

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

FAPESP

CAPES

Fabricio A. Breve, Nelson D. A. Mascarenhas
UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington Luís, Km 235, SP, Brasil
{fabricio,nelson}@dc.ufscar.br



Abstract: Pattern Recognition is a subject being used in a multidisciplinary scope, with different approaches. One of them is its application in computerized tomography images, commonly acquired in order to do medical diagnosis, but they have been used in several other applications as well, including Soil Science. The objective of this work is to study and to discuss the performance of neural network-based classifiers (Multilayer Perceptron and Radial Basis Functions) and classifier combiners (Bagging, Decision Templates and Dempster-Shafer) applied to identify materials in Soil Science multispectral images, acquired using Computerized Tomography. The results were evaluated by error estimation by Hold-Out and the Kappa coefficient.

1. Introdução

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 como Césio (^{137}Cs) e Amerício (^{241}Am) ou raios-X com múltiplas energias. Neste trabalho são apresentados métodos para identificação de materiais em imagens tomográficas de solo utilizando técnicas de reconhecimento de padrões baseadas em redes neurais e combinação de classificadores.

2. Metodologia

Foi construído um corpo de prova (ou phantom) em plexiglass, formato cilíndrico contendo quatro espaços 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.

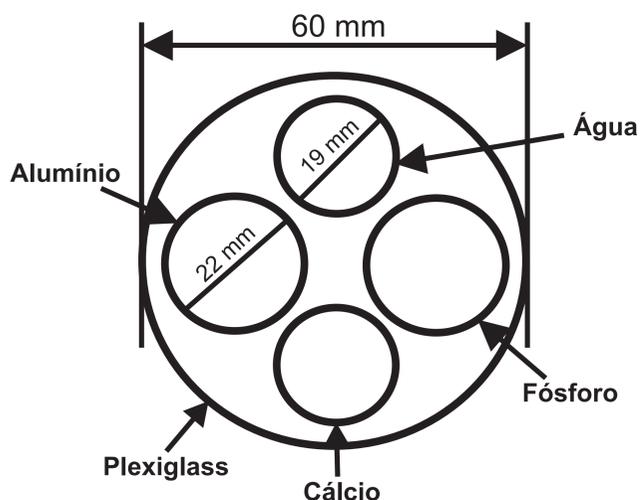


Figura 1 – Diagrama de construção do corpo de prova(phantom)

Foram geradas imagens deste corpo de prova utilizando o tomógrafo descrito. 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. 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.

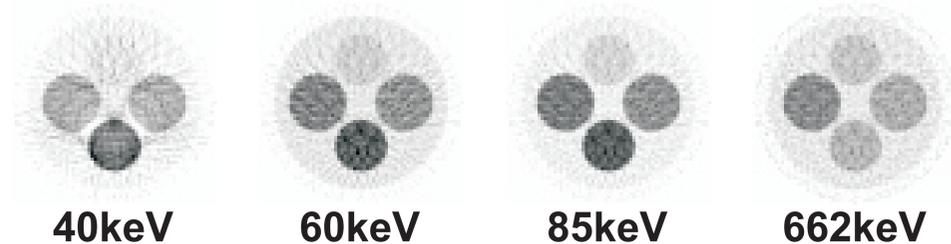


Figura 2 - Imagens adquiridas

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, um para treinamento e outro para teste, seguindo assim a técnica de hold-out.

Os classificadores utilizados foram: Perceptron de Múltiplas Camadas e Redes de Função de Base Radial. Para a combinação foram utilizados a técnica de Bagging, os combinadores Decision Templates (DT) e

Dempster-Shafer (DS). Posteriormente também combinamos as técnicas: Bagging com DT (BAGDT), e Bagging com DS (BAGDS).

Todos os testes foram repetidos 100 vezes devido à instabilidade característica dos classificadores baseados em Redes Neurais, principalmente o Perceptron. Foram utilizados de 2 a 25 neurônios (nós) na camada intermediária. Os gráficos da Figura 3 mostram o desempenho dos classificadores individuais e de cada combinador para o Perceptron de Múltiplas Camadas e as Redes de Função de Base Radial.

3. Resultados

O uso de combinação de classificadores produziu classificadores mais estáveis, além de melhorar significativamente os resultados medidos com o Coeficiente Kappa, principalmente nas redes com poucos neurônios na camada oculta.

O combinador Decision Templates mostrou ser o mais indicado para combinar o Perceptron de Múltiplas Camadas, apresentando o melhor desempenho e mostrando que as diferenças nas redes causadas pela inicialização aleatória dos parâmetros livres já são suficientes para produzir classificadores bastante diferentes e bons para combinação. Além disso, Decision Templates também foi o combinador que deixou o Perceptron mais estável.

Para as Redes de Função de Base Radial a técnica de Bagging mostrou ser o método mais indicado, pois apresentou o melhor desempenho. Bagging c/ Decision Templates também apresentou um bom desempenho, entretanto foi um dos métodos que trouxe uma leve instabilidade para as Redes de Função de Base Radial, de modo que seu uso deve ser feito com cautela. Decision Templates e Dempster-Shafer foram os combinadores menos eficientes, e isto provavelmente se deve ao fato das Redes de Função de Base Radial serem mais estáveis, produzindo classificadores muito parecidos, o que os torna menos indicados para combinação. A técnica de Bagging levou vantagem por utilizar conjuntos de amostras do tipo bootstrap, produzindo classificadores diferentes para a combinação, e conseqüentemente melhores resultados.

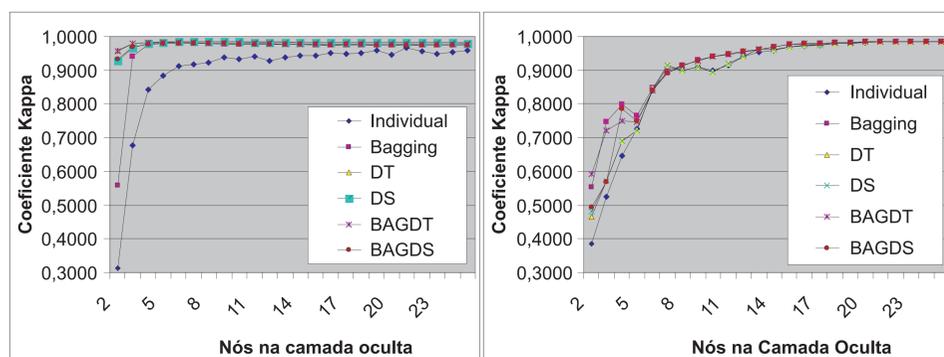


Figura 3 - Variação do Coeficiente Kappa médio para o Perceptron de Múltiplas Camadas (esq.) e Redes de Função de Base Radial (dir.)

4. Conclusões

O uso de combinação de classificadores para combinar redes neurais se mostrou bastante útil para identificar materiais em imagens de ciências dos solos. Outras áreas também podem ser exploradas utilizando esta mesma abordagem, pois as regras de combinação normalmente melhoraram a performance e aumentam a capacidade de generalização dos classificadores.

5. Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer ao Dr. Paulo E. Cruvinel por nos fornecer as imagens multiespectrais utilizadas nesses experimentos, e a CAPES e a FAPESP (04/05316-7) pelo apoio financeiro. Este trabalho também é parcialmente apoiado pelo Projeto Temático da Fapesp 2002/07153-2.