

AVALIAÇÃO DO USO DO NIVELAMENTO TRIGONOMÉTRICO NO TRANSPORTE DE ALTITUDES PARA REGIÕES DE DIFÍCIL ACESSO

Daniel Perozzo dos Santos

Mestrado

Orientador: Pedro Luís Faggion

Defesa 26/01/2010

Resumo: O transporte de altitudes em Geodésia, de acordo com a resolução PR nº 22 de 21/07/1983, está vinculado ao uso do nivelamento geométrico, método das visadas iguais. Porém, em algumas situações não é possível a aplicação desta metodologia, como por exemplo, a travessia de rios e vales em locais onde não existem pontes, ou o transporte de altitudes para topos de morros e demais regiões sem estradas de acesso, como é o caso dos picos da Serra do Mar no Estado do Paraná. Em função disso, técnicas modernas para a determinação de desníveis utilizando nivelamento trigonométrico, com precisão equivalente ao nivelamento geométrico, vêm sendo estudadas, com isso viabilizando o transporte de altitudes para estas regiões. Neste trabalho, o principal objetivo é avaliar o uso do nivelamento trigonométrico, método *Leap-Frog*, em condições que envolva, num único lance, a transposição de distâncias de até 7000m e desníveis de quase 1000m. O local escolhido para o estudo foi a Serra do Ibitiraquire, uma porção da Serra do Mar paranaense situada entre os municípios de Campina Grande do Sul e Antonina, onde estão localizadas as maiores elevações do Estado do Paraná, incluindo os três pontos mais altos do Sul do Brasil. Estes cumes, em sua grande maioria, não possuem determinações precisas e confiáveis de altitude. Os trabalhos desenvolvidos nesta dissertação incluem a implantação de marcos geodésicos em picos da serra do mar e a determinação da altitude dos mesmos utilizando nivelamento trigonométrico e nivelamento GPS, a partir de RN's do Sistema Geodésico Brasileiro localizadas às margens da BR116. São apresentados os resultados obtidos e uma avaliação dos métodos.

Abstract: The transport of Heights in Geodesy, according to resolution PR No. 22 21/07/1983, is linked to the use of differential leveling with balancing sights. However, in some situations it is not possible to perform this type of leveling, such as crossing rivers and valleys at places where there are no bridges, or heights transportation for tops of hills and other areas without access by roads, as the case of the peaks of the Serra do Mar at Paraná State. As result, modern techniques for precise height determination using trigonometric leveling, equivalent to the differential leveling in terms of precision, are being studied, thereby allowing the transportation of altitudes for these regions. In this work, the main objective is to evaluate the use of Leap-Frog trigonometric leveling under conditions involving single sight lengths of about 7000m with height differences of almost 1000m. The place used as field test was the Serra do Ibitiraquire, a portion of the Serra do Mar of Paraná located between the cities of Campina Grande do Sul and Antonina, where are located the highest elevations of the Paraná State, including the three highest points in southern Brazil. These peaks, mostly, do not have accurate and reliable determinations of heights. This research includes the implementation of geodetic marks in the Serra do Mar and the height determination using the trigonometric leveling and GPS, based on the Primary Vertical Bench Marks from the Brazilian Geodetic Network located along the BR116 road. It is presented the results and an evaluation of methods.

GERAÇÃO DE ORTOIMAGENS A PARTIR DE GEORREFERENCIAMENTO DIRETO DE IMAGENS DIGITAIS AÉREAS DE PEQUENO FORMATO COM DADOS LIDAR

Marlo Antonio Ribeiro Martins

Mestrado

Orientador : Edson Aparecido Mitishita

Defesa 25/02/2010

Resumo: Uma das mais recentes tecnologias que apareceu no mercado para auxiliar mapeamento cartográfico, é o Sistema Laser Scanner Aerotransportado – SLSA, que gera uma nuvem de pontos da superfície com alta precisão. A informação altimétrica do SLSA associada as imagens aéreas de alta resolução permitem obter ortofotos com rapidez e precisão. Porém, esta associação geralmente é realizada utilizando dados de distintos levantamentos, ou seja, um levantamento para os dados do SLSA e outro para as imagens aéreas. O ideal seria que esta associação fosse simultânea, em um único levantamento com a determinação direta dos parâmetros de orientação exterior – POE das imagens aéreas. Considerando o exposto, a pesquisa realizou esta união simultânea do SLSA com a Câmara Digital de Pequeno Formato – CDPF, com o objetivo de confeccionar uma ortofoto, visando tempo, precisão, produção e custo. Esta integração surgiu com a possibilidade de utilização do Sistema de Navegação Inercial – SNI do SLSA para orientar as imagens aéreas digitais oriundas da CDPF de maneira direta. Para realizar esta integração foi realizado um arolevanteamento em uma região com alvos pré-sinalizados, com o SLSA e a CDPF simultâneos. Após o voo foi determinado o braço e o giro (ΔX_0 , ΔY_0 , ΔZ_0 , $\Delta \kappa$, $\Delta \phi$, $\Delta \omega$) da CDPF em relação ao SNI do SLSA. O braço foi determinado por topografia e o giro foi determinado por georreferenciamento indireto. Depois de determinado o braço e o giro foram realizados mais dois voos em distintas datas. Estes foram utilizados para a realização de quatro experimentos. Os experimentos consistiram na geração de ortofotos na escala 1/2.000 utilizando os POE do SNI do SLSA, sendo que dois experimentos não utilizaram pontos de apoio topográfico e dois utilizaram somente quatro pontos

de apoio de topográfico. Os experimentos que não utilizaram os pontos de apoio não atingiram a exatidão da escala 1/2.000 proposta inicialmente, sendo que um atingiu a exatidão da escala 1/5.000 e o outro a exatidão da escala 1/10.000. Já os experimentos que utilizaram os quatro pontos de apoio atingiram a exatidão da escala 1/2.000, sendo que um experimento atingiu a exatidão da escala proposta e o outro atingiu a exatidão da escala 1/1.000.

Abstract: One of the latest technologies that have appeared in the market to help the cartographic mapping is the Airbone Laser Scanner System – ALSS, which generates digital surface models more accurately. The ALSS altitude information, associated to high resolution images, allow to obtain accurate orthophotos quickly. However, this association is usually done by using data from different surveys. A survey for data obtained from the ALSS and another one for the aerial imagery. In ideal terms, these associations should be done simultaneously, in a single survey with the direct determination of the exterior orientation parameters – POE from the aerial images. All these aspects considered, the research carried out the union of the ALSS to the Digital Camera Small Format – DCSF, in order to produce the orthophotos in a quicker, more accurate and less expensive process. This integration is possible because of the Inertial Navigation System – INS of the ALSS that directly guides the digital aerial images from the DCSF. In order to achieve this integration, it was carried out an airborne in a region with previously marked targets, using the ALSS and the DCSF simultaneously. After the flight, the arm and the spin in relation to the INS in the ALSS were established (ΔX_0 , ΔY_0 , ΔZ_0 , $\Delta \kappa$, $\Delta \varphi$, $\Delta \omega$). The arm was established by topography and the spin by indirect georeferencing. After this, two other flights were performed in different dates. These flights were used to carry out four experiments. These experiments consisted of producing orthophotos at the scale of 1/2.000, using the EOP of the INS in the ALSS. Two of them didn't use any control points, but they didn't reach the proposed accuracy. The first one, reached accuracy of the scale of 1/5.000 and the second one achieved the accuracy of the scale of 1/10.000. On the other hand, the experiments that used four control points reached the accuracy of the scales of 1/2.000 and 1/1.000.

**METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DOS AFASTAMENTOS
(OFFSETS) ENTRE SENSORES NUMA EMBARCAÇÃO
HIDROGRÁFICA**

Nassau Nogueira Naredez

Mestrado
Orientador Claudia Pereira Krueger

Defesa 30/06/10

Resumo: O conhecimento dos afastamentos entre os sensores de um navio hidrográfico permite a determinação correta da profundidade e da sua posição (latitude e longitude). Para obter esses valores é necessário o estabelecimento de um sistema cartesiano local, definido e materializado no dique seco. Através de técnicas topográficas é possível transferir as coordenadas do referencial local para a embarcação. O objetivo desta pesquisa é estabelecer uma metodologia para determinar os afastamentos de sensores do navio, tais como sensor GPS/DGPS, sensor inercial, sensor de giro entre outros, em relação ao sistema de coordenadas local e depurar as suas qualidades, por meio de testes estatísticos e do ajuste de observações por mínimos quadrados. No final, a matriz de coordenadas finais é rotacionada e trazida para o ponto de referência do navio. As medições foram realizadas no Navio Hidrográfico Brasileiro chamado Sirius, que estava atracado na Base Naval do Rio de Janeiro, localizado na Ilha do Mocanguê, Niterói. A metodologia é adequada para determinar as distâncias entre os sensores auxiliares, em relação ao ponto de referência da embarcação, e devem ser aplicadas para melhorar a qualidade dos levantamentos hidrográficos.

Abstract: The knowledge of the offsets among the hydrographic vessel's sensors allows the correctly determination of the depth and its position (latitude and longitude). In order to obtain those values is necessary the establishment of the local cartesian frame, defined and materialized at the dry dock. Through topographic techniques is possible to transfer the coordinates from dry dock to vessel. The purpose of this research is to establish a methodology to determine the offsets of the ship's sensor, such as GPS/ DGPS, inertial sensor, gyro sensor and etc, in relation to local coordinate system, and debugging its qualities, using statistical tests and adjustment of observations by least squares. At the end, the

matrix of the final coordinates were rotated and translated to vessel reference point. The measurement was performed at the Brazilian Hydrographic Ship called Sirius, which was docked at the Base Naval of Rio de Janeiro, located at Ilha do Mocanguê, Niterói. The methodology is suitable for determining the offsets between the auxiliary sensors, in relation to the vessel's reference point, and must be applied in order to improve the quality of the hydrographic surveys.

IMPACTO CAUSADO PELA EVOLUÇÃO DOS MEDIDORES ELETRÔNICOS DE DISTÂNCIA NO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO

Wander da Cruz

Mestrado

Orientador: Pedro Luís Faggion

Defesa 23/07/10

Resumo: Com o advento dos medidores eletrônicos de distância (MED), solucionou-se um problema da Geodésia: a medição simultânea de direções angulares e distâncias em tempo real. Isto reduziu significativamente o número de cálculos realizados nos levantamentos e também o seu tempo de execução. Tais equipamentos, surgidos nos anos 40, estão em contínua evolução, aumentando a praticidade e os recursos em sua utilização. Se no início eles eram grandes, pesados, de difícil operação, hoje estão integrados aos teodolitos eletrônicos, equipamentos então chamados de Estação Total. O funcionamento dos MED é baseado na emissão/recepção de sinais eletromagnéticos, visíveis ou não, que atingem um anteparo e retornam ao aparelho. Os MED apresentam erros instrumentais inerentes ao processo de fabricação. Alguns não podem ser modelados e são embutidos na precisão do instrumento, outros, porém, são determinados em processos de calibração. Na realização de trabalhos utilizando MED, cada vez mais se tem exigido um certificado de calibração destes equipamentos, visando garantir a precisão das medidas. Uma das maneiras de realizar esta calibração é a utilização de bases lineares em campo. O espaçamento entre os pilares que compõem estas bases (escala da base) são definidos durante a sua construção levando em conta a frequência de medição dos MEDs existentes até aquele momento. Com a evolução tecnológica, estas frequências sofrem alterações. O objetivo deste trabalho é avaliar os impactos causados por tal evolução no processo de calibração atual. Isto foi possível, recalculando-se os espaçamentos entre os pilares considerando a frequência dos MEDs de última geração e realizando a calibração em campo, utilizando uma base construída há aproximadamente 24 anos, cujos desníveis e escala foram novamente medidos. Também foi realizada a calibração em laboratório,

utilizando frequencímetro com precisão de 0,1 Hz para comparação da frequência nominal com a frequência real de cada equipamento, e interferômetro com precisão micrométrica, para possibilitar a comparação de deslocamentos medidos simultaneamente com a estação total a ser calibrada. Constatou-se que a base de calibração da UFPR atende às necessidades dos equipamentos atuais. Verificou-se a necessidade de realização de medições da escala da base com intervalos de tempo menores para detectar possíveis movimentações. Os elementos de calibração, erro de zero, fator de escala e erro cíclico obtidos neste trabalho, são coerentes com a precisão nominal de cada equipamento.

Abstract. From the development of the Electronic Distance Measurement (EDM), a problem in Geodesy was resolved: The measurement of distances in real time. This means gradually decrease the required numbers of calculations in measurement and performance time as well. Such equipments, emerged in the forties, are in continuous evolution, increasing the practicality and the features in their use. If in the earliest days they were big, heavy, hard operation, today they are integrates in electronic theodolites, knows as Total Station. The operation of EDM it is based on emission/reception of electromagnetic signals, visible or not, reaching the target. The EDMs have instrumental errors intrinsic to the process of manufacturing. Some cannot be modeled and they are inserted in the instrument accuracy, however, others can be determined by calibration process. On the realization of surveys using those EDMs, has increasingly required a certified of calibration from these equipments, on ensuring the measurement precision. One of the many ways to perform the calibration is to use linear bases at field. The spacing between the pillarsthat make up those bases (unit of base) are defined in its construction, considering the measurement frequency of MEDs existing at that time. With technological progress, these frequencies are altered. The main objective of this study is to evaluate the impacts of such developments in the calibration process today. This was made possible by recalculating the spacing between the pillars considering the frequency of contemporary's EDMs and performing the calibration in the field, using a base built for nearly 24 years ago, and whose slope and scale were measured again. The calibration process was also performed in the laboratory using frequency counter with an accuracy of 0.1 Hz for comparison to the nominal frequency with the real frequency of each equipment, and interferometer with micrometer precision to enable the comparison of displacements measured simultaneously with the total station to be calibrated. It was found that the UFPR base calibration meets the needs of current equipment. There is a need to make measurements of unit of base with smaller time gaps to detect any displacement. The calibration elements, zero error, scale factor and

cyclic error were obtained in this research are consistent with the nominal accuracy of each device.

APLICAÇÃO DA TÉCNICA GPS METEOROLOGIA À REGIAO DE CURITIBA

Fábio Moreira de Oliveira

Mestrado

Orientador : Luiz Danilo Damasceno Ferreira

Defesa 24/07/10

Resumo: Ao atravessar as camadas eletricamente neutras da atmosfera, os sinais provenientes dos satélites que constituem os Sistemas de Posicionamento Global (GNSS - Global Navigation Satellite System), como o NAVSTAR-GPS (NAVigation Satellite with Time And Ranging – Global Positioning System), sofrem uma redução em sua velocidade, e conseqüentemente um aumento em seu tempo de propagação, conhecido como atraso troposférico. Este atraso é devido ao índice de refração da atmosfera, o qual depende da concentração dos diferentes componentes atmosféricos em cada ponto no caminho percorrido pelo sinal, e por isso mesmo não é constante. Tal atraso pode ser separado em duas componentes: uma devida aos gases secos da atmosfera (componente seca ou hidrostática), e outra devida ao vapor d'água atmosférico (componente úmida). Em softwares científicos de pós-processamento, como o BERNESSE GPS SOFTWARE e o GIPSYOASIS, entre outros, a influência da componente úmida pode ser isolada e desta forma, o montante de vapor d'água presente na atmosfera pode ser determinado. Atualmente, o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) oferece em sua página na internet, o serviço de Posicionamento por Ponto Preciso (PPP), baseado no software canadense CSRS-PPP, que realiza o posicionamento sem a necessidade de instalação de programas, e necessita apenas de uma conexão de internet. Neste trabalho, este serviço disponibilizado pelo IBGE, foi utilizado para o processamento dos dados coletados pela estação UFPR da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo), situada no campus do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba. Como resultado, o serviço de PPP do IBGE disponibiliza os valores do atraso troposférico total e com estes valores de atraso, foi determinada a parcela correspondente a componente úmida e a quantia de Água Precipitável (PW – Precipitable Water) presente na atmosfera. Estes valores de PW, uma vez determinados, foram comparados com

os resultados obtidos através de radiossondagens realizadas no Aeroporto Afonso Pena, em São José dos Pinhais, região metropolitana de Curitiba, distante 10 *km* da antena UFPR da RBMC. Quando ambos os resultados foram arranjados em uma série temporal (PW em função do dia de rastreio) apresentaram uma forte correlação, com índices entre 0,7 e 1,0 (valor para máxima correlação), quando comparados com os resultados colhidos através do processo de radiossondagem realizada no mesmo período de tempo (das 1130 UTC as 1230 UTC), apesar da distância entre os pontos de coleta de dados. Ainda, na determinação do PW, fez-se necessária a determinação da temperatura média do perfil vertical atmosférico atravessado pelos sinais GPS. Tal temperatura foi determinada através de análise dos perfis de radiossondagem gerados nos últimos 36 anos (de 1973 até 2009). Estas temperaturas foram comparadas com as determinadas através de dois modelos utilizados para o mesmo fim e que inferem a temperatura média do perfil vertical atmosférico através de medidas de temperatura colhidas na superfície: um modelo determinado para a América do Norte e outro determinado para a região do Estado de São Paulo, ambos baseados em radiossondagens. Esta análise de temperaturas, ainda considerou duas equações diferentes na determinação da pressão parcial de vapor d'água, o que gerou dois resultados diferentes para o atraso zenital troposférico, com os mesmos índices de correlação quando comparados com o PW colhido por radiossondagens.

Abstract: When crossing the atmosphere, the signals proceeding from the satellites that constitute the Global Positioning Systems (GNSS-Global Navigation Satellite System), as the NAVSTAR-GPS (NAVigation Satellite with Teams And Ranging - Global Positioning System), suffer a reduction in its speed, and consequently a delay in its time of propagation, known as tropospheric delay. This delay is due to the refractive index of the atmosphere, that depends on the concentration of different atmospheric components in each point of the signal's path, and therefore it is not constant. Such delay can be separated in two components: one, due to the dry gases of the atmosphere (component drought or hydrostatics), and the other, to the atmospheric water steam (component humid). However, in scientific softwares of post-processing, such as BERNESE GPS SOFTWARE, GIPSY-OASIS and GOA, among others, the influence of the humid component can be isolated and so the amount present in the atmosphere can be determined. Currently, IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics) offers in its website, the service of Precise Point Positioning (PPP), based in the Canadian software CSRS-PPP that carries through the positioning without the need of the software's installation but an internet connection. In this paper, this IBGE's service was used for processing the data collected by UFPR's station of the RBMC (Brazilian Net of Continuous

Monitoring), situated at Centro Politecnico Campus, in Universidade Federal do Paraná, in Curitiba. As result, the service of IBGE's PPP releases values of the total tropospheric delay and with which was determined the corresponding share of the humid component and the amount of PW (Precipitable Water) present in the atmosphere. Once determined, these values of PW have been compared with the results gotten through radiosoundings carried through in Afonso Pena Airport, in São Jose dos Pinhais – Great Curitiba Area – 10 *km* away from the antenna of UFPR of the RBMC. When both results were arranged in a secular series (PW in function of the tracing date) presented a strong correlation, with indexes between 0,7 and 1,0 (maximum correlation value), when compared to the results from the process of radiosounding carried through in the same period of time (from 1130 UTC to 1230 UTC), despite of the distance between the points of data collection. Yet, in determining the PW, the average temperature determination of atmospheric vertical profile crossed by GPS signals, became necessary. Such temperature was determined by the means of analysis of generated profiles of radiosounding in last 36 years (from 1973 to 2009), at the Afonso Pena Airport. These temperatures were compared to the determined ones through the usege of two models used for the same goal and that they infer the average temperature of the atmospheric vertical profile through collected measures of temperature in the surface: a model determined for North America and others determined region of São Paulo State, both determining through radiosounding. This analysis, still considers two different equations in determining the partial steam pressure, which generated two different results for the tropospheric zenithal delay, with the same indexes of correlation when compared to the PW collected from radiosoundings.

**AVALIAÇÃO DA INFLUENCIA DO MÉTODO DE
AJUSTAMENTO DE OBSERVAÇÕES E DA DENSIDADE
DE PONTOS LASER SCANNER TERRESTRE PARA A
REPRESENTAÇÃO PARAMÉTRICA DE SUPERFÍCIES
PLANAS COMO FERRAMENTA PARA O CONTROLE DE
DESLOCAMENTOS DE ESTRUTURAS**

Sebastian Alfredo Fuentes Santibanez

Mestrado

Orientador: Pedro Luís Faggion

Defesa 15/12/2010

Resumo: O estudo aborda a influencia de diferentes métodos de ajustamento de observações e quantidade de pontos utilizados na representação paramétrica de superfícies planas no contexto da detecção de deslocamentos de estruturas. Um experimento foi conduzido onde deslocamentos angulares conhecidos, com magnitudes de entre 0.7 e 3mm de arco foram aplicados a uma estrutura plana. Ditos deslocamentos foram medidos independentemente usando um nível eletrônico com precisão de 0.1" e também utilizando análise vectorial. Foram testados os modelos de ajustamento "Mínimos Quadrados Totais" e "Mínimos Quadrados Ordinários" com duas variantes além de diferentes densidades de pontos utilizados na representação paramétrica da superfície e dos métodos de detecção de outliers "critério de rejeição de Chauvenet" e "teste TAU". Os resultados revelam que o modelo "Mínimos Quadrados Totais" tem um melhor desempenho que o modelo "Mínimos Quadrados Ordinários" em termos de sensibilidade, eficiência e precisão desde que permite detectar deslocamentos menores utilizando menos pontos no modelamento e com melhor precisão. Também, foi observada uma rápida melhora na precisão das medições quando se incrementa a densidade de pontos utilizados desde 0.48 até 10 pontos/dm². Existe uma rápida melhora na precisão da medição de deslocamentos. Após de esse limiar a melhora na precisão é devagar. Finalmente foi observado que os

métodos de detecção de outliers utilizados não influem significativamente na precisão da medição dos deslocamentos.

Abstract: This study discusses the influence of different fitting models and point density sample for the parametric shaping of planar surfaces when used to detect deformations of man made structures. It was conducted an experiment where known angular displacements ranging from 0.7mm to 3.0mm of arch were applied to a planar structure. Those displacements were measured independently with an electronic level (precision 0.1") and also through normal vectors analysis. The fitting models "Total Least Squares" and "Ordinary Least Squares" with two variations were tested as well as different point density samples for the parametric representation of the feature and the outliers detection methods "Chauvenet's rejection criteria" and "TAU test". The results show that the Total Least Squares method performs better than the Ordinary Least Squares method in terms of sensitivity, efficiency and precision since it detects smaller deformations using less points and with higher precision. Also, it was observed a fast improvement in the precision of the measurements when the point density sample grows from 0.48 to 10 points/dm². After that point the improvement is rather slow. Finally it was observed that the methods used for the outliers detection do not have a significant effect in the measurement of deformations.

EXTRAÇÃO DE INFORMAÇÃO DA CENA URBANA COMBINANDO IMAGENS MULTIESPECTRAIS DE ALTA RESOLUÇÃO E IMAGENS RADAR

Anna Carolina Cavalheiro

Mestrado

Orientador: Hideo Araki

Defesa: 17/12/2010

Resumo: Os sistemas de imageamento por microondas tem sido objeto de estudo de pesquisas aplicadas a diversos fenômenos. O sistema RADAR (Radio Detection and Ranging) é um sistema ativo, que gera imagens utilizando energia eletromagnética na faixa de micro-ondas. As imagens geradas por sensores ativos como o RADARSAT-2, tem características diferentes das imagens ópticas. Apesar da alta resolução disponível em imagens ópticas como a GeoEye, a informação contida nestas imagens é insuficiente para a classificação dos elementos de uma cena urbana. Uma alternativa para a obtenção de informações confiáveis sobre os elementos da cena é a combinação das informações de imagens óptica e radar. Um método para a classificação de dados de fontes diferentes não pode ser baseado apenas em cálculos estatísticos. A utilização de árvores de decisão contorna esse problema e permite que se proceda a classificação supervisionada através de um algoritmo com base em regras. Assim será possível integrar as informações disponíveis e classificar a imagem segundo as classes de interesse.

Abstract: The microwave imaging systems have been studied in research applied to various phenomena. The system RADAR (Radio Detection and Ranging) is an active system, which generates images using electromagnetic energy in the range microwave. The images generated by active sensors such as RADARSAT-2 has different characteristics from optical images. Despite the high resolution available in optical images such as GeoEye, the information contained in these images is insufficient to classify the elements of an urban scene. An alternative to obtain reliable information about the elements of the scene is the combination of information from optical and radar images. A

method for classifying data from different sources can not be based on statistical calculations. The use of decision trees circumvents this problem and allows one to proceed through a supervised classification algorithm based on rules. So it will be possible to integrate the available information and classify the image according to categories of interest.

GENERALIZAÇÃO E ANÁLISE MULTIRRESOLUÇÃO DE MODELOS DIGITAIS DO TERRENO COM BASE NA TRANSFORMADA *WAVELET*

Clóvis Gaboardi

Doutorado

Orientadores: Edson Aparecido Mitishita
Henrique Firkowski

Defesa: 28/080/2009

Resumo: Os modelos digitais de terreno (MDT) têm sido empregados nas mais diversas áreas do conhecimento em que se necessita de visualização e análise da superfície geográfica em três dimensões. O formato de grade regular tem sido largamente empregado para o armazenamento de dados de MDT por sua simplicidade de algoritmo e rapidez de processamento. Os sistemas de *laser scanner* permitem a obtenção de modelos digitais de terreno de alta resolução e com grande acurácia. Este trabalho tem por objetivo verificar o comportamento da transformada *wavelet* na generalização de modelos digitais do terreno sob a forma de grades regulares, obtidas a partir de dados do *laser scanner*. Este trabalho justifica-se pelo fato de que, em pesquisa feita sobre o assunto, observou-se que a transformada *wavelet* tem sido largamente utilizada para o tratamento multiescalar (multirresolução) em áreas tão diversas como matemática, geofísica, astronomia, física, processamento de sinais e imagens, engenharia elétrica, medicina, entre outras. Entretanto, a quantidade de trabalhos publicados na área de Geociências é ainda muito pequena, apesar das propriedades da transformada *wavelet*, que a tornam uma ferramenta matemática natural para generalização e análise em diferentes escalas. As transformadas *wavelets* foram implementadas em programas na linguagem Matlab. Foram utilizadas as *wavelets* de Haar, Daubechies e Symlets. A generalização por Krigagem foi utilizada para a comparação dos resultados. Os resultados obtidos nos experimentos realizados permitem afirmar que a transformada *wavelet* pode ser utilizada como alternativa para a generalização de MDT em razão da facilidade de implementação, baixo custo computacional, alta velocidade de processamento e acurácia compatível com a resolução obtida

no MDT generalizado, além de ser um método natural de análise multirresolução.

Abstract: The digital terrain models (DTM) have been used in several areas of knowledge for the visualization and analysis of geographic surface in three dimensions. The regular grid format has been widely used for data storage of DTM due to its algorithm simplicity and fast processing. The laser scanner systems allow obtaining digital elevation models with high resolution and great accuracy. This work aims at studying the behavior of the wavelet transform for digital terrain models generalization in form of regular grids, obtained from laser scanner data. This work is justified because it was observed in papers available that the wavelet transform has been widely used for treating multiscale (multiresolution) in areas as mathematics, geophysics, astronomy, physics, signal and images processing, electrical engineering, medicine, among others. However, the number of published studies of Geosciences is still very small, although the properties of the wavelet transform, which makes it a natural mathematical tool for generalization and analysis at different scales. The wavelet transforms were implemented in Matlab language programs. Haar, Daubechies and Symlet wavelets were used. The Kriging generalization was used for the comparison of the results. The experiments shown that the wavelet transform can be used as an alternative for generalization of DTM due to the implementation facility, low computational cost, high processing speed and accuracy compatible with the resolution obtained in the generalized DTM, and be a natural method for multiresolution analysis.

DETERMINAÇÃO DE ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DE PONTOS PELO DIAGRAMA DE VORONOI COM OBSTÁCULOS.

Ana Maria dos Santos Carnasciali

Doutorado

Orientadores: Luciene Stamato Delazari

Daniel Rodrigues dos Santos

Defesa: 24/06/2010

Resumo: Os diagramas de Voronoi permitem a subdivisão das regiões em um conjunto de áreas de abrangência, a fim de estabelecer relações de proximidades, por exemplo, de uma empresa com seus concorrentes. Vários estudos foram realizados para a determinação de áreas de abrangência de instituições de ensino, lojas de varejo, rede de supermercados e setor de telefonia com o uso dos diagramas de Voronoi. Entretanto, ainda é necessário aprofundar as investigações com o desenvolvimento de novas proposições, com vistas à determinação de áreas de abrangência que se aproximem da realidade topográfica das cidades. Para tal é necessário que sejam considerados os obstáculos, isto é, barreiras lineares como rodovias e rios e barreiras fechadas como parques, bosques e lagos. De acordo com a literatura consultada, não existem pesquisas que tenham avançado nesse sentido, o que enfatiza a sua importância. Nesta pesquisa, é proposta a determinação de áreas de abrangência com o uso do diagrama de Voronoi considerando as barreiras lineares e fechadas, concomitantemente. Foi realizada a implementação computacional dos diagramas de Voronoi ordinário e por potência (*power Voronoi*) com a consideração dos obstáculos. A construção do diagrama de Voronoi ordinário depende apenas das distâncias entre os pontos, denominados pontos geradores, como por exemplo, agências bancárias e *shopping centers*. O diagrama de Voronoi por potência faz uso de pesos, que refletem a propriedade variável dos pontos geradores. Diversos autores apontam como limitações em seus estudos o fato de utilizarem somente uma variável como fator de ponderação ou análise estatística por meio de componentes principais. A fim de contornar essas limitações foram utilizados métodos estatísticos multivariados. Os dados

utilizados são referentes às agências do HSBC Bank Brasil S/A - Banco Múltiplo do município de Curitiba (PR) e as agências corresponderam aos pontos geradores dos diagramas de Voronoi. Foram realizadas análises espaciais a partir do diagrama de Voronoi ordinário e por potência sem e com a consideração das barreiras lineares e fechadas, estabelecendo-se relações de proximidades com os bancos concorrentes e postos de atendimento eletrônico (PAE's) do HSBC. A partir dos resultados verificou-se que a inclusão das barreiras modificou sensivelmente as fronteiras dos diagramas de Voronoi e que, com o método proposto, evita-se conclusões incorretas pelos usuários, uma vez que as áreas de abrangência determinadas com a consideração das barreiras lineares e fechadas se incorporam à realidade topográfica das cidades.

Abstract: Voronoi diagrams allow the subdivision of a set of coverage areas in order to establish proximity relation, for example, of a company with its competitors. Several studies have been conducted to determine coverage areas of educational institutions, retail stores, supermarket chain and telephone sector by using Voronoi diagrams. However, it is still necessary to undertake further research with the development of new proposals objecting the determination of coverage areas which take into account real topography of cities. This will require the considering of obstacles, ie, linear barriers such as highways and rivers as well as closed ones such as parks, forests and lakes. According to the literature, there are no studies that have advanced in that direction, what emphasizes the importance of this research. This paper proposes to determine coverage areas by using the Voronoi diagram considering linear and closed barriers simultaneously. A computational implementation of ordinary and power Voronoi diagrams considering obstacles was performed. For ordinary Voronoi diagram, the construction depends only on the distances between points, named generator points, such as bank branches and shopping malls. Power Voronoi diagrams demand the use of weights and they reflect the variable characteristic of generator points. Several authors point out limitations to their studies the use of only one variable as a weighting factor or statistical analysis through main components. In order to overcome these limitations, multivariate statistical methods were used in this study. Data for branches of HSBC Bank Brazil S/A – a commercial bank in Curitiba (PR) – were used, corresponding to the generator points of the Voronoi diagrams. Spatial analysis were conducted from ordinary and power Voronoi diagrams with and without the consideration of linear and closed barriers, establishing proximity relationships with HSBC's sites of electronic services (SES) and branches of competitor banks. From the results it was found that the inclusion of barriers noticeably change the boundaries of Voronoi diagrams and that the proposed method avoids incorrect

conclusions, since the coverage areas determined considering linear and closed barriers indeed approached the real topography of cities.

SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DE NÍVEIS DIGITAIS

Silvio Henrique Dellesposte Andolfato

Doutorado

Orientador: Pedro Luís Augusto Faggion

Defesa: 27/08/2010

Resumo: O nivelamento geométrico é uma das técnicas geodésicas mais antigas e precisas para determinação de desnível. Sua principal aplicação é na determinação de redes geodésicas de primeira ordem e diversas áreas da engenharia, como por exemplo, no monitoramento de estruturas, tais como: pontes, edifícios, barragens entre outros. A evolução da microeletrônica atingiu os instrumentos geodésicos com a criação e posterior total automação das estações totais (robotização). Já os níveis geodésicos não sofreram nenhuma automação do seu movimento horizontal, geral ou micrométrico, porém já se tem notícias da automação do sistema de focalização da imagem da mira. Este trabalho propõe um Sistema de Automação do Nível Digital (SAND), para o manuseio do nível digital DNA03 (Leica). Esta automação consiste em um sistema que automatiza as funções, movimento geral e micrométrico horizontal e focalização da imagem, através da acoplagem de motores de passo, tanto para o giro horizontal (azimutal) como para a focalização dos alvos de interesse (miras com código de barras). Estes movimentos são controlados por um *software* específico, desenvolvido nesta pesquisa e comandados por um PC, neste caso um notebook. Realizou-se também o projeto e a confecção do Dispositivo de Adaptação dos motores de Passo (DAMP) ao instrumento, comandados por uma Placa Microcontrolada para Comando dos Motores de Passo (PMCMP), através de um software em linguagem VB (SAMN – v1). Os testes realizados demonstram que é possível utilizar o sistema para a obtenção de leituras de alvos instalados em pontos de interesse, estrutura que se deseja monitorar, por repetidas vezes, podendo ser empregado no monitoramento do deslocamento de pontos ao longo do tempo.

Abstract: The oldest method and correct for Determination of Ascent is the leveling geometric. The main application is in the determination of geodetic networks of first-rate and various fields of engineering, such as monitoring of structures

such as bridges, buildings, dams and others. The evolution of microelectronics has reached with the creation of geodetic instruments and then the total automation of “total stations” (robotics). However, levels geodesic suffered no automation of its horizontal movement, general or micrometer, but there are a news in the automation of focus image of staff. This work offers an Automation System-Level Digital (SAND), to manage the DNA03 digital level (Leica). This automation is a system that automates the functions, general movement and micrometer horizontal and focusing the image through the coupling of stepper motors for both rotating horizontal (azimuth) and for the targeting of targets of interest (crosshairs with code bars). These movements are controlled by specific software, developed in this research and controlled by a PC, in this case a notebook. There was also the design and manufacture of the Device of Adaptation of Stepper Motors (DAMP) to the instrument, controlled by a Plaque Microcontroller to Control Stepper Motors (PMCMP) through a software in VB language (SAMN - v1). The tests showed that it is possible to use the system to obtain readings targets installed at points of interest structure that wants to monitor, by repeatedly and can be used for monitoring the displacement of points over time.

ANÁLISE DA ESTABILIDADE GEOMÉTRICA DE CÂMARAS DIGITAIS DE BAIXO CUSTO COM DIFERENTES MÉTODOS DE CALIBRAÇÃO

João Batista Ramos Côrtes

Doutorado

Orientador: Edson Aparecido Mitishita

Defesa: 30/08/2010

Resumo: Este trabalho de pesquisa de doutoramento teve como principal objetivo o estudo de estabilidade geométrica de duas câmaras de baixo custo, empregando diferentes métodos de calibração. Os parâmetros de orientação interior das duas câmaras, sendo uma Kodak DCS Pro 14n e outra Sony DSC F828 foram determinados por técnicas de calibração terrestres e aéreas. Os resultados obtidos foram analisados e discutidos. Duas metodologias baseadas nos métodos dos campos mistos e das câmaras convergentes foram utilizadas para a realização das calibrações aéreas. Nos campos de calibração terrestres, plano e tridimensional, as calibrações foram realizadas pelo método das câmaras convergentes. As estabilidades geométricas das duas câmaras foram realizadas com base em testes estatísticos que analisaram a homogeneidade dos parâmetros de orientação interior provenientes das calibrações executadas e também da homogeneidade das precisões e exatidões de aerotriangulações aéreas realizadas com diferentes parâmetros de orientação interior. Os experimentos realizados mostraram que para a realização de aerotriangulações planialtimétricas dentro das precisões adotadas, as duas câmaras podem ser consideradas como sendo geometricamente estáveis no período de tempo compreendido entre as calibrações realizadas.

Abstract: The main objective of the PhD research was the study of geometric stability of two low cost digital cameras, using different methods of calibration. The interior orientation parameters of the two cameras had been determined by terrestrial and aerial techniques of calibration. The Kodak DCS 14n and Sony DSC F828 were the two digital cameras used in this work. The obtained results from all the calibrations performed were analyzed and discussed. Two

methodologies based on the methods of the mixing testfield and the cameras convergent had been used to perform the aerial calibrations. Three-dimensional and horizontal were the types of terrestrial testfields that were used to perform all the calibrations experiments by cameras convergent method. The geometric stabilities of the two cameras had been computed via statistical test that analyzed the homogeneity of the parameters of interior orientation from all performed calibrations. In addition, geometric stabilities of two cameras were also performed by other statistical test that verified the homogeneity of the precisions and accuracies from aerial bundle adjustments performed with different sets of the interior orientation parameters. The results from the performed experiments shown that the two cameras analyzed in this research were considered stables to performed aerial bundle adjustment, in the calibrations time periods and inside of the adopted precisions.

IMPLEMENTAÇÃO DA CORREÇÃO RELATIVÍSTICA SOBRE O TEMPO FORNECIDO PELOS RELÓGIOS DOS SATÉLITES GPS, CAUSADA PELO ACHATAMENTO TERRESTRE (J_2), EM POSICIONAMENTO GPS

Angela Cristina Cararo

Doutorado

Orientador: Luiz Danilo Damasceno Ferreira

Defesa: 28/09/2010

Resumo: Os satélites GPS transmitem sinais de tempo sincronizados, com informações sobre tempo e posição no momento da transmissão. O sistema é baseado no princípio da constância da velocidade da luz num referencial inercial local, com origem geocêntrica. Tanto os relógios dos satélites em movimento, quanto os relógios em repouso sobre a superfície da Terra em rotação são afetados pela dilatação temporal. As diferenças de potencial gravitacional entre os satélites e usuários e suas velocidades relativas são responsáveis por desvios de frequência relativísticos na marcha dos relógios. As correções relativísticas sobre o tempo fornecido pelos relógios dos satélites faz parte do GPS Interface Specification Document (IS-GPS-200D, 2006) e levam em consideração apenas o potencial gravitacional gerado pela Terra considerada esférica e homogênea. Entretanto, com a melhoria nas medidas de tempo efetuadas pelos relógios dos satélites GPS e também com a melhoria na modelagem dos erros envolvidos no processamento de dados GPS, já pode ser possível detectar, em posicionamento GPS, erros causados por efeitos relativísticos que não estão incorporados à correção padrão. Neste trabalho calculam-se as correções relativísticas devidas ao potencial gravitacional gerado pelo achatamento terrestre, J_2 , sobre os tempos fornecidos pelos relógios dos satélites GPS. Em seguida essas correções, que não constam das correções-padrão do IS-GPS-200D, são acrescentadas às observáveis GPS dos arquivos RINEX. Avalia-se então a influência dessas correções, em posicionamento GPS, através de diversas técnicas de processamentos de dados GPS.

Abstract: Timing synchronized pulses are transmitted by GPS satellites, containing information about time and satellite's position in the transmitting moment. GPS System is based in the principle of the constancy of the speed of light in a local inertial reference frame, geocentric origin. Both moving satellites and Earth rotating based clocks are affected by the time dilatation. The gravity potential differences between satellites and users on the Earth surface and their relative velocities yield relativistic frequency shifts in the clock rates. The standard relativistic corrections on the GPS satellite time is stated in the GPS Interface Specification Document (IS-GPS-200D, 2006) and account only for the spherical homogeneous Earth gravity potential. However, considering the current improved GPS satellite's time measurements and improved modeling of GPS data processing errors, may already be possible to detect, in GPS positioning, errors caused by relativistic effects that are not incorporated into the standard corrections. In this work we compute the relativistic corrections due to the gravitational potential generated by flattening potential J_2 , on the GPS satellites time. Then, these corrections, not accounted in the IS-GPS-200D document, are added to the RINEX GPS observables. Finally, the influence of these corrections in GPS positioning is evaluate, through some GPS processing techniques.