

Identificação e Caracterização de Microcalcificações Anelares e Vermiculares em Mamogramas

Aleir Silveira Pereira^{1,3}; Annie France Frère²; Homero Schiabel²; Paulo M. Azevedo Marques²; Henrique Jesus Quintino de Oliveira¹

¹IFSC-Instituto de Física de São Carlos - USP - ²EESC-Escola de Engenharia de São Carlos

³IBILCE - Inst. de Biociências Letras e Ciências Exatas - UNESP- DCCE

Rua Cristivam Colombo No. 2295 - 13054-000 - São José do Rio Preto - SP, Brasil.

email: aledir@nimitz.dcce.ibilce.unesp.br ou Pmarques@peterpan.sel.eesc.sc.usp.br

Resumo - Foram desenvolvidos algoritmos baseados em transformada de Hough para identificar e separar microcalcificações de formas anelares e vermiculares já que estas são indicações seguras da presença ou não de tumores malignos.

Abstract - Algorithm was developed with the aim of aiding the early detection of breast cancer by computer processing of mammographic images. The detection of characterization shape microcalcification is obted by Hough transform.

Intrudução

O melhor meio para detecção de câncer de mama ainda é a mamografia. Porém as imagens obtidas são pobres em contraste, e isto dificulta a tarefa do radiologista na diagnose.

O diagnóstico médico é realizado com base nas calcificações associadas aos tumores. De estudos recentes apresentados por Le Gal (1) destacamos dois formatos de calcificações: as anelares que são associadas a 100% dos tumores benignos, e as vermiculares a 100% dos tumores malignos. Este trabalho executado por biopsia nos levou a desenvolver uma pesquisa, onde algoritmos foram capazes de detectar estas duas formas de microcalcificações.

Métodos e Processos

Certos tipos de imagens radiológicas apresentam uma baixa relação sinal/ruído além de conter muitas informações que não são de interesse para a análise. Assim, após a digitalização, essas imagens requerem um processamento computacional que visa não só melhorar a relação sinal/ruído, como também evidenciar a patologia em estudo. Neste trabalho foram utilizados filtragem e thresholding da referida imagem.

O passo seguinte portanto consiste na segmentação da imagem, o que fornecerá subsídio para o reconhecimento. A segmentação é o processo que subdivide a imagem em suas partes ou objetos constituintes, que denominamos elementos de imagem. Assim, esta etapa do processamento, gera então um conjunto de objetos que permitirão uma descrição da imagem digitalizada.

A identificação da patologia é o último passo.

Nosso objetivo foi a detecção de microcalcificações de formas anelares e vermiformes. A transformada de Hough foi a ferramenta utilizada para detecção de formas.

A transformada de Hough é um método matemático utilizado para detectar principalmente retas em uma dada imagem (2) (3), e através de adaptação deste método pudemos detectar microcalcificações vermiformes. Um algoritmo para detectar retas foi implementado utilizando coordenadas polares. Mediante a modificação deste algoritmo pudemos detectar formas vermiculares.

Para detectarmos formas anelares, temos que estas possuem características semelhantes a elipses, e um algoritmo para detectar elipse seria muito útil para identificar tal forma. Então um algoritmo foi implementado, porém dividido em várias etapas. A primeira consistiu em obter o possível centro de uma elipse, e para tanto foram utilizados dois métodos, ambos utilizando propriedades geométricas de elipses:

1 - Método para elipses completas (4), consiste da utilização da propriedade geométrica, que diz: Dada duas retas tangentes à uma elipse, se estas forem paralelas, o ponto médio entre os pontos tangentes é o centro da elipse. Combinando esta propriedade à transformada de Hough obtivemos o possível centro.

2 - Método para elipses incompletas (5), consiste também da aplicação de uma propriedade geométrica, que diz: dada duas retas tangentes a uma elipse, e não paralelas, o seu cruzamento determina um ponto $T(x,y)$ e o ponto médio dado pelo par de pontos tangente $M(x,y)$ são colineares ao centro da referida elipse. Aplicamos a transform. de Hough e pudemos obter o possível centro.

Implementamos a segunda parte, que constitui na avaliação para descobrir se este centro

pertence a uma elipse ou a outra forma qualquer. A verificação é realizada utilizando uma propriedade geométrica da elipse que diz : se a reta que liga um ponto P ao centro de uma elipse O é perpendicular a reta que liga um outro ponto Q também ao centro da referida elipse , então a soma do inverso da distância OP ao quadrado com o inverso da distância OQ ao quadrado é uma constante e é característica para cada elipse. Atraves de um algoritmo utilizando esta propriedade confirmamos a presença ou não de elipses.

A terceira e última parte do algoritmo constitui em avaliar se a forma é cheia ou oca, que consequentemente em cruzamento com a informação anterior nos fornece as seguintes informações: é forma elíptica anelar, é forma elíptica cheia ou não é forma elíptica.

Um sistema computacional foi desenvolvido utilizando os algoritmos acima citados. Para aplicação do sistema , bem como sua avaliação utilizamos três tipos diferentes de conjuntos de dados. O primeiro constituiu em criar imagens de microcalcificações com várias formas e tamanhos, abrangendo desde círculos, elipses cheias, elipses vazias, elipses incompletas, formas vermiculares e outras formas com características diversas. Os segundo e terceiro conjuntos foram obtidos através da digitalização de imagens mamográficas reais, que já possuíam diagnósticos confirmados, sendo um deles de tumores benignos e o outro de tumores malignos.

Resultados

Os resultados foram classificados em dois grupos: simulados e reais.

Simulados:

95,7% - anelares verdadeiras detectadas;

100% - . vermiciformes verdadeiras detectadas.

Reais: Processamento das imagens de tumores malignos de 101 elementos de 28 imagens foram detectadas a existência de:

43,58% - vermiciformes;

1,98 % - formas elípticas vazadas (elipses anelares).

Processamento de imagens de tumores benignos em 131 elementos de 36 imagens resultaram:

17,11% - formas elípticas vazadas (elipses anelares);

38,46 % - formas elípticas cheias (elipses cheias);

contra 11,96% - vermiciformes.

Conclusões

Utilizando imagens simuladas obtivemos resultados muito satisfatórios. Pois somente arcos de elipses muito pequenos que se confundiam com formas vermiculares não foram detectados.

Com o processamento de dados de imagens reais, obtivemos nas imagens de tumores malignos, resultados muito animadores, pois conseguimos detectar 43,5% de vermiciformes e 1,98% de possíveis arcos de elipses (anelares). No processamento de imagens de tumores benignos, obtivemos 17% de anelares, 38,5% de elipses cheias contra 12% de vermiciformes falsas.

A mais, o sistema apresentou um excelente desempenho para detecção de microcalcificações muito pequenas, pois conseguimos detectar com segurança o formato de microcalcificações da ordem de 0,9 mm como vermiciforme e de raio de 0,8 mm como anelar.

Agradecimentos

Ao PADCT e CNPq pelo suporte financeiro.

Referências

¹LE GAL, Michèle; CHAVANNE, Guy; PELLIER, Daniel - Valeur diagnostique des microcalcifications groupées découvertes par mammographies Bull Cancer (Paris), v. 71, n(1) , p. 57-64, 1984.

²HOUGH, P.V.C. Method and means for recognizing complex patterns. U.S. Patent 3,069,654, Dec. 18, 1962.

³DUDA, Richard O.; HART, Peter E. - Use of the Hough Transformation to Detect Lines and Curves in Pictures. Communications of the ACM-Graphics and Image Processing. v.15, n(1), p.11-15, January 1972.

⁴TSUJY, Saburo and MATSUMOTO, Fumio - Detection of Ellipses by a Modified Hough Transformation. IEEE Transactions on Computers. v. c-27, n(8), p. 777-881, August 1978.

⁵MUAMMAR, H.K.; NIXON, M. - Tristage Hough transform for multiple ellipse extraction. IEEE Proceedings-E. v. 138, n(1), p.27-35, January 1991.