeinfluss liegt je nach Berechnungs- bzw. Messpunkt zwischen $30 \mu\text{Gal}$ und $100 \mu\text{Gal}$. Erste Ergebnisse zeigen gute Übereinstimmung zwischen Modellierung und gravimetrischen Messungen. Die Abweichungen betragen wenige μGal und liegen innerhalb der Messgenauigkeit. Die Modellierung wurde mit den Messungen erfolgreich überprüft.

Genauigkeitsuntersuchungen der Gravimeter Micro-g LaCoste gPhone-98 und ZLS Burris Gravity Meter B-64

Vortrag

Olga Gitlein, Manuel Schilling

gitlein@ife.uni-hannover.de

Leibniz Universität Hannover, Institut für Erdmessung
(Hannover, Deutschland)

Abstract

Terrestrische Gravimetrie wird für vorwiegend lokale und regionale Schwerefelduntersuchungen eingesetzt. Die Kombination aus Absolut- und Relativgravimetern bietet die höchste zeitliche und räumliche Auflösung bei der Bestimmung der Schwere auf dem μGal -Niveau und darunter. Für Aufzeichnungen über längere Zeiträume sind Federgravimeter die flexibelste, technisch einfachste und vergleichsweise billigste Lösung im Vergleich zu Supraleitgravimetern. Wir untersuchen die Genauigkeiten der Federgravimeter gPhone-98 und ZLS Burris B-64 des Instituts für Erdmessung (IfE). Mit beiden Instrumenten wurden Registrierungen über mehrere Monate auf fünf Stationen mit hohen und niedrigen seismischen Störungen durchgeführt. Zeitgleiche Messungen mit beiden Geräten und eine parallele Registrierung des ZLS mit dem Supraleitgravimeter in Onsala (Schweden) werden untersucht. Die Qualität der Zeitreihen wird durch eine Gezeitenanalyse bewertet und die Langzeitstabilität der Instrumente getestet. Kleinräumige gravimetrische Messungen dienen dem Vergleich des ZLS Burris mit dem bewährten Scintrex CG-3 4492 des IfE. Wir beschreiben die genannten Instrumente und präsentieren die Ergebnisse unserer Untersuchungen.

Tilt experiment with the relative gravimeter CG-5

Vortrag

Akbar Shabanloui, Jürgen Kusche

shabanloui@uni-bonn.de

Institut für Geodäsie und Geoinformation, Universität Bonn
(Bonn, Deutschland)

Abstract

Scintrex Company Ltd has built a very precise relative gravimeter AutoGrav CG-5 which is commonly used for mineral, oil and gas geotechnical explorations with an accuracy of 5 microgal. All of these applications are based on a glass-quartz spring, which are very sensitive to tilt, shake and temperature changes. Therefore, it is very essential to keep spring in a stable environment and avoiding of tilting and shaking it. In this investigation, the tilt behavior of glass-quartz spring of the CG-5 Scintrex relative gravimeter is tested. The main goal is to establish a relationship between duration of the tilt and offsets as function of time. Therefore, gravimeter is tilted by placing metal discs of different thickness and different times. The results show that CG5 gravimeter needs some hours to stabilize the glass quartz spring. The behavior of CG5 relative gravimeter and corresponding results will be presented.

ABSOLUTE GRAVIMETRY FOR GEODYNAMICS

Vortrag

Ludger Timmen

timmen@ife.uni-hannover.de
Leibniz Universität Hannover
(Hannover, Deutschland)

Abstract

Absolute gravimetry has reached an operational state on the accuracy level of ± 2 to $\pm 3 \mu\text{Gal}$. This measurement technique is a geodetic tool to establish large-scale gravity control either to monitor vertical surface displacements only, e.g. at tide gauge stations, or to observe gravimetric changes which is directed to geodynamic research. Major advantages can be made using absolute gravimetry not only as a stand-alone method but complementary to other gravimetric and geometrical approaches like superconducting gravimetry and GPS. With the development of the satellite gravimetry system GRACE and the following mission GRACE-fo, the land-bound techniques are challenged to support the GRACE data evaluation by providing “ground truth” information. Because of the extension and the linearity of the changes, the Fennoscandian land uplift area as well as the North Sea (German Bight) with its climate induced water mass changes offers a unique opportunity for combining satellite and ground based gravimetric techniques. Accurate reduction models have to be established to separate episodic gravity variations over some days or months (atmospheric and hydrological mass flow) from changes originated from long-term processes. Besides absolute gravimetry, stationary superconducting gravimetry stations may become an important part for developing and validating precise reduction models. Relative field gravimeters are still important instruments allowing gradient measurements and centring to safety points at the absolute stations.

Keywords: Absolute Gravimetry, Geodynamics, GRACE Ground Truth, Fennoscandian Land Uplift, North Sea Water Changes

PSI-Analyse von SAR-Szenen des Satelliten ENVISAT über einem Kavernenspeicher in Etzel, Norddeutschland

Poster

Samuel Karrer

samuel.karrer@student.kit.edu

Geodätisches Institut, Karlsruher Institut für Technologie
(Karlsruhe, Deutschland)

Abstract

Die Persistent Scatterer (PS) Interferometrie erlaubt es, durch die Auswertung der Phaseninformation von kohärenten Radaraufnahmen, Bodenbewegungen über mehrere Jahre hinweg zu beobachten. Dies setzt jedoch voraus, dass eine ausreichende Anzahl an Punkten gefunden werden kann, deren Rückstreuungseigenschaften über längere Zeiträume konstant bleiben. Besonders in ländlichen Gebieten gibt es Schwierigkeiten, das Bewegungssignal mangels Punktdichte zu identifizieren. Als Kriterium zur PS Identifizierung dient die zeitliche Stabilität der Phase. Im ersten Schritt der PS-Auswahl werden PS-Kandidaten (PSC) mit Hilfe der Amplitudendifferenzdispersion ($D\Delta A$) identifiziert. Die hier angewandte Methode nutzt die Beziehung zwischen dem Amplitudenverhalten und der Phasenstabilität. Durch eine Vorauswahl nach dem Kriterium der $D\Delta A$, müssen nur noch die PSC auf Phasenstabilität geprüft werden. Eine Veränderung der Parameter bei dieser Vorauswahl kann die Anzahl der PS erheblich steigern und damit zu einem höher aufgelösten Bewegungsbild führen. Das untersuchte Gebiet liegt in Niedersachsen und beinhaltet das Kavernenfeld Etzel. Kavernen sind Hohlräume in Salzstöcken, die der Öl- und Gaslagerung dienen und eine Bodenabsenkung verursachen. Die vorliegenden Radardaten ermöglichen eine Auswertung von Zeitreihen über einen Zeitraum von sieben Jahren. In dieser Arbeit wird der Grenzwert von $D\Delta A$ von den üblichen 0,6 auf 0,75 erhöht. Dadurch steigt die Anzahl der gefundenen PS um den Faktor fünf. Diese Änderung führt jedoch auch zu einem erheblich höheren Rechenaufwand. Dieser erhöhte Aufwand ist nur dann zu rechtfertigen, wenn die neu gefundenen Punkte auch tatsächlich zu einer besseren Schätzung der Deformation führen. Die vorgenommene Erhöhung der maximal zulässigen $D\Delta A$, führt in erster Linie zu einer Verdichtung der zuvor gefundenen Punktfelder. Nur vereinzelt können in vormals leeren Bereichen neue PS identifiziert werden. Mit einer abschließenden Modellierung der Ergebnisse mit den $D\Delta A$ -Grenzwerten 0,6 und 0,75 sollen die Unterschiede und deren Signifikanz ermittelt werden. Verwendet wird dafür das Approximationsverfahren "Thin Plate Spline" und die Modellierung einer Punktquelle im homogenen Halbraum nach Mogi. Der Signifikanztest zeigt messbare Unterschiede zwischen den Ergebnissen die durch verschiedene $D\Delta A$ -Grenzwerte entstehen.

Parallele Schwereregistrierungen mit dem Gravimetric Atom Interferometer (GAIN) und kommerziellen Gravimetern

Poster

Manuel Schilling, Olga Gitlein, Vladimir Schkolnik, Matthias Hauth, Christian Freier, Achim Peters

schilling@ife.uni-hannover.de
Institut für Erdmessung, Leibniz Universität Hannover
(Hannover, Deutschland)

Abstract

Die Schwerebeschleunigung und ihre zeitlichen Variationen werden mit Absolut- und Relativgravimetern beobachtet. Feder- und Freifallgravimeter sind zum Teil eingeschränkt, zum Beispiel durch ihre Mobilität oder instrumentelle Effekte. Präzise Geräte, die ohne weiteres zwischen Stationen oder Punkten bewegt werden können, sind durch Drifteffekte eingeschränkt, die kleine Schwereänderungen (z.B. Hydrologie) überlagern können. Neben diesen bestehenden Systemen bietet die Entwicklung von Gravimetern auf Basis der Atominterferometrie ein komplett neues Prinzip zur Messung der Schwere. Diese Systeme eröffnen zukünftig die Möglichkeit zu absoluter und driftfreier Registrierung von Schwereänderungen. Die praktische Anwendung dieser Quantengravimeter in den Feldern der Geophysik und Geodäsie muss jedoch noch gezeigt werden. Das an der Humboldt-Universität zu Berlin (HUB) entwickelte Gravimetric Atom Interferometer (GAIN) wird mit dem Ziel weiterentwickelt, Schweremessungen mit hoher Präzision in einem kompakten und transportablen Gerät zu ermöglichen. Derzeit wird eine Sensitivität von $3 \times 10^{-8} \text{ g/Hz}^{1/2}$ erreicht und eine absolute Genauigkeit von $5 \times 10^{-10} \text{ g}$ angestrebt. Das Ziel der Kooperation zwischen HUB und Leibniz Universität Hannover (LUH) ist, die Mobilität, Zuverlässigkeit und Genauigkeit von GAIN zu verbessern. Die erste Phase des gemeinsamen Projektes konzentriert sich auf den Vergleich von Schwereregistrierungen, um die relative Genauigkeit des Quantengravimeters abzuschätzen. Als Referenz für die Messungen von GAIN werden zeitenbedingte Schwereänderungen und zeitgleiche Messungen mit den Gravimetern des IfE (gPhone-98 und FG5X-220) genutzt. Die Standardabweichung der Differenz zwischen GAIN- und gPhone-Messungen liegen im Bereich weniger μGal für Zeiträume von einigen Tagen. Wir beschreiben das Quantengravimeter GAIN, die aktuellen Arbeiten und geben einen Ausblick auf zukünftige Entwicklungen. Zusätzlich werden die Ergebnisse von Vergleichsmessungen mit kommerziellen Gravimetern vorgestellt.

4. Angewandte Geodäsie und GNSS

(S. Schön, L. Wanninger, M. Becker, A. Eichhorn, W. Schwarz)

Zur Reduktion von systematisch wirkenden Stationseinflüssen bei GNSS-Beobachtungen mittels Stacking im Beobachtungsraum

Vortrag

Andreas Knöpfler, Thomas Fuhrmann, Xiaoguang Luo, Michael Mayer

andreas.knoepfler@kit.edu
Geodätisches Institut, KIT
(Karlsruhe, Deutschland)

Abstract

GNSS-Signale werden auf ihrem Weg von Satellitenantenne zu Empfangseinheit durch unterschiedliche Faktoren beeinflusst. Diese Einflüsse lassen sich in atmosphärische, satelliten- und stationsspezifische Faktoren einteilen. Atmosphärische Einflüsse können durch Modelle, Differenzbildung und Linearkombinationen stark reduziert werden. Satellitenspezifische Einflüsse sind durch die hohe Qualität der in die GNSS-Auswertung eingeführten Produkte internationaler Dienste in Post-Processing-Anwendungen meist vernachlässigbar. Großes Potenzial für die Steigerung der Qualität einer GNSS-Auswertung liegt daher in der Reduktion von stationsspezifischen Fehlereinflüssen. Systematisch wirkende stationsspezifische Einflussfaktoren sind insbesondere Mehrwegeeffekte und Ungenauigkeiten im Antennenmodell. Mehrwegeeffekte entstehen durch Reflexion von GNSS-Signalen und anschließender Überlagerung mit nicht reflektierten Signalen. Bekannte Abweichungen des elektrischen Phasenzentrums vom geometrischen Referenzpunkt einer GNSS-Antenne werden im Rahmen einer GNSS-Auswertung an den Beobachtungen angebracht. Unzureichend modellierte Effekte des tatsächlichen Verhaltens einer Antenne fließen ebenso wie mehrwegelastete Signale i.d.R. unkorrigiert in die GNSS-Ausgleichung ein. Mittels Stackingtechniken können diese Einflussfaktoren detektiert werden. Dabei kann das Stacking im Koordinaten- oder im Beobachtungsraum durchgeführt werden. Zeitliche Stackingtechniken nutzen die Wiederholung der Satellitenkonstellation nach ungefähr einem siderischen Tag (für GPS). Im Gegensatz dazu werden beim räumlichen Stacking die Residuen anhand der Richtung der GNSS-Beobachtung gestapelt. Aus den gestapelten Residuen können Korrekturwerte berechnet werden, die wiederum an den Beobachtungen selbst angebracht werden können und zu einer Reduktion der systematischen stationsspezifischen Einflüsse führen. Am Geodätischen Institut des Karlsruher Instituts für Technologie werden L3-Phasenresiduen aus PPP-Auswertungen zum räumlichen Stacking verwendet. Der entwickelte Stackingansatz und vielversprechende Ergebnisse werden im Rahmen der Präsentation diskutiert. Dabei wird insbesondere auf neu entwickelte Verfahren zur Berechnung gestackter Residuen eingegangen, welche von der meist praktizierten Zuteilung einzelner Residuen zu Zellen fester Größe abweichen und zudem alternative Verfahren der Beobachtungsgewichtung nutzen. Zusätzlich wird der Einfluss einzelner Satelliten auf die Residuen näher untersucht.

Ionosphärische Korrektur von GNSS-Einfrequenzdaten mittels Multilayer Modell

Vortrag

Nina Magnet, Robert Weber

robert.weber@tuwien.ac.at

Department für Geodäsie und Geoinformation, TU-Wien
(Wien, Österreich)

Abstract

Jener Teil der Atmosphäre, welcher eine ausreichend große Dichte an Ionen aufweist, um elektromagnetische Wellen zu beeinflussen, wird Ionosphäre genannt. Die Ionisation hängt hauptsächlich von der Aktivität der Sonne und dem magnetischen Feld der Erde ab, wird also durch elektromagnetische Wellen und Teilchenstrahlung verursacht. Die Ionosphäre stellt ein dispersives Medium dar, Signale werden demnach frequenzabhängig verzögert, die Trägerwellenphasenlage dagegen beschleunigt. Für die Bestimmung der Laufzeitverzögerungen von GNSS-Signalen wird daher mit Zweifrequenzmessungen gearbeitet. Im Fall von Einfrequenzmessungen verwendet man Ionosphärenmodelle, um den Fehler zu korrigieren. Am Department für Geodäsie und Geoinformation der Technischen Universität Wien wurde Rahmen des Projekts GIOMO (next Generation near real-time IOnospheric MOdels) ein regionales Ionosphärenmodell, das Multilayer Modell, entwickelt. Bei diesem Modell wird der TEC mit Hilfe von neun gleichabständigen Schichten h_i berechnet, die alle im Bereich der F2-Schicht der Ionosphäre angelegt sind, da hier das Ionisationsmaximum zu finden ist. Der Elektronengehalt der einzelnen Schichten wird basierend auf einem einfachen, wenige Parameter umfassenden Modell berechnet, das etwa das VTEC Maximum und die Distanz des Nutzers zu diesem berücksichtigt. Das Multilayer Modell wird mit einer zeitlichen Auflösung von einer Stunde aus regionalen GNSS-Stationsdaten berechnet und zielt speziell auf eine regionale Verdichtung globaler Modelle (z.B. IGS Spherical Harmonics Model) ab, wobei die wenigen Parameter auch leicht über einige Stunden prädictiert werden können. Die derzeitige Genauigkeit des Modells liegt bei 1-2 TECU. In dieser Präsentation wird die Positionierungsgenauigkeit innerhalb eines regionalen Einfrequenz-Netzwerkes auf mehrere verschiedene Arten getestet. Es werden die mittels des Multilayer Modells errechneten ionosphärische Korrekturen verschiedenen Referenzmodellen wie dem IGS Spherical Harmonics Modell, dem Nequick-Modell (EGNOS, Galileo) bzw. dem IRI2012 Modell gegenübergestellt.

An evaluation of the IGS real time service based on PPP

Vortrag

Sha Liu, Andrea Stürze

shaliu@psg.tu-darmstadt.de

Technische Universität Darmstadt, Institut für Geodäsie, Fachgebiet Physikalische Geodäsie und
Satellitengeodäsie
(Darmstadt, Deutschland)

Abstract

At April 2013 the International GNSS Service (IGS) launched the real time service (RTS), which provides high accuracy satellite orbit and clock corrections to the broadcast ephemeris in real time. The aim of the IGS RTS is to enable sub-decimeter accuracy real time PPP. The IGS RTS products formatted according to RTCM SSR standard currently consist of three streams: the single epoch GPS combination IGS01/IGC01, the Kalman Filter GPS combination IGS02 and the Kalman Filter GPS+GLONASS combination IGS03. Besides the IGS RTS official service, the correction streams estimated by each individual analysis centers which contribute to the IGS RTS, are transmitted in real time as well. Eight analysis centers produce the GPS RT corrections, 4 of them even generate GLONASS products. The primary objective of this article is to evaluate the real time products offered either by the individual real time analysis centers (BKG, CNES, DLR, ESA/ESOC, GFZ, GMV, NRCAN and Wuhan) or by the IGS RTS. One week 1 Hz high rate observations and the real time products retrieved from Ntrip are used for the test and analysis. Except the latency and outage of the correction streams, the real time GPS only or GPS+GLONASS PPP solutions, convergence time and observation residuals are considered as evaluation factors. In addition, the post-processing PPP using IGS final orbit and high rate clock is used for the comparison. The results of this investigation on the one side validate the accuracy of IGS RT products and on the other side present an overview of the performance of all the available RT corrections, which would benefit all the RT PPP users.

Keywords: IGS RTS, Ntrip, PPP, RTCM SSR

Kollokation auf der Erde und im Weltraum

Vortrag

J. Kodet, Chr. Plötz, K.U. Schreiber, A. Neidhardt

kodet@fs.wettzell.de

TUM - Geodätisches Observatorium Wettzell
(Wettzell, Germany)

Abstract

Das anspruchsvolle Ziel der GGOS Initiative ist die Definition der Stationspositionen mit einer Genauigkeit von 1 mm und den entsprechenden Geschwindigkeiten von 0.1 mm pro Jahr. Fundamentalstationen, wie das Geodätische Observatorium Wettzell, sind für die geforderten Genauigkeiten prädestiniert, da alle relevanten Techniken vorhanden sind. Dies erfordert jedoch ein ganz neues Konzept zur Kontrolle der Räumlichen Verbindungen der Instrumente und deren Zeitbasis. Um die Anforderungen für die geforderten Genauigkeiten zu erfüllen, müssen neue Konzepte zur Kalibration und Überwachung entwickelt werden. Wir arbeiten intensiv an Zwei-Wege-Messverfahren um systematische Fehler innerhalb und zwischen den Instrumenten identifizieren und messen zu können. Das Herz dieser Messtechnik ist ein "Event timing system", mit dem die Zeitbasen mit einer Präzision von unter 1 ps gemessen werden kann. Dafür wird ein neuer VLBI Phasen-Kalibrationsgenerator konstruiert, der kompatibel mit dieser Zwei-Wege-Messtechnik und der VLBI2010 Definition ist. Weitere Aktivitäten sind die Messung von GNSS-Satelliten mit Radioteleskopen. Diese Messung wird für die Kollokation von geodätischen Techniken im Weltraum und auf der Erde genutzt. Der Empfänger des 20 m Radioteleskopes in Wettzell wurde so modifiziert, dass das GNSS L1-Signal gemessen werden kann. Als ersten Schritt wurden Satelliten nur mit dem Wettzeller System beobachtet. Das Ziel war das Signal zu identifizieren, da Radioteleskope nicht gebaut wurden um GNSS Signale aufzuzeichnen. Die Korrelation von einen synthetischen und den aufgezeichneten Signalen des Radioteleskopes war erfolgreich. Zudem wurde im Januar erfolgreich die erste Beobachtung zusammen mit Onsala, und deren Radioteleskop, durchgeführt.

Aus eins mach vier: Zur Rücktransformation von Doppeldifferenzen auf undifferenzierte Beobachtungen

Vortrag

Steffen Schön

schoen@ife.uni-hannover.de
Institut für Erdmessung
(Hannover, Deutschland)

Abstract

Relative GNSS Beobachtungen werden meistens auf Basis von Doppeldifferenzen ausgewertet. Aufgrund der großen Symmetrie der Beobachtungsabweichungen eignet sich dieser Ansatz hervorragend, um ohne Anwendung von Korrekturmodellen effizient die Abweichungen zu reduzieren oder gar zu eliminieren. Zusätzlich werden zeitliche und Räumliche Korrelationen verändert. Da vier undifferenzierte Beobachtung miteinander verknüpft sind, geht dadurch allerdings die Zuordnung der Doppeldifferenz-Beobachtung zu einer besonderen Sichtlinie verloren und die Interpretation gestaltet sich schwierig. Zusätzlich sind Doppeldifferenzresiduen nur eingeschränkt für atmosphärische Studien oder die Zuordnung von Mehrwegeeffekten geeignet, wie dies derzeit aus PPP Residuenkarten einfach möglich ist. In der Literatur werden Verfahren vorgeschlagen, um Doppeldifferenzresiduen auf undifferenzierte Beobachtungen rück zu transformieren. Diese finden zunehmend Anwendung in der Ableitung von Slant tropospheric delays oder der Untersuchung von Mehrwegeeffekten. Da der Doppeldifferenzoperator rangdefekt ist, ist diese Rücktransformation nicht ohne Annahmen möglich und führt zu Informationsverlusten. Im Beitrag werden die Annahmen zur Rücktransformation und damit verbunden Informationsverluste beleuchtet, aber auch die Stärken des Verfahrens herausgearbeitet. Am Beispiel verschiedener simulierter und realer Datensätze wird aufgezeigt, welche Signaturen in undifferenzierten Beobachtungen aus Doppeldifferenzen zurückgewonnen werden können. Es werden Maße für die Güte dieser Signaturen angegeben, um Anhaltspunkte für eine sinnvolle Interpretation zu geben.

Cubature Particle filter applied in a tightly-coupled GPS/INS navigation system

Vortrag

Yingwei Zhao, David Becker

yingwei@psg.tu-darmstadt.de

Fachgebiet Physikalische Geodäsie und Satellitengeodäsie, Institut für Geodäsie, TU Darmstadt
(Darmstadt, Deutschland)

Abstract

Compared with the GPS /INS loosely-coupled navigation system, the tightly-coupled navigation system can still work very well even when the number of the GPS satellites is less than four. However, this kind of navigation system, especially when GPS is integrated with low-cost MEMS INS, is highly nonlinear. The traditional Extended Kalman Filter method solves this problem by using the first-order Taylor term to approximate the nonlinear model assuming a Gaussian distributed noise, which may lead to degraded performance of the system due to the negligence in the higher-order terms of the nonlinear model. The particle filter (PF) is a general Monte Carlo method using a series of particles to represent the probability density function, which can be applied in the nonlinear and non-Gaussian problems. However, because of the curse of the dimensionality existing in the particle filter, the number of the particles will increase greatly as the number of the dimensionality increases. In order to improve the estimation accuracy and reduce the computational burden, a Cubature Particle Filter (CPF) combining the Cubature Kalman Filter (CKF) based on spherical-radial cubature rule with the PF is applied in the GPS/INS tightly-coupled navigation system. The experimental results show that the estimation accuracy of the tightly-coupled system is improved greatly compared to the EKF.

Präzise Positions- und Orientierungsbestimmung eines UAVs in Echtzeit

Vortrag

Christian Eling, Lasse Klingbeil, Markus Wieland, Heiner Kuhlmann

eling@igg.uni-bonn.de

Institut für Geodäsie und Geoinformation, Universität Bonn
(Bonn, Deutschland)

Abstract

Unmanned Aerial Vehicles finden seit einigen Jahren auch in der Geodäsie immer häufiger Anwendung. Unter anderem bei großflächige Bestandsaufnahmen, welche in der Praxis beispielsweise für Mülldeponien oder Kiesgruben durchzuführen sind, haben UAVs aufgrund der Möglichkeit einer schnellen und damit kostengünstigen Vermessung ihre Berechtigung längst gefunden. Sowohl für die Vermessung mit einem UAV, als auch für dessen Navigation ist die Kenntnis über eine präzise Position und Orientierung des Fluggeräts zu jeder Zeit Voraussetzung. In diesem Vortrag wird ein neu entwickeltes direktes Georeferenzierungssystem vorgestellt, das speziell für die Anwendung mit UAVs konzipiert wurde. Als Sensoren werden dabei GPS-Empfänger, eine inertielle Messeinheit sowie Kameras eingesetzt. Aufgrund der Kinematik des UAVs spielt die Echtzeitfähigkeit des Systems eine wichtige Rolle. Die Positions- und Orientierungsbestimmung erfolgt daher auf einem Echtzeitrechensystem, welches einen FPGA und einen ARM-Prozessor über einen Direct Memory Access miteinander verknüpft. Erste Ergebnisse der eigens entwickelten RTK-GPS Software sowie der Algorithmen zur 3D-Orientierungsbestimmung werden präsentiert.

Orientierungsbestimmung mobiler Objekte unter Verwendung von Magnet- und MEMS Inertialsensoren

Vortrag

Florian Zimmermann, Christian Eling, Lasse Klingbeil, Heiner Kuhlmann

mail.fzimmermann@web.de

Universität Bonn - Institut für Geodäsie und Geoinformation
(Bonn, Deutschland)

Abstract

MEMS Sensoren werden für die Orientierungsbestimmung bewegter Objekte immer häufiger verwendet. Grund dafür ist ihr kostengünstiger Preis sowie ihr geringes Gewicht. Daher spielt beispielsweise speziell in der Navigation von UAVs die Kombination von Magnet- und MEMS Inertialsensoren eine wichtige Rolle. In diesem Vortrag soll ein neu entwickeltes System zur Orientierungsbestimmung mobiler Objekte vorgestellt werden. Hierzu werden Daten einer low-cost Inertialmesseinheit vom Typ ADIS 16488 bestehend aus Gyroskopen, Akzelerometern und Magnetfeldsensoren verwendet. Die Orientierungsbestimmung erfolgt auf Grund der nichtlinearen Zusammenhänge innerhalb eines Extended Kalman Filters auf Basis von Quaternionen. Zusätzlich wird eine adaptive Schätzung des Bias der Gyroskope und der translatorischen Beschleunigung des Objekts vorgenommen. Der Gyro-Bias wird dabei als Random-Walk-Prozess und die translatorische Beschleunigung als Gauß-Markov-Prozess modelliert. Während die Daten der Akzelerometer und Magnetsensoren als Beobachtung dienen, fließen die um den Bias korrigierten Drehraten als Stellgrößen in die Prädiktion des Filters ein. Wichtig für die Verwendung von Magnetfeldmessungen ist eine Kalibrierung des Magnetfeldsensors, da die Messwerte durch verschiedene Einflüsse wie umliegende metallische Gegenstände oder fließende Ströme verfälscht werden. Das Messmodell des Kalman Filters bildet die Transformation des globalen Gravitations- und Magnetfeldvektors in das lokale System mit der aus der prädizierten Quaternion abgeleiteten Direct-Cosine-Matrix. In mehreren kinematischen Tests wurde die erreichbare Genauigkeit des Systems überprüft. Als Referenz diente dazu ein GPS-Multiantennensystem. Es hat sich gezeigt, dass die maximalen Abweichungen ein bis zwei Grad nicht überschreiten. In weiteren Entwicklungen soll diese Lösung der schnelleren Fixierung der Mehrdeutigkeiten einer GPS-Basislinie dienen, welche neben photogrammetrischen Ansätzen zur Optimierung der Orientierungsbestimmung in das System integriert werden soll.

GNSS-basierte Bestimmung der Gletscherdynamik zur Erforschung von Glacial Lake Outburst Floods (GLOFs)

Vortrag

Geo Boffi, Andreas Wieser

geo.boffi@geod.baug.ethz.ch

Institut für Geodäsie und Photogrammetrie ETH Zürich
(Zürich, Schweiz)

Abstract

Im Rahmen des Projekts GlacioBurst wird die Charakteristik von Glacial Lake Outburst Floods (GLOF) am A.P.Olsen Gletscher (NO Grönland) von einem interdisziplinären Team untersucht. Wir entwickeln im Zuge dieses Projekts Algorithmen zur hochpräzisen kinematischen Bestimmung von Gletscherfliessgeschwindigkeiten, Hebungen und zeitlichen Änderungen des Spannungsfeldes aus kontinuierlichen Messdaten mehrerer kostengünstiger Einfrequenz-GPS-Empfänger und -Antennen. Die Auswertung der GNSS-Rohdaten erfolgt mit Hilfe eines Extendierten Kalman Filters im differentiellen Netzwerkmodus durch eine eigene MATLAB-basierte Post-processing Software. Aufgrund der geringen Dynamik, der erheblichen Höhendifferenzen innerhalb des Netzes und der hohen Rauschkomponenten wird eine angepasste dynamische Modellierung des Systems benötigt. Wir stellen in diesem Beitrag die wesentlichen Algorithmen vor und zeigen Auswertergebnisse aus dem bereits seit April 2012 betriebenen GPS-Netz. Derzeit umfasst es fünf Stationen in der Nähe des Gletscherdamms und eine Referenzstation auf der Moräne. Die low-cost Empfänger und Antennen haben sich in der rauen Umgebung bewährt. Während des Ausbruchs treten Fließgeschwindigkeiten bis 6 cm/Tag in der Lage und ebenso große Ablationsraten in der Höhenkomponente auf. In den letzten Tagen vor dem Ausbruch tritt eine Hebung von 5 cm auf, die sich kurz nach dem Ausbruch wieder abbaut. Diese Anomalie in der Gletscherdynamik zeigt sich in den Lagekomponenten der Bewegung mit der gleichen Grössenordnung.

Analyse von räumlichen Punktverteilungen beim Laserscanning zur Verbesserung der Parameterschätzung deformierter Flächen

Vortrag

Christoph Holst, Heiner Kuhlmann

c.holst@igg.uni-bonn.de
Universität Bonn
(Bonn, Deutschland)

Abstract

Eine Anwendung terrestrischer Laserscanner ist die Ableitung geometrischer Primitive, z.B. Flächen, aus gescannten Punktwolken. Aufgrund des Scanvorgangs weist die Punktwolke eine inhomogene Punktverteilung und Punktdichte auf, abhängig von der Messdistanz und dem Auftreffwinkel. Im vorliegenden Beitrag wird der Einfluss der Punktverteilung auf die Parameterschätzung deformierter Oberflächen untersucht. Es ist ein Zusammenhang zwischen Lage der lokalen Deformation und der in diesem Bereich vorliegenden Punktdichte festzustellen. Mit Hilfe von Methoden der Ausgleichsrechnung (Redundanzanteile) wird dieser Sachverhalt analysiert. Ferner werden Methoden zur Optimierung der Punktwolke aufgezeigt, um den Einfluss der Punktverteilung auf die Parameterschätzung deformierter Flächen zu minimieren. Sowohl die Analyse der Punktverteilung als auch deren Optimierung liefern einen Beitrag zur Genauigkeitssteigerung bei der Approximation deformierter Flächen.

Rutschhangmonitoring mit Laserscanning und Radarinterferometrie

Vortrag

Sebastian Tilch, Klemens Lagler, Pascal Theiler, Andreas Wieser

sebastian.tilch@geod.baug.ethz.ch

Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, ETH Zürich
(Zürich, Schweiz)

Abstract

Im Kanton Obwalden in der Schweiz ist ein landwirtschaftlich genutzter Hang mit einer Gesamtfläche von ca. 30 ha ins Rutschen geraten und bewegt sich seit Anfang 2013 mit bis zu 20 cm pro Tag. Im Rahmen eines Projekts mit Studierenden wird der Hang simultan mit den klassischen geodätischen Methoden auch mit Long Range Laserscanning und Ground Based Radar beobachtet. Für das Laserscanning wird ein Riegl VZ4000 eingesetzt, um einen Teil des Gebiets (ca. $200 \times 300 \text{ m}^2$) von drei Standpunkten aus mit einer Auflösung von 5 cm in 100 m Distanz aufzunehmen. Die Registrierung der einzelnen Scans erfolgt in 2 Schritten: Die Scannerstandpunkte werden mittels kurzzeit-statischem GNSS im übergeordneten schweizerischen Ländersystem bestimmt. In Kombination mit dem Scanner-internen Kompass lassen sich die Punktwolken grob orientieren. Die Feinregistrierung wird mit einem Iterative Closest Point-Algorithmus erreicht. Vegetation und Artefakte in den Punktwolken werden mit Hilfe der Full-Waveform Messdaten herausgefiltert. Die Deformationsanalyse basiert auf dem Vergleich der für jede Epoche separat abgeleiteten Digitalen Geländemodelle. Im Talboden wird das Radarsystem IBIS-L installiert, um den gesamten Rutschhang zu überwachen. Hierbei werden, abhängig von der Distanz zum Messgebiet (2 - 3.5 km), der Meteorologie und der Beeinflussung durch Vegetation, Verschiebungen mit einer Genauigkeit von besser als 1 mm erfasst. Um Ziele mit ausreichender Kohärenz zu garantieren werden zusätzlich Corner-Cube-Reflektoren im bewegten Hang installiert. Unter Berücksichtigung der Bewegungsraten und der maximal eindeutig auflösbaren Verschiebung von 4.4 cm zwischen zwei Radaraufnahmen, wird das Messintervall auf 12 Minuten festgelegt. Die Messungen werden kontinuierlich über einen Zeitraum von 12 Tagen durchgeführt. Auch der Radarstandpunkt und die Reflektorstandpunkte werden mit Hilfe von GNSS-Messungen in das übergeordnete Koordinatensystem transformiert, sodass eine punktuelle Validierung und der Vergleich der Resultate mit denen der anderen Methoden möglich sind. Im Rahmen des Vortrags präsentieren und interpretieren wir die Ergebnisse der beiden Messverfahren.

GNSS Reflectometry, an Innovative Remote Sensing Tool

Poster

J. Beckheinrich, S. Schön, G. Beyerle, H. Apel, M. Semmling, J. Wickert, H. Schuh

jamila.beckheinrich@gfz-potsdam.de
GFZ German Research Centre for Geosciences
(Potsdam, Deutschland)

Abstract

In the last years severe environmental changes in the Mekong Delta were registered. Extreme flood events occur more frequently, drinking water availability is decreasing, and first signs of soil salinization and acidification were observed. The goal of the German-Vietnamese research and education project WISDOM (Water related Information System for the sustainable Development Of the Mekong delta) is to build an information system to support and assist the decision of authorities for an optimized management of land and water resources. Observational data are an essential component of this new Information System. Therefore, part of WISDOM is the application of the innovative GNSS Reflectometry (GNSS-R) technique for precise water level monitoring. Conventional satellite based altimetric remote sensing offers water level measurements with high accuracy but typically with insufficient spatio-temporal resolution. Water gauging instruments offer a high temporal resolution but only for a single location. GNSS-R could be used as a complement of these two methods. GNSS-R uses the property that the GNSS L-band signals show a high reflectivity for surfaces like water, ice or wet soil. This can be used to derive altimetric information. In principle two different GNSS-R altimetry methods exist, either based on the code or on the carrier phase. As the phase observations provide more accurate results, a new generation of GORS (GNSS Occultation, Reflectometry and Scatterometry) receiver was developed in collaboration with JAVAD. This four front-end GNSS receiver can record simultaneously the in- and quadrature-phase component of the reflected and direct signals. In March 2012, a measurement campaign was conducted in Can Tho City in Vietnam. Several reflection traces on the 150 m wide Can Tho River section have been recorded using two antennas. To analyze the geometrical impact of the antennas on the quality and quantity of the recorded phase observations, two different antenna heights were used. After a short overview on the mathematical principle behind GNSS-R we will illustrate the used experimental setup. Results of the data analysis and pre-processing including first results of water level derivation using a Kalman filter approach will be outlined.

Evaluierung verschiedener GPS Empfänger mit hoher Messrate bei unterschiedlich starken Beschleunigungen

Poster

Christian Bischof, Steffen Schön

bischof@ife.uni-hannover.de

Institut für Erdmessung, Leibniz Universität Hannover
(Hannover, Deutschland)

Abstract

Durch die Verfügbarkeit von GPS Empfängern mit hohen Messraten (bis zu 100Hz) sind in den letzten Jahren einige wissenschaftliche Anwendungen dafür entstanden. Beispielsweise sind Seismologen an der absoluten, zeitlich hoch-aufgelösten Positionsänderung von Erdbebengebieten interessiert oder die absoluten Bewegungen von Brücken oder Hochhäusern durch Wind, Erdbeben oder andere Einflüsse sind für Bauingenieure von Interesse. Oft treten bei diesen Anwendungen hohe Beschleunigungen auf. Um trotz den hohen Beschleunigungen eine gute Position bestimmen zu können ist eine geeignete Wahl der Tracking Loop Parameter (vor allem Phase Locked Loop, PLL) in den GPS Empfängern nötig. Dieser Beitrag untersucht zum einen die statistische Unabhängigkeit von statischen 100Hz Null-Basislinien Messungen in Abhängigkeit der PLL Bandbreite. Daraus können erweiterte stochastische Modelle abgeleitet werden. Des Weiteren werden die Fehleranteile einer bewegten Antenne auf einer kurzen Basislinie einerseits abhängig von unterschiedlichen PLL Einstellungen, sowie andererseits auf Grund verschieden starker dynamischer Belastungen getrennt quantifiziert. Dazu wurden Messungen auf einem Schwingungserreger mit Frequenzen von 1, 2 und 3 Hz und vertikalen Amplituden von ca. 3cm mit einem Javad Delta, einem Septentrio AsteRX3 und einem Novatel DL-V3 durchgeführt. Die resultierenden dynamischen Fehleranteile können in eine systematische Latenzzeit, einen systematischen Amplitudenfehler, sowie dynamische Mehrwegeeffekte und dynamischen PLL jitter eingeteilt werden. Um diese Fehler detektieren zu können werden mit GPS-Zeit synchronisierte IMU-Beschleunigungen herangezogen und zweifach integriert.

IGS Antex Update - Kalibrierung einer ASH701073.1 Antenne am IfE

Poster

Tobias Kersten, Steffen Schön

kersten@ife.uni-hannover.de

Institut für Erdmessung, Leibniz Universität Hannover
(Hannover, Deutschland)

Abstract

Der International GNSS Service (IGS) verfügt mit aktuell 427 partizipierenden Stationen über ein qualitativ sehr hochwertiges, globales wissenschaftliches Netzwerk. Diese Qualität ist jedoch maßgeblich von den zur Verfügung stehenden Antennenkorrekturen abhängig. Derzeit sind nur 77% der im IGS Netzwerk vorhandenen Antennen absolut kalibriert. Dem gegenüber stehen 7% aus relativen Kalibrierwerten transformierten und 16% unkalibrierte Antennen/Radom Kombinationen. Allein die Berücksichtigung einer korrekten Antennenuntergruppe kann eine Verbesserung der Stationskoordinate in Höhenkomponente der von bis zu 20 mm herbeiführen. In diesem Beitrag stellen die Autoren die am Institut für Erdmessung (IfE) erhobenen Kalibrierwerte, die für eine im IGS Netzwerk zwar verwendete, bisher aber noch nicht kalibrierte Ashtech Antenne ASH701073.1 vor. Die Antenne unterstützt den sowohl den Empfang von GPS als auch von GLO-NASS Signalen, für die nun im neuen ANTEX igs08.atx Format auch konsistent in das Netzwerk transferiert werden können. Die Antenne und ein SNOW Radom, bereitgestellt durch das Bundesamt für Geodäsie und Kartographie (BKG), konnte zusammen mit einem weiteren, sehr verbreiteten SCIS Radom, bereitgestellt durch die Norwegische Landesvermessung, erfolgreich am IfE mit ausreichender Konsistenz kalibriert werden. Hiermit stehen dem IGS nun Kalibrierungen für 2 Systeme in 3 Kombinationen für insgesamt 4 Frequenzen zur Verfügung. Es wird erwartet, dass durch Reprozessierung lokale Sprünge in den Stationskoordinatenreihen bereinigt und die Integrität des globalen Netzes gesteigert werden kann. Der Beitrag beschreibt die Herausforderungen bei der Kalibrierung älterer Antennentypen. Die erzielten Genauigkeiten und Variationen zwischen einzelnen PCV Lösungen werden zusammengestellt und diskutiert.

5. GGOS (Global Geodetic Observing System)

(J. Böhm, D. Thaller, D. Dettmering, J. Müller, F. Seitz)

River discharge from ungauged catchments by least-squares prediction

Vortrag

Nico Sneeuw, Robin Thor, Mohammad Tourian

sneeuw@gis.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart, Geodätisches Institut
(Stuttgart, Deutschland)

Abstract

The discharge of a drainage basin is a fundamental variable in hydrological studies. Despite its importance the availability of in situ discharge measurements, represented in the Global Runoff Data Centre's database, has continually been dwindling over the past years. The current study tries to take up this challenge by applying least-squares prediction. We use the spatial correlations between in situ discharge measurements, for periods of time when such measurements are available, to predict values for ungauged catchments. "Ungauged" here means that discharge measurements are either temporarily interrupted or have been terminated altogether. The underlying assumption of our study is that the discharge from any given catchment is statistically correlated with the discharge of all other catchments. The required covariance matrices are created by 3 different approaches: (1) directly at the signal level, (2) after the reduction of the long-term mean, and (3) after reduction of the monthly mean. All approaches provide viable results, although the prediction based on covariance matrices out of monthly outperforms the other methods. We assess the results by computing the Nash-Sutcliffe efficiency coefficient. For those ungauged catchments with good spatial coverage of (neighbouring) discharge measurements the best prediction method in this study typically yields a Nash-Sutcliffe coefficient above 0.75. For most other catchments this value is still at the 0.5 level. Beyond being hydrologically meaningful the least-squares prediction approach is very attractive, since it is solely based on the existing discharge data material without having to resort to hydrological modelling or alternative sensors.

Lake level variations from satellite radar altimetry with retracking of multiple sub-waveforms

Vortrag

Shirzad Roohi, Nico Sneeuw

shirzad.roohi@gis.uni-stuttgart.de
Stuttgart Universität - Geodätisches Institut
(Stuttgart, Deutschland)

Abstract

The quality of water level measurements from satellite altimetry data is dependent on the waveform retracking techniques. Contemporary on-board range trackers are not working well over non-open ocean surfaces such as lakes, i.e. they can not measure water level precisely specially in the area close to lake shorelines. In these areas there are different reflecting surfaces within a footprint of radar. Due to the complex nature of reflecting surfaces close to shorelines real waveforms are being contaminated with returned signal from non-water bodies and deviate from the predesigned waveform. Therefore a waveform may have several leading edges but only one of them corresponds with the nadir point. So we need to retrack these sub-waveforms to determine precise range and consequently precise water level. In this research we process level 2 Sensor Geophysical Data Record (SGDR) of the Envisat altimetry and extract multiple sub-waveforms included in 18 Hz waveform data for Urmia lake. Based on retracking gates of sub-waveforms, retracked range corrections are computed and added to the ranges obtained from Geophysical Data Record (GDR). In this study we assess how much the sub-waveform retracking technique can improve the precision of water level measurements. We validate the results of sub-waveform retracking against those obtained from on-board tracker and in-situ gauge measurements.

Retracking von Altimeterdaten über Inlandgewässern

Vortrag

Bernd Uebbing, Jürgen Kusche, Ehsan Forootan

s6beuebb@uni-bonn.de

Institut für Geodäsie und Geoinformation, Rheinische Friedrich Wilhelms Universität Bonn
(Bonn, Deutschland)

Abstract

Radaraltimeter liefern seit einigen Jahrzehnten Informationen über den Meeresspiegel über den Ozeanen, jedoch wird in den letzten Jahren versucht diese Messungen auch für Landwasserflächen nutzbar zu machen. In dieser Arbeit wird die Eignung von verschiedenen Retracking-Algorithmen für die Überwachung des Wasserstandes von Seen und Flüssen anhand vorhandener Zeitreihen von in-situ Pegelmessungen untersucht. Über dem Ozean entsprechen die Wellenformen der Brown'schen Theorie (Brown, (1977)), welche über Flüssen und Seen durch den Einfluss von Land im Altimeterfootprint gestört wird und in der Regel zur Bestimmung von nicht korrekten Parametern führt. Deshalb wird versucht durch Retracking, also Neuprozessierung der Wellenformen, mittels verschiedener Techniken, Parameter wie den Nadirabstand zum momentanen mittleren Meeresspiegel, die Signifikante Wellenhöhe oder Informationen über den „backscatter coefficient“ neu zu bestimmen. In dieser Arbeit wird eine Matlab-Toolbox zur Verarbeitung von Altimeterdaten (Topex/Poseidon, Jason-1, Jason-2 und Envisat) über Ozean und Landwasserflächen aufgebaut. Dazu werden die implementierten Retracking-Algorithmen am Beispiel des Volta-Sees (Ghana) getestet. So lassen sich Qualitätsaussagen über die verwendeten Algorithmen ableiten. Zielsetzung ist, die so gewonnenen Ergebnisse später auf Flüsse und Seen, die nicht über in-situ Pegelmessungen verfügen zu übertragen. Weiterhin sollen die mit den Wasserstandsänderungen einhergehenden Massenänderungen im Zusammenhang mit ihrer Auswirkungen auf die Bestimmung des Schwerefeldes untersucht werden. Als Resultat lässt sich feststellen, dass Standardretrackingalgorithmen über Landgewässern aufgrund der deutlichen Störungen der Wellenformen durch Landeinfluss ungeeignet sind. Besser Ergebnisse werden durch Verwendung von Eisretrackern oder durch eine Erweiterung der Brown'schen Theorie durch Peaks erhalten. Die so erhaltenen Wasserstandsänderungen passen gut zu den Änderungen der in-situ Pegelmessungen.

Das VLBI Global Observing System (VGOS) - Ein Bestandteil des Global Geodetic Observing System (GGOS)

Vortrag

Axel Nothnagel

nothnagel@uni-bonn.de

Institut für Geodäsie und Geoinformation

(Bonn, Deutschland)

Abstract

Der Internationale VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IVS) verfügt bereits viele Jahre über eine globale Infrastruktur für die Durchführung von VLBI-Beobachtungen. Ein Großteil der regelmäßig durchgeführten Beobachtungssessionen dient primär der Bestimmung von Erdorientierungsparametern, allerdings sind die Beobachtungsdaten auch immer für die Bestimmung von Teleskopkoordinaten und damit für die Pflege des terrestrischen Referenzrahmens verwendbar. Institutionen im deutschsprachigen Raum haben einen maßgeblichen Anteil an den weltweiten Aktivitäten. In diesem Vortrag sollen die Beiträge des IVS und der beteiligten Institutionen im Kontext von GGOS vorgestellt werden.

Ray-traced Delays in der Atmosphäre für geodätische VLBI

Vortrag

Armin Hofmeister, Vahab Nafisi, Iran Johannes Böhm

armin.hofmeister@tuwien.ac.at
Technische Universität Wien
(Wien, Österreich)

Abstract

Die Modellierung der troposphärischen Laufzeitverzögerungen (Delays) ist eine der Hauptfehlerquellen in der Auswertung geodätischer Weltraumverfahren wie der Very Long Baseline Interferometry (VLBI) oder den Global Navigation Satellite Systems (GNSS). Mit der stetigen Verbesserung der numerischen Wettermodelle wird eine direkte Berechnung der troposphärischen Delays mittels Strahlverfolgung in der Atmosphäre immer praktikabler. In Bezug auf Genauigkeit können bereits vergleichbare Ergebnisse zur momentan standardmäßig eingesetzten Berechnung über Projektionsfunktionen erzielt werden. In dieser Präsentation soll das Projekt RADIATE VLBI (Ray-traced Delays in the Atmosphere for geodetic VLBI) vorgestellt werden, in dem für alle geodätischen VLBI-Beobachtungen seit 1979 (5 Mio.) die troposphärischen Delays mittels Strahlverfolgung berechnet werden sollen. Um die dafür notwendigen Daten über den Zustand der Atmosphäre in Raum und Zeit zu erhalten, werden die numerischen Wettermodelle des European Centre for Medium-range Weather Forecasts (ECMWF) verwendet. Durch die Einbindung der Resultate aus der Strahlverfolgung in die VLBI-Analyse werden verbesserte Lösungen für den terrestrischen (TRF) und den himmelfesten Referenzrahmen (CRF) sowie die Erdorientierungsparameter (EOP) erwartet. Ein weiterer Aspekt des Projekts ist die Verwendung der Ergebnisse aus der Strahlverfolgung zur Bestimmung neuer und verbesserter Modelle, die auch für andere geodätischen Weltraumverfahren eingesetzt werden können. Schließlich soll im Projekt RADIATE VLBI die Anwendung der Strahlverfolgung auch für (nahe) Echtzeit-Anwendungen wie den Intensive Sessions des International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IVS) überprüft werden. Die dafür benötigten Daten werden meteorologischen Vorhersagen entnommen, wodurch die Ergebnisse für die troposphärischen Delays aus der Strahlverfolgung dann in Echtzeit zur Verfügung stehen.

Untersuchung der Sonnenkorona mit VLBI

Vortrag

Benedikt Soja, Robert Heinkelmann, Harald Schuh

benedikt.soja@gfz-potsdam.de

Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ)
(Potsdam, Deutschland)

Abstract

Die Sonnenkorona besteht aus vollionisiertem Plasma, das für elektromagnetische Wellen dispersiv ist. Daher sind die Gruppenlaufzeiten von Beobachtungen nahe der Sonne im Radiowellenspektrum aufgrund der Sonnenkorona verzögert. Der Effekt hängt von der Elektronendichte ab, die wiederum durch Auswertung von Zwei-Frequenz-Beobachtungen abgeleitet werden kann. Für diese Studie wurden zum ersten Mal Modelle der Elektronendichte aus Very Long Baseline Interferometry (VLBI) Daten bestimmt. Verwendet wurden die Beobachtungsdaten von zwölf ganztägigen IVS (International VLBI Service for Geodesy and Astrometry) R&D Experimenten in den Jahren 2011 und 2012; bis jetzt die einzigen Sessions seit 2002, die Beobachtungen zu Radioquellen näher als 15 Grad zum Heliozentrum enthalten. Die größte Herausforderung in der Auswertung ist die Trennung der dispersiven Effekte der Sonnenkorona und der Erdionosphäre. Die Trennung kann zum einen durch die unterschiedliche Geometrie der Modelle der Erdionosphäre und der Sonnenkorona in einer Kleinste-Quadrate-Ausgleichung, die sowohl sonnennahe als auch sonnenferne Beobachtungen enthält, geschehen. Die Parameter der Sonnenkorona und der Ionosphäre werden dabei gleichzeitig zusammen mit dispersiven Laufzeitverzögerungen, die im Instrumentarium entstehen, geschätzt. Zum anderen kann der Einfluss der Ionosphäre aus externen Informationen ermittelt werden. Dazu werden die ionosphärischen Laufzeitverzögerungen mithilfe globaler Ionosphärenkarten, die zur Zeit hauptsächlich aus GNSS-Daten abgeleitet werden, berechnet und von den dispersiven VLBI-Verzögerungen abgezogen. Aus den residualen Verzögerungen können dann direkt die Parameter der Elektronendichte der Sonnenkorona bestimmt werden. Beide Ansätze haben Vor- und Nachteile: Die gemeinsame Schätzung ermöglicht eine höhere zeitliche Auflösung und Präzision der Parameter, während die Einbeziehung von externen GNSS-Daten unabhängig von Korrelationen zwischen den geschätzten Parametergruppen ist. Die Elektronendichtemodelle, die sich aus beiden Ansätzen ergeben, werden sowohl untereinander als auch mit Daten verglichen, die auf die Sonnenaktivität zurückzuführen sind: Zeitreihen der Sonnenfleckenzahlen und des solaren Radioflussindex. Lokale solare Phänomene wie Flares oder Massenauswürfe wirken sich zusätzlich auf die Messungen aus. Die Ergebnisse werden schließlich durch Modelle der Elektronendichte, die aus Beobachtungen von Weltraumsonden abgeleitet wurden, extern validiert.

SLR-based orbit determination and orbit prediction of space debris objects

Vortrag

Harald Wirnsberger, Oliver Baur, Georg Kirchner

harald.wirnsberger@oeaw.ac.at

Österreichische Akademie der Wissenschaften (ÖAW); Institut für Weltraumforschung (IWF)
(Graz, Österreich)

Abstract

Almost 50 years of space activity caused an increasing number of space debris objects, including rocket bodies, upper stage engines, decommissioned satellites, and fragmentation due to break-ups, explosions, collisions, etc. The reliable and accurate orbit determination, respectively orbit prediction, of debris objects is of crucial importance for any effort towards debris collision avoidance. Currently, this task is performed by space surveillance networks using ground-based radar tracking and passive optical tracking with telescopes. These methods, however, are characterized by low accuracy, ranging from several hundreds of meters to several kilometers for low-Earth-orbiting objects. Since observatories (for instance, the station Lustbühel in Graz) successfully demonstrated laser ranging to space debris objects, the capability to improve debris surveillance arises. In this contribution we present methods, potential and obstacles related to orbit determination and orbit prediction of space debris objects based on SLR measurements. The investigations pay special attention on the defunct ENVISAT satellite.

Ableitung von Krustendeformationen aus Simulationen von Oberflächenwasser-Variationen mit globalen Abflussmodellen: Auswirkungen von Lagegeneralisierungen innerhalb des Flußnetzwerkes

Vortrag

Markus Kopelke, Robert Dill, Henryk Dobslaw

kopelke@gfz-potsdam.de
TU Dresden
(Dresden, Deutschland)

Abstract

Zeitvariable, nicht-gezeiteninduzierte Massenauflasten der Atmosphäre, des Ozeans und des kontinental gespeicherten Wassers führen zu elastischen Krustendeformationen von bis zu 30 mm mit sub-täglichen bis hin zu saisonalen Perioden. Die daraus resultierenden Positionsverschiebungen von Beobachtungsstationen der geodätischen Raumverfahren wirken sich nachweislich negativ auf die Genauigkeit geodätischer Netze aus: mit Blick auf die im Rahmen von GGOS angestrebten Genauigkeiten ist mittelfristig eine Korrektur derartiger Effekte auf Beobachtungsebene anzustreben. Globale Simulationsmodelle des kontinentalen Wasserkreislaufes wie das LSDM (Dill, 2008) liefern zeitliche Variationen des terrestrisch gespeicherten Wassers mit üblicherweise täglichem Sampling und räumlicher Auflösung von 0.5° . Generalisierungserfordernisse des auf dieses räumliche Gitter abgebildeten Flussnetzwerkes implizieren Positionsfehler der im Gerinne transportierten Massen, welche in Extremfällen mehr als eine Gitterzelle betragen können. Mit Hilfe von räumlich hochauflösenden Flussnetzwerk- und Abflussakkumulations-Datensätzen wird in diesem Beitrag am Beispiel der Amazonas-Region gezeigt, wie eine objektive und automatisierbare Zuordnung der in den Oberflächengewässern simulierten Wassermengen zu lagegenauen Gerinnepositionen möglich ist, um so realistische Krustendeformationen für geodätische Beobachtungsstationen auch in Ufernähe großer Flüsse berechnen zu können.

Retracking und Validierung von pulse-limited und SAR Altimeterdaten im Küstenbereich und in Binnengewässern

Vortrag

C. Buchhaupt, L. Fenoglio-Marc, M. Becker

buchhaupt@psg.tu-darmstadt.de

Institut für Geodäsie, Fachgebiet Physikalische- und Satellitengeodäsie, Technische Universität Darmstadt
(Darmstadt, Deutschland)

Abstract

Die Nutzung von Altimeterdaten war bis vor kurzem auf Bereiche außerhalb von etwa 10-30 km vor der Küste beschränkt. In größerer Küstennähe kann es aufgrund der wechselnden Land- und Ozeancharakteristiken zu Störungen des empfangenen Radarsignals mit daraus resultierenden Fehlern in der Bestimmung des Meeresspiegels kommen. Verbesserte Analysetechniken der Radarechos ('Re-Tracking') und neue Missionen mit neuartigen Radarsensoren mit synthetischer Apertur (SAR) erlauben es, die Altimeterbeobachtungen auch in Küstenbereichen und Binnengewässern nutzen zu können. Die Altimeterwellenformen werden klassifiziert und anhand der Klassifizierung mit verschiedenen Methoden retracked. Die verbesserte Wasserhöhe und zusätzliche Parameter (z.B. signifikante Wellenhöhe) werden für jeden Retracker geschätzt. Eine Validierung und Einschätzung der verbesserten Daten wird im Vergleich mit den Standard Level 2 Daten der ESA und mit in-situ Daten in zwei Gebieten durchgeführt. Als Beispiel für den Küstenbereich die deutsche Nordseeküste und der Mekong als Beispiel für Binnengewässer. Der Vortrag zeigt die Ergebnisse und ihre Bewertung auf Basis von statistischen Untersuchungen.

Internationale Forschergruppe BanD-AID Bangladesh Delta: Assessment of the Causes of Sea-level Rise Hazards and Integrated Development of Predictive Modeling Towards Mitigation and Adaptation

Vortrag

J. Kusche, R. Rietbroek

kusche@uni-bonn.de

Institut für Geodäsie und Geoinformation, Universität Bonn
(Bonn, Deutschland)

Abstract

Im Rahmen des “Belmont Forum and G8 Research Councils Initiative on Multilateral Research Funding” werden derzeit 13 internationale Forschergruppen zu den Themen “Freshwater Security“ und Coastal Vulnerability eingerichtet, die Natur- und Sozialwissenschaften zusammenführen. Das IGG der Universität Bonn wird, gemeinsam mit Kollegen aus den USA, Frankreich, Deutschland, Australien und Bangladesch, an einer Forschergruppe zum Thema “Bangladesh Delta: Assessment of the Causes of Sea-level Rise Hazards and Integrated Development of Predictive Modeling Towards Mitigation and Adaptation (BanD-AID)“ partizipieren. Darin sollen u.A. die Ursachen der relativen Meeresspiegeländerungen in der Bengalischen See sowie im Ganges-Brahmaputra-Delta in einem Multisensor-Ansatz untersucht werden. Im Vortrag wird die Ausgangssituation, der Ansatz der Forschergruppe, sowie erste Vorarbeiten dargestellt werden.

Die neue VLBI Arbeitsgruppe am GFZ Potsdam - wissenschaftliche Zielsetzung

Poster

Benedikt Soja, Robert Heinkelmann, Maria Karbon, Tobias Nilsson, Virginia Raposo Pulido, Harald Schuh

benedikt.soja@gfz-potsdam.de

Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ)
(Potsdam, Deutschland)

Abstract

Seit November 2012 existiert die neugegründete VLBI (Very Long Baseline Interferometry) Arbeitsgruppe am Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ), die sich speziell der Thematik "Anwendungen der VLBI im Weltraum" und ihren verschiedenen Problemstellungen widmet. Mit der VLBI können alle fünf Erdorientierungsparameter (EOP) gemessen werden, die für die Transformation zwischen dem erdfesten (TRF) und dem himmelfesten Referenzrahmen (CRF) benötigt werden, wobei VLBI das einzige geodätische Weltraumverfahren ist, das die Bestimmung von Präzession/Nutation und Weltzeit (UT1) über längere Zeiträume erlaubt. Der Forschungsschwerpunkt der VLBI-Gruppe am GFZ liegt auf der Beobachtung von künstlichen Radioquellen wie Satelliten oder Raumsonden mit VLBI-Radioteleskopen. Dies erfordert technische sowie modellseitige Anpassungen und Erweiterungen. Die abwechselnde Beobachtung von GNSS Satelliten und extragalaktischen Radioquellen ermöglicht die Verknüpfung von GNSS und VLBI zusätzlich zu den Kollokationsstationen auf der Erde. Durch Mikrosatelliten, wie etwa dem GRASP-Vorschlag der NASA oder der Nano-X Studie, die am GFZ erarbeitet wurde, können mehrere der Weltraumverfahren (GNSS, VLBI, SLR und ggf. DORIS) auf ein und demselben Träger im Orbit verknüpft werden. Dadurch können die unterschiedlichen Himmelsreferenzrahmen, dynamische wie kinematische, durch neue Beobachtungen direkt in Verbindung gebracht werden. Mit diesen Ansätzen können die geodätischen Weltraumverfahren hinsichtlich ihrer absoluten Genauigkeit überprüft und insbesondere systematische Fehler vermieden bzw. reduziert werden. Bei abwechselnder Beobachtung von Quasaren und Raumsonden können durch spezielle Verfahren wie der differentiellen VLBI (D-VLBI) bei der relativen Bahnbestimmung wesentliche Fehlereinflüsse eliminiert werden. Um diese komplexen wissenschaftlichen Ziele zu erreichen, muss die "klassische" VLBI mit ihren Verfahren, Ansätzen, und Produkten beherrscht werden. Die VLBI-Gruppe am GFZ ist daher seit Dezember 2012 ein assoziiertes Analysezentrum des Internationalen VLBI Dienstes für Geodäsie und Astrometrie (IVS) und trägt zu dessen Produkten bei. Die Vienna VLBI Software (VieVS) wird für die Auswertungen verwendet und zusammen mit der VLBI Gruppe an der TU Wien weiterentwickelt. Am GFZ Potsdam wird z.B. eine Kalman Filter Lösung in der Software implementiert.

6. Theoretische Geodäsie

(W.-D. Schuh, M. Schmidt, B. Heck, W. Freeden, N. Sneeuw)

Approximation flächenhaft harmonischer Funktionen mittels bikubisch finiter Elemente

Vortrag

Jessica Franken

s6jefran@uni-bonn.de

Institut für Geodäsie und Geoinformation, Universität Bonn
(Bonn, Deutschland)

Abstract

Das Störpotential der Erde ist eine in vielen geodätischen Anwendungen bedeutende Größe. Grundlage der Untersuchungen ist die Einbindung der Laplace-Gleichung in die finite Elemente-Methode. Hierbei wird versucht, das harmonische Störpotential auf Grundlage von Randwerten in den massefreien Aussenraum fortzusetzen. Die Fläche wird durch Rechteck-Elemente, die sogenannten Bogner-Fox-Schmit-Elemente, approximiert, die zusammengesetzt ein Gitter ergeben. Die Eckpunkte der Elemente werden als in der ersten Ableitung stetige Übergangspunkte stückweise bikubischer Polynome eingeführt. Die Laplace-Gleichung setzt die zweiten Ableitungen in der Summe zu Null und wird in Form von Restriktionen eingebunden. Die Anzahl der eingeführten Restriktionen für die inneren Knotenpunkte soll der Anzahl an Freiheitsgraden entsprechen. Dies ermöglicht eine Fläche durch finite Elemente zu approximieren, die nur durch Beobachtungen am Rand des Gitters definiert ist. Diese Arbeit beschreibt Möglichkeiten und Voraussetzungen für erfolgreiche Approximationen mit bikubisch finiten Elementen und dadurch die Lösung des mit der Laplace-Gleichung in Verbindung stehenden Dirichlet-Problems anhand eines synthetischen Beispiels.

Strenge Modellierung von Radarinterferometrie (InSAR) Daten zur Detektion von großräumigen Deformationen der Erdoberfläche

Vortrag

Ina Krasbutter, Karlheinz Gutjahr, Wolf-Dieter Schuh

krasbutter@igg.uni-bonn.de

Institut für Geodäsie und Geoinformation, Universität Bonn
(Bonn, Deutschland)

Abstract

Weltweit treten Bewegungen der Erdoberfläche auf, die einen natürlichen (z.B. Plattentektonik) oder anthropogenen (z.B. Gewinnung von Rohstoffen) Ursprung haben. In diesem Beitrag sollen die Bewegungen innerhalb der Niederrheinischen Bucht mit Hilfe von differentiellen InSAR (DInSAR) Daten untersucht werden. Hierfür liegen 47 SAR Aufnahmen der European Remote Sensing Satelliten ERS 1 und 2 im Zeitraum zwischen 1992 und 2001 vor, woraus 113 DInSAR Bilder erzeugt werden können. Diese Bilder zeigen Phasenwerte, die sich neben den Deformationen aus weiteren Phasenbestandteilen, z.B. atmosphärischen, topographischen und Rausch-Anteilen, zusammensetzen. Um nun Bewegungen der Erdoberfläche bestimmen zu können, müssen alle auftretenden Effekte separiert werden. Aufgrund der großen Datenmengen werden hierfür häufig Methoden angewendet, die schrittweise arbeiten. Außerdem werden die Beziehungen zwischen benachbarten Pixeln nicht berücksichtigt. Daher ist unser Ziel, mit Hilfe von Verfahren aus der Optimierung, eine Methode zu entwickeln, bei der alle verfügbaren Daten in einem Schritt ausgeglichen werden. Außerdem sollen Nachbarschaften, sei es deterministisch oder stochastisch, berücksichtigt werden. In diesem Beitrag wollen wir das Konzept und die ersten Ergebnisse am Beispiel der Niederrheinischen Bucht vorstellen.

Steering of measurement processes with the aid of utility values

Vortrag

Yin Zhang, Ingo Neumann

zhang@gih.uni-hannover.de

Geodätisches Institut, Leibniz Universität Hannover
(Hannover, Deutschland)

Abstract

One important task of deformation monitoring is minimising the risks, e.g. the consequences and costs in case of collapses of artificial objects and/or natural hazards, by means of detections whether the monitored objects satisfy the given properties (i.e. being stable or not). This intention is often implemented on the basis of hypothesis testing and utility theory. For the three classical cases of hypothesis testing in linear models, the case 1) that both probability density functions (pdfs) under null and alternative hypotheses are not known, is typically and more often treated in geodetic monitoring. In this study, the other two cases: 2) both pdfs of tested objects under null and alternative hypotheses are known, and 3) only the pdf under null hypothesis is known and the alternative hypothesis is the pure negation of the null hypothesis, are of interest. With the presented methodology, it is possible to steer the measurement process of an individual monitoring project so as to minimise the risk within the consideration of costs and consequences. The developed general procedure is applied to the above mentioned cases 2) and 3). A deformation monitoring project is introduced and discussed as an application example. The final section pertains to the relationship of magnitudes of utility values (consequences of a decision) with the decision making, or with the steering of the measurement process. Additionally, the considered test procedure allows an optimal decision with minimum costs or consequences.

Combined Measurement of Lake Levels and Surface Extent Change in the Yangtze River Basin

Vortrag

Geli Wu, Omid Elmi, Mohammad Tourian, Nico Sneeuw

geli.wu@gis.uni-stuttgart.de

Geodätisches Institut, Universität Stuttgart
(Stuttgart, Deutschland)

Abstract

The utility of satellite radar altimetry to investigate the spatial and temporal variation of inland water bodies for hydrology purposes has been demonstrated in the past. In this study we use ENVISAT for monitoring lakes in the Yangtze river basin. Moreover, we make use of optical imagery to investigate lake, wetlands and rivers surface extent variation. We here investigate Dongting Lake, Poyang Lake, Chao lake and Thai lake, all of which are located in the middle and low reaches of Yangtze River in China as cases to achieve the combination of these two space borne technologies. Accordingly, we analyze the waveforms of the altimetry data in order to improve the estimation of the water level fluctuations. We also calculate the surface extent changes observed from optical imagery during the same time scale. The relationship between water extent and height is analyzed. Our approach to combine lake height and surface area allows the estimation of the water volume change over time. As such it represents a valuable geodetic contribution to quantify part of the hydrological cycle.

7. Erdmessungsforum

(W.-D. Schuh)

In ständiger Bewegung - Bahnbestimmung im Zeitalter der Space Geodesy

Vortrag

Adrian Jäggi

adrian.jaeggi@aiub.unibe.ch

Astronomisches Institut, Universität Bern
(Bern, Schweiz)

Abstract

Bahnbestimmung ist von zentraler Bedeutung für die Auswertung der Messungen der meisten geodätischen Raumverfahren. Je nach Anwendung stehen die dabei bestimmten präzisen Bahnen im Zentrum des Interesses, oft aber auch nur ihr indirekter Einfluss auf die im Rahmen eines verallgemeinerten Bahnbestimmungsproblems mitbestimmten Parameter. Der Vortrag beleuchtet die Bedeutung der Bahnbestimmung als universelle Methode in der modernen Satellitengeodäsie und diskutiert den Einsatz von rein dynamischen bis kinematischen Ansätzen für verschiedene Anwendungen.

Ausgehend von den Messungen der globalen Satellitennavigationssysteme (GNSS) des Internationalen GNSS Dienstes (IGS) konzentriere ich mich in meinem Vortrag zunächst darauf, wie die Bahnen der GNSS Satelliten zusammen mit einer Vielzahl von anderen Parametern im Rahmen einer dynamischen Bahnbestimmung aus dem globalen Netz von mehreren hundert IGS Stationen bestimmt werden. Dabei sollen auch momentane Limitierungen nicht unerwähnt bleiben und das Potential der Kombination mit komplementären Techniken, beispielsweise Laserdistanzmessungen (SLR), kurz diskutiert werden.

Darauf aufbauend werde ich die wesentlichen Schritte zur kinematischen und reduziert-dynamischen Bahnbestimmung tieffliegender Erdsatelliten beschreiben, welche mit Empfängern für die Signale des Globalen Positionierungssystems (GPS) ausgestattet sind. Neben der reinen Bahnbestimmung werde ich in meinem Vortrag insbesondere darauf eingehen, inwieweit in den verschiedenen Ansätzen zur Auswertung der Messdaten der Missionen CHAMP, GRACE und GOCE die Bahnbestimmung von der Schwerefeldbestimmung entkoppelt wird (bzw. werden darf), sowie welchen Beitrag die GPS Messungen zur Bestimmung des langwelligen Anteils des Erdschwerefeldes liefern können, z.B. im Hinblick auf das Studium von zeitlichen Variationen.

Von der Beschleunigungsdifferenz zur Höhenbezugsfläche - Wozu braucht Deutschland ein GOCE-Schwerefeld?

Vortrag

Roland Pail

pail@bv.tu-muenchen.de

Institut für Astronomische und Physikalische Geodäsie, TU München
(München, Deutschland)

Abstract

Die Satellitenschwerefeldmission GOCE wurde im März 2009 erfolgreich in einen niedrigen Orbit von ca. 255 km Höhe gebracht und liefert seitdem operationelle Messdaten des globalen Schwerefeldes der Erde. Eine Reihe von Werkzeugen der Datenanalyse und Geostatistik ist erforderlich, um aus Satellitendaten, wie z. B. Beschleunigungsdifferenzen im Falle von GOCE, globale Schwerefeldmodelle abzuleiten. Neben der Lösung sehr großer Gleichungssysteme zur Ableitung großer Parametermodelle aus mehreren 100 Millionen Beobachtungen spielen die korrekte Fehlerbeschreibung der Beobachtungen, optimale Gewichtung von Beobachtungsgruppen und die Stabilisierung der Gleichungssysteme eine entscheidende Rolle. In diesem Beitrag sollen diese allgemeinen statistischen Werkzeuge, die auch in vielen anderen geodätischen Problemstellungen ihre Anwendung finden, erklärt und am Anwendungsbeispiel demonstriert werden.

Außerdem wird der sich aus GOCE ergebende Erkenntnisgewinn anhand einiger Anwendungsfelder demonstriert. In der Geodäsie kann GOCE unter anderem dazu beitragen, nationale Höhensysteme zu vereinheitlichen und an ein global konsistentes Höhensystem zu koppeln. Im Bereich der Geophysik liefert GOCE Randwerte zur Modellierung von Strukturen und Prozessen der Lithosphäre. In der Ozeanographie wird die statische Schwerefeldinformation mit Langzeitmessungen des mittleren Meeresspiegels aus Satellitenaltimetrie kombiniert, um daraus Fließgeschwindigkeiten von Meeresströmungen abzuleiten und damit globale Transportprozesse in den Ozeanen direkt zu messen. Damit trägt GOCE zu einem besseren Verständnis des Erdsystems bei und ist eine wichtige Komponente im Globalen Geodätischen Beobachtungssystem (GGOS). Aus diesen Anwendungsbeispielen soll letztlich die Bedeutung und der Nutzen von hochgenauen und hochauflösenden Schwerefeldmodellen für Deutschland abgeleitet werden.

Millimeter, Milligal, Gigatonnen und Terawatt - wie Schwerefeldmissionen den Klimawandel beobachten

Vortrag

Jürgen Kusche

kusche@geod.uni-bonn.de

Institut für Geodäsie und Geoinformation, Universität Bonn
(Bonn, Deutschland)

Abstract

Präzise geodätische Raumverfahren haben uns in die Lage versetzt, Parameter des globalen Wasserkreislaufs mit ungekannter Genauigkeit zu erfassen. Großräumige Veränderungen wie das Abschmelzen der polaren Eisschilde, die interannuelle Variabilität des Meeresspiegels, oder das Absinken des Grundwasserspiegels weiter Regionen können durch Interpretation von zeitlich variablen Schwerefeldmodellen weitaus besser als bisher quantifiziert werden. Gleich ob diese Effekte die Folge natürlicher klimatischer, direkter oder indirekter anthropogener Einflüsse sind, so stellen sie nur die augenfälligsten Begleiterscheinungen des Klimawandels dar.

In meinem Vortrag werde ich anhand verschiedener Beispiele zunächst darauf eingehen, wie die Beobachtungen der aktuellen Schwerefeld-Satellitenmissionen genutzt werden, um die Variabilität von Parametern des globalen Wasserkreislaufes zu quantifizieren. Ein besonderes Potential liegt in der Kombination mit komplementären Messverfahren, wie beispielsweise radaraltimetrischen und radarinterferometrischen Techniken, mit denen die Veränderung von Wasser- und Eisoberflächen (nahezu) flächenhaft vermessen werden kann. Ich werde besprechen, was wir mit Hilfe der Daten der GRACE-Mission und anderer Missionen inzwischen verstanden haben. Auch die Chancen und Limitationen zukünftiger Satelliten-Missionen werden Thema sein.

Der globale Wasserkreislauf ist untrennbar mit dem globalen Energiekreislauf gekoppelt; die gewaltigen meridionalen Transporte in Ozean und Atmosphäre werden ja primär durch die breitenabhängige Sonneneinstrahlung und daraus resultierende laterale Energieflüsse angetrieben. Anhand einiger Beispiele werde ich darauf eingehen, wie die Satellitengravimetrie inzwischen mehr oder weniger indirekt hilft, auch die Energieflüsse im Erdsystem besser zu quantifizieren.