

ADAPTAÇÃO DA FILTRAGEM DISCRETA DE KALMAN PARA ATENUAÇÃO DE RUÍDOS EM ALTITUDES ELIPSOIDAIS OBTIDAS POR RECEPTORES GPS

Kelvin William de Souza Siqueira¹

Claudia Pereira Krueger²

Anderson Renato Viski³

Daniel Rodrigues dos Santos⁴

Clauber Rogério da Costa⁵

1 – Universidade Federal do Paraná – Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura - (kelvin.siqueira12@gmail.com)

2 – Universidade Federal do Paraná – Departamento de Geomática - (ckrueger@ufpr.br)

3 – Universidade Federal do Paraná – Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas - (anderviski@gmail.com)

4 – Universidade Federal do Paraná – Departamento de Geomática - (danielsantos@ufpr.br)

5 – Universidade Federal do Paraná – Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura - (clauber@ufpr.br)

ABSTRACT

The quality of a point position estimated by GPS is affected by several external and internal factors, resulting in dispersed data. It's important this noise be minimized until the information can be verified with the best possible accuracy. This paper has exactly this objective, once that the errors minimization is one of the focus of the Spatial Geodesy and Hydrography Laboratory (LAGEH). It has been proposed the developing of a filter who estimates with better precision the value of the ellipsoidal height of the water masses level, smoothing the eulerian platform data. It has been chosen the adaptation of the Discreet Kalman Filter to be applied in the positioning of the buoys in moderated or sudden water blade. After some computational simulations and tests with collected field data, the interpretation of the filtering might be possible. The mean calculated with de pos-filtered data from the simulations were nearer from the real values, while your behavior allowed a nicer visual interpretation. The tests with the collected field data allowed a verification of the amplitude data minimization, from 3.29 cm to constant heights until 5.63 m to ranging water blades, improving the accuracy of the mean.

Keywords: Kalman Filter, Noise Attenuation, Ellipsoidal Height, Eulerian Buoy, Satellite Signals

INTRODUÇÃO

O GPS (*Global Positioning System*) é uma importante ferramenta para diversas aplicações em Ciências Geodésicas, tais como, navegação e posicionamento de veículos terrestres, aéreos e marítimos, monitoramento de atividades geológicas, atmosféricas e oceanográficas, entre outras. O GPS é capaz de fornecer informações de velocidade e posição (ϕ, λ, h) de um dispositivo móvel ou estático de forma rápida e

precisa. Com isto, é possível monitorar massas d'água a partir da embarcação de uma antena GPS em boias aquáticas. Como as observações realizadas por qualquer equipamento sofrem flutuações probabilísticas devido aos efeitos de multicaminhamento, da troposfera, da ionosfera, da influência da posição dos satélites no espaço, da perda de ciclos, do relógio do receptor, entre vários outros (ABREU, 2007), essas informações devem ser devidamente tratadas a fim de não afetarem a qualidade das observações obtidas. Dentre as coordenadas geográficas aquela que apresenta pior precisão é a altitude elipsoidal, oferecendo maior dispersão e incerteza dos dados. Neste trabalho é proposto uma adaptação do filtro discreto de Kalman para atenuar os ruídos dos dados de altitude elipsoidal. As coordenadas geográficas são obtidas por uma antena GPS ambarcada em uma boia aquática de baixo custo, desenvolvida pelo Laboratório de Geodésia Espacial e Hidrografia, da Universidade Federal do Paraná (LAGEH/UFPR), para monitorar massas d'água. Para verificar o comportamento do método proposto foram realizados 5 testes com dados simulados e os resultados encontrados apresentam uma precisão em torno de 2 vezes melhor após a aplicação do método proposto.

METODOLOGIA

Para verificar o potencial do método proposto foram realizados 5 testes com dados simulados: 1) duas simulações computacionais, que visaram o estudo do comportamento do filtro em atenuar os ruídos e modelar a tendência dos dados de entrada, tanto para estimativa de altitudes elipsoidais constantes, quanto para registro da variação de altitude; 2) Um teste de convergência, cujo foco é a capacidade do filtro em fazer com que os dados convergissem para um valor com melhor acurácia, de posse dos dados de um rastreo relativo cinemático (Estação UFPR, da RBMC, como base) num pilar cujas coordenadas precisas já eram conhecidas (PILAR2000 da BCAL/UFPR); e 3) Dois testes envolvendo dados de levantamentos em lâminas d'água (sem variação e com variação, chamados Levantamento 1 e Levantamento 2, respectivamente), para verificar como se dava a funcionalidade do filtro discreto de Kalman, quando os rastreios se davam em ambientes não-controlados.

RESULTADOS E ANÁLISES

A Figura 01 ilustra o comportamento tanto dos dados de entrada quanto dos dados de saída do Levantamento 1, enquanto a Figura 02 mostra a mesma situação respectiva ao Levantamento 2.

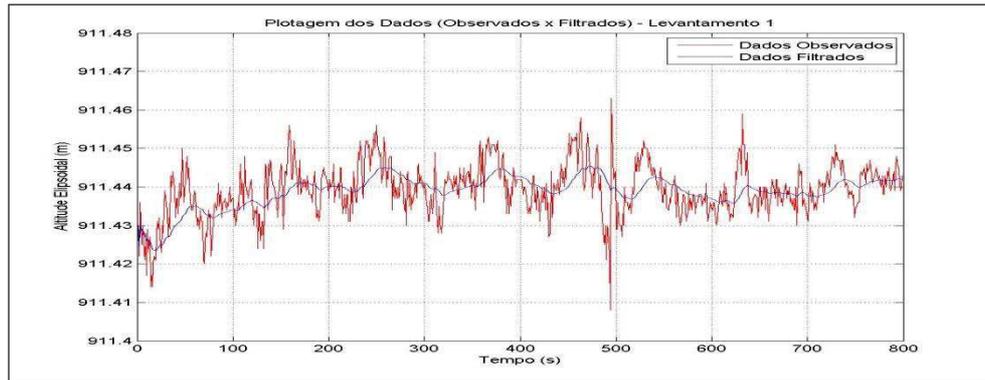


Figura 01. Comportamentos dos Dados do Levantamento 1.

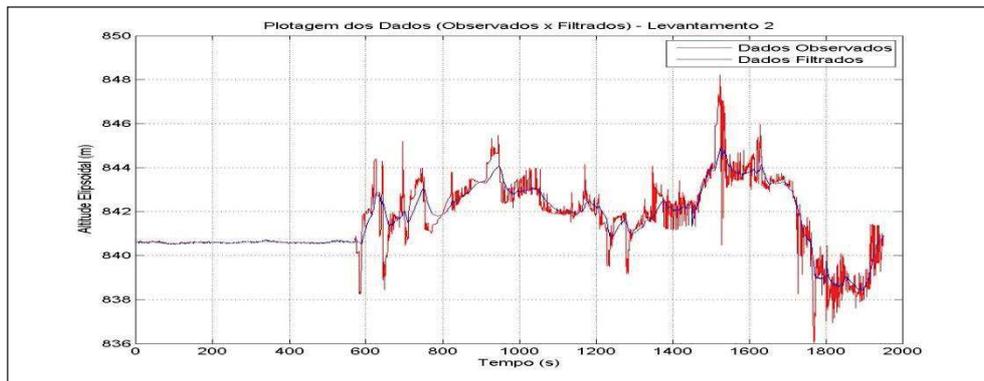


Figura 02. Comportamento dos Dados do Levantamento 2.

Percebe-se, ao visualizar as Figuras 01 e 02, que os dados após a aplicação do filtro discreto de Kalman mostra um comportamento suavizado das variações apresentadas pelos dados observados. É claramente visível a redução da amplitude após a filtragem, provando o funcionamento do filtro em diminuir a dispersão dos dados sem degradar a convergência. Ou seja, as informações de entrada e de saída flutuam ao redor dos mesmos valores, mas suas amplitudes são diferentes. Pode-se dizer que os dados pós-filtragem se encontram mais próximos do valor de simetria.

A Tabela 01 apresenta as informações estatísticas referente a ambos os levantamentos. Ressalta-se que a acurácia, para fins práticos, foi admitida como o desvio padrão da média do conjunto. Ela nos dá uma noção ampla da eficiência do filtro para casos de altitude sem variação e para aqueles com variação. Lembrando que o Levantamento 2 registra a variação da lâmina d'água, ou seja, os valores da média, desvio padrão e acurácia relativa apenas servem de comparação entre os dados antes e após a filtragem. Repara-se, agora numericamente, como as amplitudes e desvios padrão são de fato reduzidos. A acurácia é consideravelmente melhorada, uma vez que é função do desvio-padrão.

TABELA 01 – INFORMAÇÕES ESTATÍSTICAS DOS LEVANTAMENTOS

	Levantamento 1 - Dados Observados	Levantamento 1 - Dados Filtrados	Levantamento 2 - Dados Observados	Levantamento 2 - Dados Filtrados
Media	911,4393 m	911,4392 m	841, 6281 m	841,6137 m
Número de Observações	800	800	1951	1951
Amplitude máxima	5,50 cm	2,21 cm	12,1746 m	6,5451 m
Desvio Padrão Amostral	2,2 cm	1,3 cm	1,614 m	1,389 m
Acurácia	0,8 mm	0,5 mm	3,65 cm	3,14 cm
Maior diferença entre saída e entrada	3,12 cm	3,12 cm	4,2786 m	4,2786 m

CONCLUSÕES

Este trabalho propôs uma adaptação do filtro discreto de Kalman para ajustamento das altitudes elipsoidas obtidas por um receptor GPS embarcado em uma boia para monitoramento de massas d'água. A partir dos testes realizados, obtiveram-se resultados de acordo com aqueles esperados. Foi possível observar como os dados pós-filtrados se aproximaram do valor verdadeiro nos experimentos onde este era conhecido. Observou-se também como a estimativa do filtro permite uma convergência da média a um resultado de melhor acurácia que os dados observados. Amplitudes, discrepâncias e deslocamentos foram consideravelmente reduzidos após aplicação do método proposto.

Deste modo, entende-se que o filtro adaptado pelo Laboratório de Geodésia e Hidrografia (LAGEH) possui resultados confiáveis e é recomendado para o estudo do comportamento superficial de massas d'água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

As referências bibliográficas deverão seguir as normas internacionais, ISO690 e ISO690-2, para referências a documentos eletrônicos. A fonte deverá ser arial 10, normal, com espaçamento simples.

VISKI, A. R.; WERLICH, R. M. C. Protótipos de Equipamentos Visando o Monitoramento do Nível de Água e das Correntes de um Reservatório. Monografia (Graduação em Engenharia Cartográfica) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

ABREU, M. A.; Análise da Qualidade dos Dados GPS: Estudo de Caso da Estação de Cananéia. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes. Departamento de Engenharia de Transportes. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.