



Detecção de fraturas em poços por meio do algoritmo Fuzzy

Josué Higinio Guimarães (UFOPA) *, Claudilene Silva Rufino (UFOPA), Eliaquim Monteiro Ramos (UFOPA)

Copyright 2017, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 15th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 31 July to 3 August, 2017.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 15th International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

The present work proposes to detect fractures in wells using the Fuzzy approach. In order to reach the objective, some morphological operators were used, such as: erosion and dilation, found in MATLAB. In the MATLAB environment, algorithms have been developed to segment and identify targets.

Introdução

O processamento de imagens digitais envolve procedimentos normalmente expressos sob forma algorítmica. Vale ressaltar que a maioria das funções do processamento de imagens pode ser implementada via software (Marques Filho e Vieira Neto, 1999).

A primeira etapa do processamento de imagem é denominada segmentação. O termo segmentação vem do termo em inglês "image segmentation", criado durante os anos 80 (Fu e Mui, 1980). Esta área representa até hoje uma linha de pesquisa importante do processamento de imagens, principalmente por ela está na base de todo o processamento de informação em uma imagem.

Segmentar consiste, na realidade, na divisão da imagem em diferentes regiões, que serão posteriormente analisadas por algoritmos especializados em busca de informações ditas de "alto-nível".

A segmentação de imagens é um processo baseado no agrupamento ou delimitação de pixels similares estatisticamente a partir de um critério predefinido ou na análise das diferenças nos valores digitais da imagem. Os procedimentos para segmentação de imagens são uns dos principais assuntos pesquisados na área de análise de imagens dos últimos anos, os quais buscam, em muitos casos, extrair de forma automática todas as feições de interesse a partir de um objeto delimitado (Batz e Schäpe, 2000).

De acordo com Moigne e Tilton (1995), na segmentação os pixels da imagem são agrupados em compartimentos em consonância com propriedades, tais como: níveis de cinza contraste, valores espectrais ou textura, a qual incorpora atributos espaciais e de contexto.

A segmentação produzida diretamente sobre a imagem usando o método de crescimento de regiões é um dos mais usados, bem como a geração de bacias através da detecção de bordas resultantes da passagem de filtros, o qual produz informação espacial útil.

No início do processo de segmentação, a região pode ser um pixel ou um conjunto de pixels. Segundo Moreira (2003), para cada região o segmentador calcula os seguintes atributos espectrais: média, variância e textura. A agregação das regiões é feita segundo os critérios de similaridade e de área, que são fornecidos pelo analista.

Neste trabalho foi utilizada a técnica de segmentação através da detecção das bordas e o método Fuzzy C-means (FCM). Portanto, o método Fuzzy C-means (FCM) rotula as classes com as mesmas similaridades em níveis de cinza. O algoritmo FCM é uma versão nebulosa do método K-means, empregado para classificar um universo de amostras em categorias nebulosas de acordo com a sua disposição no espaço euclidiano.

De acordo com Bezdek (1981), a ferramenta Fuzzy minimiza uma função objetivo, a qual mede a adequação entre os indivíduos e os clusters. A função objetivo é definida através da Equação (1),

$$J_2(U, G) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c u_{ik}^m \Phi(x_k, g_i) \quad (1)$$

onde: U é uma matriz de pertinência $\{u_{ik}\}$ ou apenas pertinência do indivíduo K ao cluster c_i ; G é o vetor de protótipos dos clusters ou centroides (means) $(g_1 \dots g_c)$ $g_i = (g_{i1} \dots g_{ip})$; m representa um fator de nebulosidade e define a faixa de nebulosidade que existe entre uma categoria e outra (quando m tende a 1 matriz U tende ser rígida, ou seja, um elemento poderá pertencer somente a uma categoria); $\Phi(x_k, g_i)$ é o quadrado da distância Minkowski, ou Euclidiana, a qual mede a dissimilaridade entre um indivíduo k e um protótipo de cluster i .

Tanto o algoritmo de segmentação através da detecção das bordas, quanto o método Fuzzy C-means foram desenvolvidos no ambiente MATLAB (R2012b, com licença institucional da Universidade Federal do Oeste do Pará, sob o número: 880870), com finalidade de identificar as fraturas de poços em imagens UBI (Figura 1).

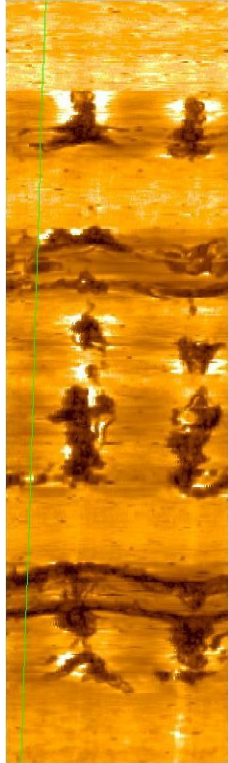


Figura 1 – Representação da imagem UBI

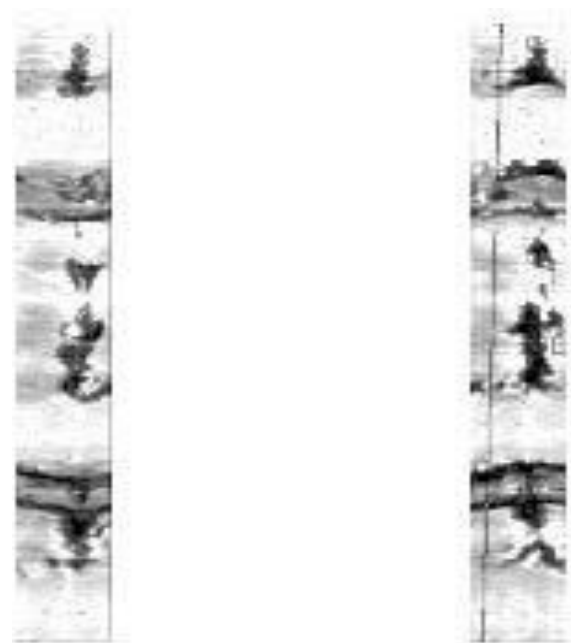
De acordo com Ruela e Guerra (2010), as fraturas são elementos estruturais de grande importância em geologia, como por exemplo: em Geologia Aplicada: na construção de túneis, barragens, estradas, etc. Para a indústria do Petróleo a presença de fraturas são muito mais importantes pelas suas características como condutos de fluidos em reservatórios compactados, e pela sua capacidade de armazenamento.

Métodos

A metodologia para a implementação deste trabalho consiste, basicamente, no desenvolvimento de sistemas (algoritmos de segmentação) para detectar fraturas.

Para a segmentação através das boras, inicialmente foi feita a leitura da imagem, procedimento no qual foi utilizada a função *imread* no processamento da imagem (Figura 1).

Foi executada a transformação das cores da imagem, processo que foi realizado pelo operador *rgb2gray*, onde os valores RGB foram convertidos para tons de cinza. Logo após foi feita uma divisão da imagem, a qual tinha como objetivo facilitar na detecção dos contornos, sendo essa feita na imagem em nível de cinza (Figura 2 (a) e (b)).

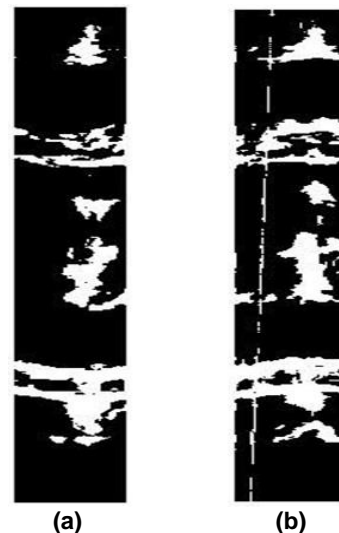


(a)

(b)

Figura 2 – Ilustração da divisão da imagem

Em seguida foi feita a limiarização, considerada uma etapa importante no processamento de imagens, principalmente em procedimentos de segmentações e classificações, segundo Gonzalez e Wints (1987). O princípio da limiarização consiste em separar as regiões de uma imagem quando esta apresenta duas classes (o fundo e o objeto). Devido ao fato da limiarização produzir uma imagem binária, o processo também é denominado, muitas vezes, binarização (Figura 3 (a) e (b)).



(a)

(b)

Figura 3 – Procedimento de binarização da imagem

Foram selecionados os objetos de interesse na Figura 3 (a) binarizada. Na Figura 4 pode-se observar os alvos especificados.



Figura 4 – Representação da imagem com os alvos especificados

Também foram realizadas as aplicações dos operadores morfológicos (erosão e dilatação). Sendo utilizadas primeiramente a dilatação e posteriormente a erosão, com o propósito de melhorar a qualidade visual das fraturas a serem extraídas da Figura 1, e por meio do operador *bwselect* foi obtida a Figura 5 (c). A Figura 5 apresenta alguns procedimentos realizados.

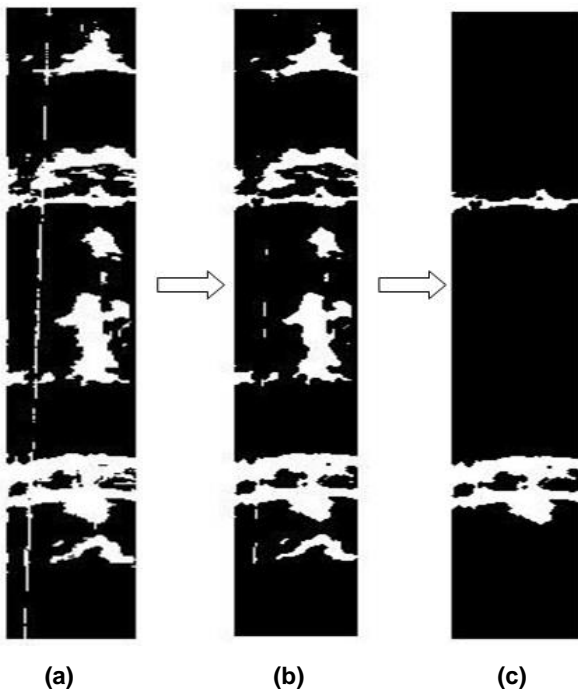


Figura 5 – (a) imagem binarizada; (b) imagem que representa a aplicação dos operadores morfológicos; (c) imagem com os alvos selecionados

Estas etapas foram realizadas em relação a segmentação. Já na classificação através do operador Fuzzy C-means, foram feitos os seguintes procedimentos: leitura da imagem, a escolha das bandas espectrais. Para implementar o operador Fuzzy C-means foram utilizadas as componentes R e G, devido o contraste que é evidente entre as classes em níveis de cinza nas duas bandas espectrais. A Figura 6 ilustra as bandas R e G.

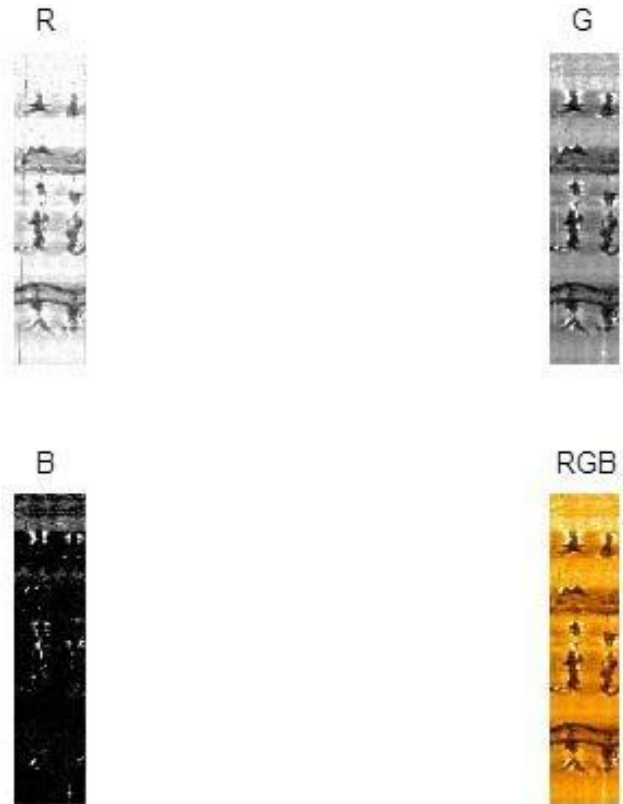


Figura 6 – Componente R, componente G, componente B, imagem original RGB.

Resultados

Foram obtidos resultados, tanto a partir da segmentação baseada na detecção de bordas como através da classificação utilizando do operador FCM implementados no software MATLAB. De acordo com Moreira (2003), a segmentação é um procedimento adotado antes da fase da classificação. A Figura 7 apresenta os dados determinados.

Para detectar as bordas foram utilizados alguns operadores morfológicos para melhorar a imagem no processo de segmentação. As bordas na imagem caracterizam os contornos e são bastante úteis para segmentação e identificação de objetos. A através da ferramenta *bwboundaries* foi possível realizar esse procedimento.

No algoritmo FCM foram definidas as bandas espectrais e o número de classes espectrais, que neste caso foram duas. As fraturas que são representadas especificamente por uma curva senoide e possui uma coloração mais

escura e a classe mais clara que denominamos fundo da imagem.

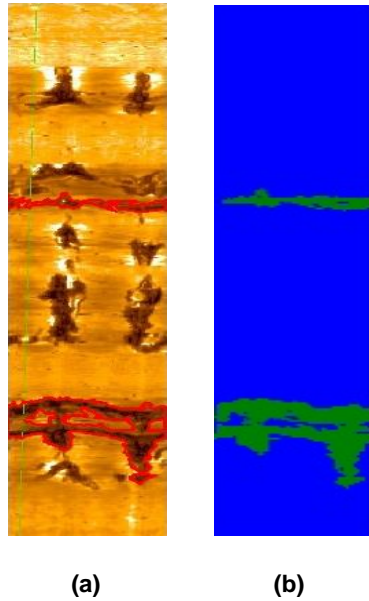


Figura 7 – (a) imagem segmentada; (b) imagem classificada

Conclusões

A técnica computacional foi capaz de classificar corretamente os alvos de interesse (*foreground*), haja vista que a imagem apresenta vários objetos similares com os alvos encontrados. Pretende-se avaliar a detecção de fraturas utilizando os métodos kmeans e redes neurais em trabalhos futuros.

Agradecimentos

Agradecemos a UFOPA por disponibilizar o software para o desenvolvimento do trabalho.

References

- Baatz, M.; Schäpe, A. **Multiresolution Segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation**. In: *Angewandte Geogr. Informationsverarbeitung XII*, Heidelberg, 2000. Disponível em: <http://www.definiens.com/pdf/publications/baatz_FP_12.pdf>. Acesso em: 12 Jan. 2016.
- Bezdek, J.C. **Pattern recognition with fuzzy objective function algorithms**. New Works: Plenum Press, 1981.
- Fu, K.S; Mui, J.K. **A survey on image segmentation**-Pattern Recognition vol. No 13 p.3- 16, 1980.
- Gonzalez, R. C; Wints, P. **Digital image processing**. 2a ed., Massachusetts, Addison Wesley, 1987.
- Marques Filho, O; Vieira Neto, H. **Processamento Digital de Imagens**. Rio de Janeiro: Brasport, 1999.
- Moigne, J. L.; Tilton, J. C. Refining image segmentation by integration of edge and region data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**. v. 33, n. 3, 1995.

Moreira, M.A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003.

Ruela, X. A; Guerra. E.C. **Deteção de Fraturas em Imagem de Perfis Geofísicos de Poço com Morfologia Matemática**. : Anais III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação., Recife, 27-30 Julho de 2010.