Estudo Comparativo entre Tipos e Tecnologias de Scanners para a Digitalização de Mamogramas

Ricardo José Ferrari[1] , Sérgio Koodi Kinoshita[2], Annie F.Frère Slaets[1], Paulo M. Azevedo Marques[1], Homero Schiabel[1]

[1]Departamento de Engenharia Elétrica - EESC - USP
Laboratório de Análise e Digitalização de Imagens (LADI)
Av. Dr.Carlos Botelho, 1465 - 13560-250 - São Carlos (SP)
E-mail: ricardof@peterpan.sel.eesc.sc.usp.br
[2] Departamento de Informática
Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade de Marília
Av. Hygino Muzzi , 1001 - 17500-000 - Marília (SP)

Resumo - O presente trabalho tem por objetivo determinar a tecnologia mais adequada para digitalizar mamogramas para processamento e classificação de microcalcificações mamárias, analisando os principais tipos e tecnologias de scanners, bem como os principais parâmetros de melhoria das imagens.

Abstract - The purpose of this work is the determination the most adequate technology for digitizing mammograms regarding processing and classification of breast microcalcifications. This is made by analysing the main types of scanners and technologies and the main parameters of images improving.

Introdução

A detecção precoce do câncer de mama possibilita um aumento na chance de cura e é facilitada pela análise das microcalcificações, que por serem estruturas muito pequenas, são difíceis de serem observadas, portanto muitos pesquisadores estão desenvolvendo sistemas automatizados no intuito de detectar e classificar essas estruturas.

A digitalização do mamograma é uma etapa muito importante do processo de detecção das microcalcificações, pois, segundo Chan, H.P. *at. all*[1] a qualidade da imagem digitalizada está diretamente associada à taxa de detecção dessas estruturas. Nesse estudo, realizamos ensaios digitalizando um mesmo mamograma nos scanners handheld, flatbed, slide e drum, determinando as vantagens e desvantagens de cada um deles.

Avaliamos os efeitos da resolução, tipos de sensor e varredura dos scanners, da variação da iluminação (highlight), da sombra (shadow) e do fator gama, em relação a qualidade da imagem digitalizada.

Metodologia

A resolução a ser empregada na digitalização dos mamogramas deve estar relacionada diretamente com as características do filme e das estruturas pesquisadas (microcalcificações).

O filme mamográfico possui grãos de aproximadamente 1,5 microns de diâmetro e as microcalcificações possuem tamanho em torno de 0,10 mm, limitando, dessa forma, a resolução empregada pelos scanners entre 600 dpi (limitado pelo tamanho da estrutura pesquisa) e 3360 dpi (limitado pelo tamanho de 5 grãos do filme). O tamanho mínimo de 5 grãos foi escolhido para evitar a incorporação predominante de sinais de ruído ao pixel.

Quanto a tecnologia dos sensores, utilizada nos scanners, o drum possui a tecnologia PMT (tubo fotomultiplicador) e nos demais tipos há o predomínio da tecnologia CCD (Charge Coupled Device).

Outro fator importante com relação aos scanners é a forma com que estes efetuam a varredura da imagem. Nos scanners handheld o sistema de varredura é manual (movimento de arraste do scanner), causando muita imprecisão na leitura. Nos do tipo flatbed o original é colocado na "cama" de digitalização e permanece fixo enquanto a luz e o sistema ótico movem-se amostrando linha a linha ("raster line") do original. Nos scanners slide o original movimenta-se (verticalmente ou horizontalmente) enquanto a luz e o sistema ótico permanecem fixos amostrando a imagem. Nos scanners drum o original é iluminado por um foco móvel e amostrado através de uma abertura móvel que segue o foco. O original é envolto a um cilíndro que possui um movimento rotacional em torno de seu eixo.

Com relação as características apresentadas por estes scanners, utilizamos os recursos de iluminação, sombra e fator gama a fim

de obter a melhor imagem digitalizada para o processamento.

Os parâmetros iluminação e sombra nos permitem ajustar independentemente áreas claras e escuras da imagem, alterando os níveis de referência de branco e preto. Para os ensaios efetuados, os valores dos parâmetros iluminação e sombra ficaram limitados em 255 e 0, respectivamente. O valor 255 de iluminação corresponde ao enegrecimento máximo do filme, enquanto que o valor 0 de sombra indica que toda luz incidente no filme foi transmitida através dele. Portanto, quando alteramos o valor de iluminação ou o valor de sombra, modificamos os extremos da escala de cinza, alterando a forma de quantização do scanner e o contraste da imagem.

O fator gama é outro parâmetro ajustado a fim de melhorar o contraste da imagem, estando este relacionado com a resposta do sensor de luz. Os valores de gama maiores ou menores que a unidade, variam o contraste ao longo do intervalo de resposta do sensor[2]. Através do ajuste do fator gama podemos alterar a forma de quantização dos tons de cinza intermediários da escala, sem contudo alterar a referência de branco e preto.

Resultados e Discussões

Para determinar o melhor tipo de scanner para a digitalização de mamogramas, observamos os seguintes tópicos: tecnologia dos sensores e tipos de varredura.

Com relação a tecnologia dos sensores, empregada pelos scanners, os tubos fotomultiplicadores possuem maior faixa dinâmica de resposta comparada a do CCD. A sensibilidade à luz, desses tubos, e a relação sinal-ruído são muito grandes, significando leitura muito mais precisa da imagem digitalizada, o que pode ser comprovado pela análise das imagens digitalizadas.

Além da tecnologia do "sensor/conversor" de luz utilizado pelos scanners (CCD ou PMT), a maneira com que estes efetuam a varredura da imagem é muito importante, pois é um indicativo do grau de precisão que eles podem atingir. Os scanners de mão não são recomendados para a digitalização de mamogramas pois possuem muita imprecisão na varredura da imagem. Nos scanners cilíndricos o movimento de rotação do cilíndro, pode inserir ruídos (vibrações) prejudicando a precisão da varredura, portanto esses scanners geralmente necessitam de uma base fixa e de um ambiente operacional especial para trabalharem.

A limitação encontrada no uso dos scanners slide é o tamanho do original (geralmente 35 mm), o que implica na necessidade do corte do mamograma.

Portanto o tipo de scanner ideal para a digitalização de mamogramas é o drum, porém seu custo é muito elevado (entre US$ 10,000 e US$ 85,000). Uma forma alternativa em substituição ao scanner drum é o scanner tipo flatbed, que possui custo menor e características aceitáveis.

Utilizamos para efetuar os ensaios com os parâmetros iluminação, sombra e fator gama, um scanner tipo flatbed (UMAX UC1260), tecnologia CCD, com resolução ótica de 600 dpi e 8 bits de níveis de cinza.

Com relação aos parâmetros, observamos que os valores mais adequados para mamogramas escuros foram: 128 de iluminação, 0 de sombra e 1.25 de fator gama; para mamogramas intermediários: 200 de iluminação, 0 de sombra e 1.20 para fator gama e para mamogramas claros: 255 de iluminação, 0 de sombra e 0.8 de fator gama.

Conclusões

Podemos concluir que além das características técnicas necessárias, de sensores e varredores de imagem, que o scanner deve possuir para a digitalização de mamogramas, os parâmetros iluminação, sombra e fator gama também influenciam na qualidade da imagem gerada, melhorando o seu processamento.

Agradecimentos

Este trabalho teve apoio financeiro da FAPESP.

Bibliografia

[1] CHAN H.P.; NIKLADSON L.T.; IKEDA D.M.; LAM, K.L.; ADLER, D.D. **Digitalization requirements in mammography: effects on computer-aided detection of microcalcifications.** Medical Physics, v.21(7), p. 1203-1211, 1994.

[2] RUSS, J. C. **The image processing handbook.** CRC Press Inc., United States of America, 1992.