

CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS TOMOGRÁFICAS DE CIÊNCIA DOS SOLOS UTILIZANDO REDES NEURAI E COMBINAÇÃO DE CLASSIFICADORES

Breve, Fabricio A.¹; Mascarenhas, Nelson D. A.¹
fabricio@dc.ufscar.br

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Departamento de Computação, Universidade Federal de São Carlos

Reconhecimento de Padrões é uma área utilizada em âmbito multidisciplinar, com diversas abordagens. Uma delas é a aplicação em imagens de tomografia computadorizada, obtidas mais comumente para fins de diagnóstico médico, mas que também vêm sendo utilizadas nas mais variadas aplicações, inclusive Ciência dos Solos. O objetivo deste trabalho é estudar e discutir o desempenho de classificadores baseados em redes neurais e da combinação de classificadores na identificação de materiais em imagens multiespectrais de Ciência de Solos obtidas através de tomografia computadorizada. Os resultados foram avaliados através do coeficiente Kappa.

A EMBRAPA Instrumentação Agropecuária da cidade de São Carlos projetou e construiu um minitomógrafo para obtenção de imagens de Ciências de Solos. Com este equipamento, imagens podem ser adquiridas com o uso de diferentes fontes de energia: raios gama provenientes de fontes radioativas ou raios-X com múltiplas energias. Foram desenvolvidas duas dissertações de mestrado nas quais foram aplicadas técnicas de classificação com o intuito de identificar materiais em imagens obtidas através de testes não destrutivos com tecnologia do minitomógrafo da EMBRAPA, utilizando raios- Γ e raios-X com múltiplas energias [HOMEM,1998]. Também foram utilizados classificadores cujas saídas foram combinadas com diferentes tipos de combinadores, mostrando que com a combinação de resultados é possível obter resultados melhores que os fornecidos por cada classificador individualmente [PONTI, 2004]. Com as crescentes pesquisas em técnicas de reconhecimento de padrões baseadas em redes neurais e sistemas de combinação de classificadores, abre-se espaço para propor e apresentar novos algoritmos para classificação das imagens e para combinação de classificadores. Neste contexto as Redes Neurais surgem como uma extensão das muitas técnicas convencionais que vêm sendo desenvolvidas por décadas. Em determinados tipos de problema as Redes Neurais apresentam muitas vantagens com relação aos classificadores tradicionais.

Foi construído um corpo de prova (ou phantom) em plexiglass – que é um tipo de polímero – e tem um formato cilíndrico contendo quatro espaços (também de forma cilíndrica) onde são colocados os materiais a serem analisados. Nele foram inseridos 4 tipos de materiais: cálcio, fósforo, alumínio e água, conforme diagrama mostrado na Figura 1. Foram geradas imagens deste corpo de prova utilizando o tomógrafo descrito e as imagens geradas são objetos de estudo deste trabalho. Para obtenção das projeções foram empregadas duas fontes de raios- Γ (Césio e Amerício) e duas fontes de raios-X disponíveis. As energias provenientes do césio e do amerício são 662keV e 60keV, respectivamente e as duas energias provenientes de raios-X são 40keV e 85keV, sendo que as duas últimas foram escolhidas a partir da análise do comportamento dos coeficientes de atenuação de cada material a ser identificado, de forma a obter melhor capacidade discriminatória. Foram utilizadas imagens com alto nível de ruído para verificar a eficiência dos classificadores propostos mesmo com imagens de baixa qualidade. Assim foram geradas quatro imagens de 65x65 pixels, cada uma correspondendo a uma das energias utilizadas, conforme mostrado na Figura 2.

No procedimento de classificação as quatro imagens são combinadas como bandas de uma única imagem multiespectral. Foram consideradas 6 classes: Água, Alumínio, Fósforo, Cálcio, Plexiglass e Fundo da imagem. A probabilidade a priori foi considerada igual para todas as classes por não haver informações que pudessem ser utilizadas.

Para o treinamento e teste foram escolhidas 80 amostras de cada classe, em janelas de 10x8 pixels, totalizando 480 amostras. O conjunto de amostras foi subdividido em dois conjuntos de 240 amostras cada, sendo que um conjunto foi destinado ao treinamento dos classificadores e o outro conjunto foi destinado ao teste dos classificadores treinados, seguindo assim a técnica de hold-out.

Os classificadores escolhidos para o trabalho são baseados em Redes Neurais e são: o Perceptron de Múltiplas Camadas e as Redes de Função de Base Radial. Para a combinação foram

utilizados a técnica de Bagging, os combinadores Decision Templates (DT) e Dempster-Shafer (DS). Todos os testes foram repetidos 100 vezes devido à instabilidade característica dos classificadores baseados em Redes Neurais, principalmente o Perceptron de Múltiplas Camadas. Foram utilizados de 2 a 25 neurônios (nós) na camada intermediária. Os gráficos das Figuras 3 e 4 mostram o desempenho dos classificadores individuais e de cada combinador para o Perceptron de Múltiplas Camadas e as Redes de Função de Base Radial respectivamente.

Analisando os resultados é possível observar que o desempenho dos classificadores melhorou com o uso de combinadores, principalmente quando o número de neurônios na camada oculta é pequeno. O método de Bagging foi o melhor para Redes de Função de Base Radial, enquanto que Decision Templates e Dempster-Shafer foram melhores para o Perceptron de Múltiplas Camadas.

Os resultados obtidos nestes experimentos mostraram que o uso de redes neurais é viável para a classificação de imagens tomográficas de Ciência dos Solos. O uso de combinadores melhorou significativamente o desempenho das redes neurais individuais, sendo portanto recomendado o uso destas técnicas para obter melhores resultados.

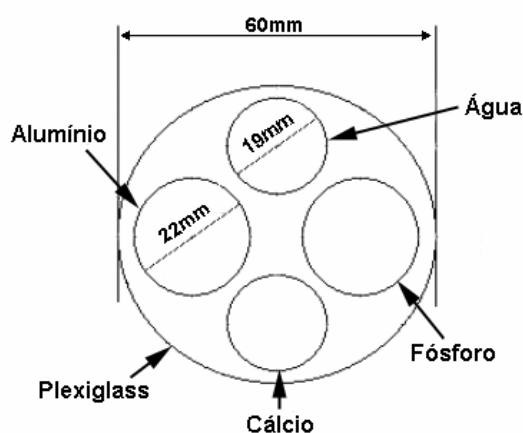


FIGURA 1 – Diagrama de construção do corpo de prova (phantom)

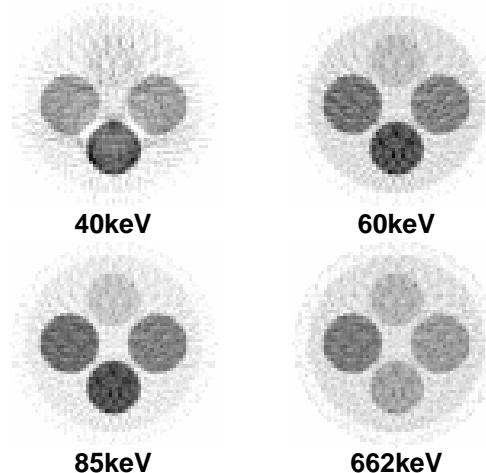


FIGURA 2 - Imagens adquiridas com energias de 40, 60, 85 e 662 keV.

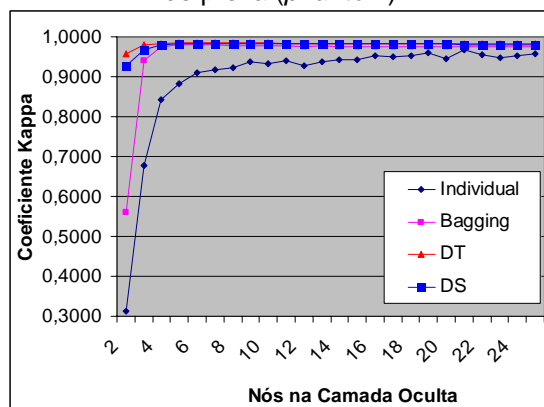


FIGURA 3 – Variação do Coeficiente Kappa médio para o Perceptron de Múltiplas Camadas

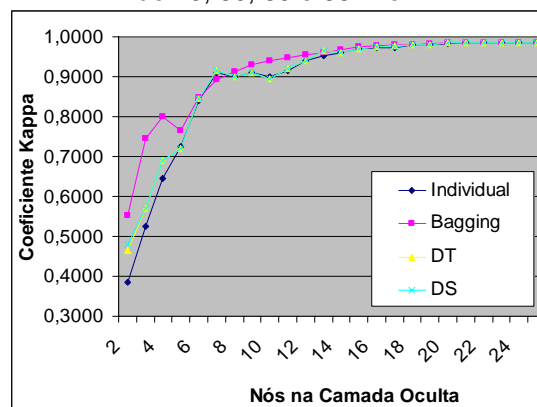


FIGURA 4 – Variação do Coeficiente Kappa médio para Redes de Função de Base Radial

Referencias Bibliográficas:

HOMEM, M. R. P. **Técnicas de Reconhecimento de Padrões Aplicadas a Imagens Tomográficas Adquiridas com Múltiplas Energias**. Dissertação de mestrado, DC-UFSCar: São Carlos, 1998, 200p.

PONTI JR, M. P. **Combinação de Múltiplos Classificadores para Identificação de Materiais em Imagens Ruidosas**. Dissertação de mestrado, DC-UFSCar: São Carlos, 2004, 76p.

Agradecimentos: Dr. Paulo E. Cruvinel, Instituições Financiadoras: CAPES e FAPESP