

Compromisso entre resolução e tempo computacional em processamento para detecção de agrupamentos de microcalcificações mamárias

Fátima de Lourdes S. Nunes¹; Homero Schiabel¹; Ricardo José Ferrari¹; Paulo M. Azevedo Marques¹; Annie France Frère¹

¹Depto. de Engenharia Elétrica - EESC/USP
Av. Dr. Carlos Botelho, 1465 - 13560-250 - São Carlos (SP)
E-mail: fatimal@peterpan.sel.eesc.sc.usp.br

Resumo - Microcalcificações mamárias e seus agrupamentos ("clusters") constituem particular interesse para o diagnóstico do câncer de mama, pois podem ser indícios de tumores malignos. Este trabalho propõe uma técnica de reconhecimento de agrupamentos de microcalcificações em mamogramas digitalizados baseada na "transformação área-ponto". Os resultados apresentados correspondem ao processamento de imagens obtidas com "phantoms" expostos em sistemas mamográficos, com vistas a contribuir para a detecção precoce dessa doença.

Abstract - Breast microcalcifications and clusters are of great interest to the diagnosis of breast cancer, since they can just indicate malignant tumors. This work is aimed to propose a technique for recognition of microcalcifications clusters in digitized mammograms, based on the "area-point transformation" procedure. Results presented are concerned to the processing of images obtained by phantoms exposures in mammographic systems.

Introdução

O câncer de mama é uma das principais causas da morte em mulheres¹, apesar de sua detecção no estágio inicial de desenvolvimento apresentar grandes chances de cura. Atualmente a mamografia é ainda a técnica mais adequada a essa detecção registrando as estruturas que indicam a presença de tumores malignos. Entre essas estruturas estão as microcalcificações que, devido ao seu tamanho reduzido e às limitações no aparelho mamográfico, muitas vezes são passadas despercebidas na análise visual. De grande interesse ainda são as aglomerações ("clusters") de microcalcificações, que são indicadores de necessidade de uma investigação mais aprofundada no local onde se apresentam. De fato, quando é observado um grupo de mais de 10 microcalcificações na mesma região, a probabilidade de se tratar de um carcinoma é maior que 60%². Com a finalidade de detectar os "clusters" de microcalcificações, vários sistemas computadorizados têm sido desenvolvidos^{1,3,4}, sem que a maioria deles apresente, contudo, condições suficientes para aplicações clínicas.

A finalidade da presente pesquisa é propor um método para a detecção desses "clusters". Neste trabalho apresentamos essa proposta, bem como alguns resultados obtidos com "phantoms", e discutimos o compromisso da resolução da imagem com o tempo computacional necessário para obtenção dos resultados.

Metodologia

O pré-processamento das imagens e a segmentação das estruturas de interesse, nesse trabalho, são realizados com base na técnica proposta por Nishikawa *et al.*⁴.

O reconhecimento de "clusters" é concretizado em dois passos: primeiro executa-se um procedimento denominado "transformação área-ponto recursiva" proposta por Nishikawa *et al.*⁵ e, após, submetem-se as imagens a um processamento utilizando-se máscaras com o objetivo de verificar a existência de uma quantidade pré-determinada de sinais em uma área também pré-estabelecida pelo usuário.

Essa etapa consiste em três fases: a) contagem dos pontos identificados, armazenamento dos grupos encontrados em vetores e simultânea eliminação desses sinais da imagem original; b) verificação da possibilidade de sinais isolados restantes na imagem original pertencerem a "clusters" detectados - neste passo verifica-se a distância de cada sinal isolado a todos os agrupamentos identificados; e c) junção de "clusters" próximos que podem ter sido identificados como aglomerações diferentes nos passos anteriores.

Realizados os processamentos, os resultados são anotados e comparados aos parâmetros previamente conhecidos.

Resultados

Antes da aplicação da técnica de "transformação área-ponto", testes foram realizados

com matrizes binárias quadradas, de tamanho 50 x 50 pontos, a fim de obterem-se os melhores parâmetros para a execução do processamento. Foram variados o tamanho da máscara utilizada e a quantidade de linhas e colunas saltadas em cada posicionamento, decidindo-se pela escolha da máscara 3 x 3 que saltava 2 linhas e 2 colunas a cada iteração.

Para verificar a eficácia do processamento que propomos, foram feitos testes com algumas imagens radiográficas. Tais imagens corresponderam a exposições de dois particulares "phantoms" em mamógrafos do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto e Santa Casa de Araraquara, basicamente com 28 kVp e 200 mAs (sem écran). Entre as principais características desses "phantoms" destaca-se a presença de estruturas simulando "clusters" de microcalcificações. Tais estruturas consistem basicamente de partículas de mármore moído incrustadas em placas de parafina. O tamanho real das partículas varia de 0,2 a 0,75 mm.

Foram digitalizadas 8 imagens em um "scanner" UMAX UC1260-Pro, estabelecendo-se 256 níveis de cinza e resolução de 600 dpi. Cada imagem foi dividida em 16 partes, com tamanho aproximado de 500 x 500 pixels, cada uma.

Obtidas as imagens necessárias, estas foram submetidas à execução de dois programas com o objetivo de realizar o pré-processamento, a segmentação das microcalcificações e a detecção dos "clusters".

Foram processadas 15 imagens considerando-se a definição proposta por Nishikawa⁵ (3 ou mais sinais em uma área de 32 pixels). Havia um "cluster" em cada imagem, com sinais de tamanhos variados. Em 3 imagens o sistema não detectou "clusters", sendo observado que o resultado obtido sofreu influência do baixo contraste apresentado. Nos demais casos foram detectados 2 ou 3 "clusters" por imagem.

Discussão e Conclusões

Durante a detecção dos "clusters", os sinais identificados como pertencentes a um agrupamento eram eliminados da imagem original a fim de que não fossem contados repetidamente. Com isso, surgiram dois problemas: alguns pontos que pertenciam a agrupamentos ficaram isolados na imagem e não foram incluídos naqueles aos quais pertenciam. Um processamento de integração desses sinais ao "cluster" mais próximo (sendo observada uma distância máxima) foi aplicado para corrigir o problema. Outra questão percebida foi a divisão de "clusters" que deveriam ser identificados como um só, devido à eliminação de parte do "cluster" em iterações anteriores. Isso foi resolvido com a execução de uma rotina que agrupava "clusters" que estivessem separados por uma distância máxima de

pixels, previamente determinada. Aos "clusters" foram atribuídas cores diferentes a fim de diferenciá-los.

A máscara utilizada inicialmente para os testes de agrupamento foi de 32 pixels. Um "cluster" foi identificado como sendo 3 ou mais sinais, nessa região. No entanto, a maioria das definições médicas⁶ indica o "cluster" como a presença de 3 ou mais sinais em uma área de 1 cm². Com a resolução utilizada na digitalização, dever-se-ia usar uma máscara de 236 pixels, o que, certamente, provoca alterações nos resultados obtidos. Testes com máscaras de 118 pixels (0,5 cm) elevou o tempo de processamento em quase 10 vezes em relação à máscara de 32 pixels. Considerando-se que o tamanho de um mamograma digitalizado pode ser 5 ou mais vezes maior que o tamanho dos "phantoms" utilizados, percebe-se o quão grande torna-se o compromisso entre resolução da imagem e o tempo de processamento.

É de extrema importância a utilização de alta resolução durante a digitalização de imagens, considerando-se o diminuto tamanho das microcalcificações. Considerando que o objetivo das pesquisas nessa área é auxiliar o diagnóstico clínico, o compromisso entre essa resolução e o tempo computacional exigido para o processamento constitui uma característica que deve ser atentamente observada durante a construção de algoritmos para o processamento das imagens.

Referências

- ¹ DAVIES, D. H.; DANCE, D. R. Automatic computer detection of clustered calcification in digital mammograms. *Physics in Medicine and Biology*, v. 35 (8), p. 1111-1118, 1990.
- ² LE GAL, M.; CHAVANNE, G.; PELLIER, D. Valeur diagnostique des microcalcifications groupées découvertes par mammographies. *BULL Cancer*, v. 71, p. 57-64, 1984.
- ³ CHAN, H.-P.; DOI, K.; VYBORNÝ, C.J.; SCHMIDT, R.A.; METZ, C.E.; LAM, K.L.; OGURA, T.; WU, Y.; MacMAHON, H. Improvement in radiologists' detection of clustered microcalcifications on mammograms: the potential of computer-aided diagnosis. *Investigative Radiology*, v. 25(10), p. 1102-1110, 1990.
- ⁴ NISHIKAWA, R.M.; JIANG, Y.; GIGER, M.L.; DOI, K.; VYBORNÝ, C.J.; SCHMIDT, R.A. Computer-aided detection of clustered microcalcifications. *Proceedings of IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (Chicago)*, p. 1375-1378, 1992.
- ⁵ NISHIKAWA, R.M.; GIGER, M.L.; DOI, K.; VYBORNÝ, C.J.; SCHMIDT, R.A. Computer-aided detection and diagnosis of masses and clustered microcalcifications from digital mammograms. *State of the Art in Digital Mammographic Image Analysis World Scientific Publishing Co.*, 1993.
- ⁶ SICKLES, E. A. Breast calcifications: mammographic evaluation. *Radiology*, v. 160, p. 289-293, 1986.