

INTERPOLAÇÃO DE DADOS DE CAMPO POTENCIAL ATRAVÉS DA CAMADA EQUIVALENTE.

Mendonça, C. A. (Doutorado)

Data de Aprovação: 05.10.1992

Comissão Examinadora:

*Dr. João Batista C. da Silva (Orientador), Dr. Douglas P. O'Brien,
Dr. Marco Polo P. da Boa Hora, Dr. Nelsi Cogô de Sá, Dr. Wladimir Shukowsky.*

O uso da técnica da camada equivalente na interpolação de dados de campo potencial permite levar em consideração que a anomalia, gravimétrica ou magnética, a ser interpolada é uma função harmônica. Entretanto, esta técnica tem aplicação computacional restrita aos levantamentos com pequeno número de dados, uma vez que ela exige a solução de um problema de mínimos quadrados com ordem igual a este número. Para viabilizar a aplicação da técnica da camada equivalente aos levantamentos com grande número de dados, nós desenvolvemos o conceito de observações equivalentes e o método EGTG, que, respectivamente, diminui a demanda em memória do computador e otimiza as avaliações dos produtos internos inerentes à solução dos problemas de mínimos quadrados. Basicamente, o conceito de observações equivalentes consiste em selecionar algumas observações, entre todas as observações originais, tais que o ajuste por mínimos quadrados, que ajusta as observações selecionadas, ajusta automaticamente (dentro de um critério de tolerância pré-estabelecido) todas as demais que não foram escolhidas. As observações selecionadas são denominadas observações equivalentes e as restantes são denominadas observações redundantes. Isto corresponde a partir o sistema linear original em dois sistemas lineares com ordens menores. O primeiro com apenas as observações equivalentes e o segundo apenas com as observações redundantes, de tal forma que a solução de mínimos quadrados, obtida a partir do primeiro sistema linear, é também a solução do segundo sistema. Este procedimento possibilita ajustar todos os dados amostrados usando apenas as observações equivalentes e não todas as observações originais) o que reduz a quantidade de operações e a utilização de memória pelo computador. O método EGTG consiste, primeiramente, em identificar o produto interno como sendo uma integração discreta de uma integral analítica conhecida e, em seguida, em substituir a integração discreta pela avaliação do resultado da integral analítica. Este método deve ser aplicado quando a avaliação da integral analítica exigir menor quantidade de cálculos do que a exigida para computar a avaliação da integral discreta. Para determinar as observações equivalentes, nós desenvolvemos dois algoritmos iterativos denominados DOE e DOEG. O primeiro algoritmo identifica as observações equivalentes do sistema linear como um todo, enquanto que o segundo as identifica em subsistemas disjuntos do sistema linear original. Cada iteração do algoritmo DOEG consiste de uma aplicação do algoritmo DOE

em uma partição do sistema linear original. Na interpolação, o algoritmo DOE fornece uma superfície interpoladora que ajusta todos os dados permitindo a interpolação na forma global. O algoritmo DOEG, por outro lado, otimiza a interpolação na forma local uma vez que ele emprega somente as observações equivalentes em contraste com os algoritmos existentes para a interpolação local que empregam todas as observações. Os métodos de interpolação utilizando a técnica da camada equivalente e o método da mínima curvatura foram comparados quanto às suas capacidades de recuperar os valores verdadeiros da anomalia durante o processo de interpolação. Os testes utilizaram dados sintéticos (produzidos por modelos de fontes prismáticas) a partir dos quais os valores interpolados sobre a malha regular foram obtidos. Estes valores interpolados foram comparados com os valores teóricos, calculados a partir do modelo de fontes sobre a mesma malha, permitindo avaliar a eficiência do método de interpolação em recuperar os verdadeiros valores da anomalia. Em todos os testes realizados o método da camada equivalente recuperou mais fielmente o valor verdadeiro da anomalia do que o método da mínima curvatura. Particularmente em situações de sub-amostragem, o método da mínima curvatura se mostrou incapaz de recuperar o valor verdadeiro da anomalia nos lugares em que ela apresentou curvaturas mais pronunciadas. Para dados adquiridos em níveis diferentes, o método da mínima curvatura apresentou o seu pior desempenho, ao contrário do método da camada equivalente que realizou, simultaneamente, a interpolação e o nivelamento. Utilizando o algoritmo DOE foi possível aplicar a técnica da camada equivalente na interpolação (na forma global) dos 3137 dados de anomalia ar-livre de parte do levantamento martinho Equant-2 e 4941 dados de anomalia magnética de campo total de parte do levantamento aeromagnético Caruari-Norte. Os números de observações equivalentes identificados em cada caso foram, respectivamente, iguais a 294 e 299. Utilizando o algoritmo DOEG nós otimizamos a interpolação (na forma local) da totalidade dos dados de ambos os levantamentos citados. Todas as interpolações realizadas não seriam possíveis sem a aplicação do conceito de observações equivalentes. A proporção entre o tempo de CPU (rodando os programas no mesmo espaço de memória) gasto pelo método da mínima curvatura e pela camada equivalente (interpolação global) foi de 1:31. Esta razão para a interpolação local foi praticamente de 1:1.

ABSTRACT

THE GRIDDING OF SCATTERED POTENTIAL FIELD DATA USING THE EQUIVALENT LAYER—*The equivalent layer technique is an useful tool to incorporate (in the process of interpolation of potential field data) the constraint that the anomaly is a harmonic function. However, this technique can be applied only in surveys with small number of data points because it demands the solution of a least-squares problem involving a linear system whose order is the number of data. In order to make feasible the application of the equivalent layer technique to surveys with large data sets we developed the concept of equivalent data and the EGTG method. Basically, the equivalent data principle consists in selecting a subset of the data such that the least-squares fitting obtained using only this selected subset will also fit all the remaining data within a threshold value. The selected data will be called equivalent data and the remaining data, redundant data. This is equivalent to splitting the original linear systems in two sub-systems. The first one related with the equivalent data and, the second one, with the redundant data in such way that, the least-squares solution obtained by the first one, will reproduce all the redundant data. This procedure enables fitting all the measured data using only the equivalent data (and not the entire data set) reducing, in this way, the amount of operations and the demand of computer memory. The EGTG method optimizes the evaluation of dot products in solving least-squares problems. First, the dot product is identified as being a discrete integration of a known analytic integral. Then, the evaluation of the discrete integral is approximated by the evaluation of the analytic integral. This method should be applied when the evaluation of analytic integral needs less computational efforts than the discrete integration. To determine the equivalent data we developed two algorithms namely DOE and DOEG. The first one identifies the*

equivalent data of the whole linear systems while the second algorithm identifies the equivalent data in subsystems of the entire linear systems. Each DOEG's iteration consists of one application of the DOE algorithm in a given subsystem. The algorithm DOE yields an interpolating surface that fits all data points allowing a global interpolation. On the other hand, the algorithm DOEG optimizes the local interpolation because it employs only the equivalent data while the other current algorithms for local interpolation employ all data. The interpolation methods using the equivalent layer technique was comparatively tested with the minimum curvature method by using synthetic data produced by prismatic source model. The interpolated values were compared with the true values evaluated from the source model. In all tests, the equivalent layer method had a better performance than the minimum curvature method. particularly, in the case of bad sampled anomaly, the minimum curvature method does not recover the anomalies at the points where the anomaly presents high curvature. For data acquired at different levels, the minimum curvature method presented the worse performance while the equivalent layer produced very good results. By applying the DOE algorithm, it was possible to fit, using an equivalent layer model, 3137 gravity free-air data and 4941 total field anomaly data from the marine Equant-2 Project and the aeromagnetic Carauari-Norte Project, respectively. The DOEG algorithm was also applied in the same data sets optimizing the local interpolation. It is important to stress that none of these applications would have been possible without the concept of equivalent data. The ratio between CPU times (executing the programs with the same memory allocation) required by the minimum curvature method and the equivalent layer method in global interpolation was 1:31. This ratio was 1:1 in local interpolation.