

IMPLEMENTAÇÃO DE TÉCNICAS DE PRÉ-PROCESSAMENTO E PROCESSAMENTO DE IMAGENS PARA RADIOGRAFIAS CARPAIS

Rafael Lima Alves¹; Michele Fúlvia Angelo²

Bolsista PROBIC, Graduando em Engenharia de Computação, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail:

rafaellimalves@gmail.com

Orientador, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail:

mfangelo@ecomp.uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: suavização, radiografia carpal, idade óssea.

INTRODUÇÃO

A compreensão do crescimento e desenvolvimento do ser humano necessita de diversos tipos de parâmetros. Através dela é possível obter respostas sobre mudanças físicas que acontecem nos seres humanos. Ao contrário do que se pensava, a utilização apenas da idade cronológica não é um bom critério para entender essas mudanças, visto que o desenvolvimento dos seres humanos tende a se diferenciar quanto ao sexo e fatores genéticos, ambientais e nutricionais. O estudo do índice ósseo, no caso, idade óssea do ser humano é, segundo Tavano (2001), a melhor forma, atualmente, de estimar o crescimento e desenvolvimento de um ser humano. Através dele é possível obter resultados satisfatórios e mais seguros se comparados com a idade cronológica e biológica, obtida a partir da altura e do peso da pessoa analisada.

Dessa forma, a idade óssea pode ser obtida por meio de estudos de imagens radiográficas de diversas partes do corpo, como tornozelo, cotovelo, mão e punho. Os dois últimos são os mais utilizados para obtenção da idade óssea, pois estão localizados numa região de fácil acesso e que não contém órgãos vitais. Olivete (2005) afirma que a partir das radiografias carpais, radiografias da mão e do punho, é possível fazer a análise do comprimento e largura de diversos centros de ossificação, obtendo assim a idade óssea.

Esta análise carpal, no entanto, em boa parte dos casos tem sido feita pelos profissionais da área de forma manual, ficando sujeita a erros de medidas e aos problemas gerados na radiografia. Problemas como o *Efeito Heel*, que é a distribuição irregular de intensidade dos raios-X e que ocasiona uma iluminação não uniforme no fundo das imagens; a falta de suavização da imagem, pequenos ruídos existentes na imagem; e a falta de Limiarização, essa que serve nesse caso para separar os ossos da mão do tecido e do fundo da imagem (Olivete, 2005).

Assim, este projeto tem como objetivo implementar de técnicas de pré-processamento para redução de ruídos e realce das estruturas (ossos da mão e punho) e técnicas de segmentação para facilitar a análise das imagens de radiografias carpais. Este trabalho é importante para a obtenção da idade óssea e assim ajudar profissionais de saúde a observar o desenvolvimento do corpo de crianças. Entender esse desenvolvimento auxilia, por exemplo a dentistas, a ver se é possível realizar determinados tratamentos dentários com essas crianças.

METODOLOGIA

A partir do aprofundamento teórico no tema, percebeu-se que para deixar as imagens de radiografia carpal digitalizadas adequadamente para se realizar a estimativa da idade óssea era necessário retirar todas as informações presentes na imagem que pudessem atrapalhar essa estimativa. Em imagens de raios-X essas informações são: ruído da imagem, a junção do osso

com o tecido mole e com o fundo da imagem e a má distribuição de intensidade de raios-X. Esta última é chamada de *Efeito Heel*, e, segundo Fritz e Livingston (1985), é um dos maiores problemas encontrados em radiografias carpais. O *Efeito Heel* é um problema que causa uma diferença muito grande na iluminação em certas regiões da imagem. Normalmente a máquina que emite raios-X é ligada, os raios-X são enviados com muita intensidade e após um tempo a máquina vai regulando essa emissão. Assim a imagem fica com partes pouco sensibilizadas e outras partes muito sensibilizadas.

Embora esta variação não homogênea de intensidade gerada pelo *Efeito Heel* possa ser facilmente corrigida pelo sistema de percepção humana, esta presença dificulta o uso de técnicas de processamento automáticas porque existe uma grande diferença de intensidade em toda a imagem (Fritz e Livingston, 1982).

Para realizar a retirada das informações desnecessárias das imagens carpais, inicialmente, foi implementado um filtro espacial passa-baixa (suavização). Para encontrar o tamanho da máscara do filtro que melhor se adequasse ao resultado esperado, testes com máscaras nos tamanhos 3x3, 5x5, 7x7, 9x9, 11x11 e 13x13 foram realizados. Aplicando esses filtros nas imagens foi possível perceber que não se deve aumentar muito o tamanho da máscara, pois com o seu aumento, a imagem tende a ficar borrada. A figura 01-A traz a ilustração de uma imagem original, na figura 01-B é apresentada a mesma imagem com a aplicação do filtro com uma máscara 5x5 e na figura 01-C a aplicação do filtro de tamanho 13x13.

Seguindo os passos de Olivete (2005), foi feita uma subtração entre duas imagens: a imagem em que foi aplicado o filtro de suavização pela imagem original. Essa subtração buscava melhorar o contorno dos ossos na imagem, mas seu resultado foi bastante distante do que se esperava. Analisando a figura 01 é possível verificar que a diferença entre as imagens A e C é muito pequena. Uma subtração entre as duas resulta apenas numa imagem preta com alguns traços bastante suaves.

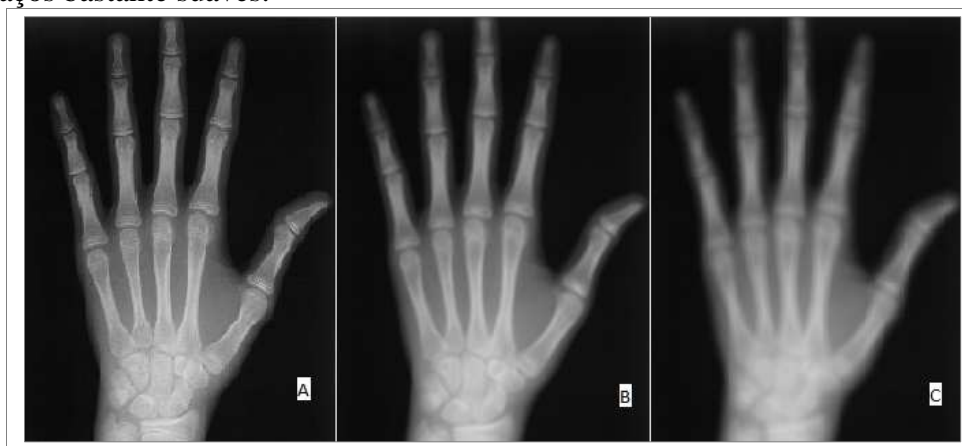


Figura 01: Aplicações do Filtro Espacial Passa-Baixa.

A fim de descobrir a distribuição dos níveis de *pixels* pela imagem foi implementada uma função para exibir o histograma da imagem. Trata-se apenas de um gráfico onde é mostrada a quantidade de *pixels* para cada nível de cinza. A partir do histograma da imagem é possível equalizá-la, dessa forma, logo após o desenvolvimento do histograma, foram implementados métodos para equalizar a imagem. O resultado também não foi satisfatório, pois a imagem sofre com o problema de distribuição irregular de intensidade dos raios-X, o *Efeito Heel*. Esse problema faz com que o valor de um *pixel* localizado no osso na parte de baixo da imagem seja bastante diferente do valor de outro *pixel* localizado no osso da parte de

cima da imagem. Dessa forma, qualquer técnica de processamento não terá um bom resultado sobre essas imagens, pois os níveis de cinza da parte superior da imagem são menores que os níveis de cinza da parte inferior.

Para conseguir resolver esse problema com o *Efeito Heel*, é necessário obter informações como: o ângulo de inclinação em que o equipamento de emissão de raios-X se encontra, a distância do foco ao plano e a distância do foco à janela do tubo são alguns dados para solucionar esse problema (Olivete, 2005). Como as imagens de radiografias carpais adquiridas não apresentavam essas informações, não foi possível resolver o problema do *Efeito Heel* pelo seu cálculo padrão.

Assim, uma alternativa foi dividir a imagem em fatias e aplicar as técnicas de processamento de imagens individualmente nas fatias. Esses cortes foram feitos dividindo a imagem em quatro partes iguais, sendo que essa partição foi realizada através de cortes horizontais, pois este tipo de corte acompanha a variação de intensidade dos *pixels*.

Para realizar os testes, foram implementados métodos que permitiu ao usuário estabelecer um limiar para a realização da limiarização. Esse processo foi apenas um teste para decidir quantas fatias a imagem poderia ter, visto que o foi utilizado o método de *Otsu* para a obtenção do limiar automático da imagem. Para finalizar a fase desenvolvimento do *software*, foi implementado o método de *Otsu* e as rotinas para reconstruir a imagem. Após a finalização da fase de desenvolvimento, partiu-se para os testes do sistema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao encerrar a implementação, o *software* ficou com uma interface simples e fácil de utilizar. Todas as funções são habilitadas após a imagem ser carregada. Fica a critério do usuário escolher as funções e a ordem em que as técnicas serão aplicadas na imagem.

Com o sistema pronto foi iniciada a fase de testes, onde qualquer combinação pode ser feita entre as técnicas de pré-processamento e processamento de imagem. Foram testadas cerca de 70 radiografias carpais combinando as diferentes técnicas implementadas. A figura 02 mostra uma imagem que foi fatiada, aplicado o método de *Otsu* individualmente em suas partes e enfim montada novamente. O algoritmo encontra um limiar e qualquer *pixel* que tiver valor abaixo desse limiar, é transformado em branco (valor 255). Caso o valor do *pixel* for superior a esse limiar encontrado pelo algoritmo, o *pixel* fica com o mesmo valor que tinha.

Mudando a ordem que são aplicadas as funções tem-se na figura 03-A, por exemplo, uma imagem que foi passado o filtro espacial passa-baixa seguido da função de destaque de bordas. Nota-se que nessa ordem não é obtido um bom resultado. Já na figura 03-B é mostrada uma imagem com a aplicação do corte, seguido do algoritmo de *Otsu*, remontagem da imagem e por fim é aplicada a função de destaque de bordas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado, cumprindo-se a sua proposta inicial, que era a implementação de técnicas de pré-processamento de imagens para a redução de ruídos, realce de estruturas (ossos da mão e punho) e técnicas de segmentação para facilitar a análise das imagens de radiografias carpais. Foram adicionados alguns novos módulos ao projeto graças ao problema com o *Efeito Heel*, no caso o corte e a reconstrução da imagem.

A ideia é criar uma ferramenta computacional que utiliza processamento digital de imagens para auxiliar profissionais de ortodontia a observar o desenvolvimento de crianças e assim realizar tratamentos. Mesmo concluído, as imagens tratadas com o sistema ainda não se encontram perfeitas para fazer as medições de idade óssea. Em partes da imagem o tratamento

alcançou excelência, mas em outras ainda restam tecidos moles, o que inviabiliza a perfeita medição da idade óssea.

A implementação de métodos de corte para a imagem foi um boa solução para o problema do *Efeito Heel*, mas a divisão da imagem em quatro partes ainda não foi o suficiente para a remoção total dos tecidos moles. Para uma melhoria futura do *software* seria interessante a realização de testes com um número maior de partes, para que o limiar seja mais específico para cada fatia da imagem.

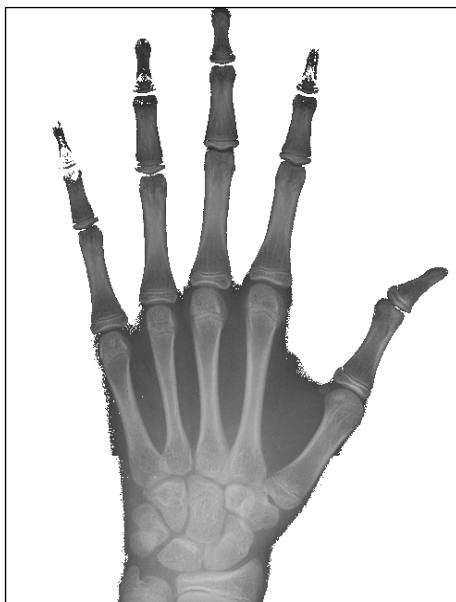


Figura 02: Imagem fatiada, remontada.

aplicado o Algoritmo de *Otsu* e

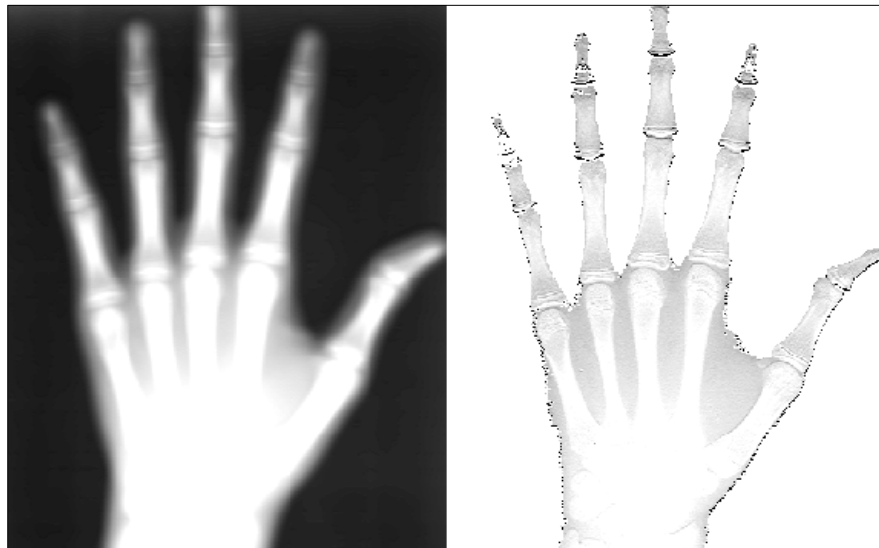


Figura 03: A- Aplicação do Filtro Espacial Passa-Baixa 13x13 seguido da função de destaque de bordas.
B- Aplicação em sequência do corte, algoritmo de *Otsu*, remontagem da imagem e destaque de bordas.

REFERÊNCIAS

FRITZ, S. L.; LIVINGSTON, W. (1985). *The effect of anode curvature on radiographic heel effect*. Medical Physics, v.12, n.4, p. 443-446.

OLIVETE, J. C.. *Estimativa da Idade Óssea Através da Análise Carpal Baseada na Simplificação do Método de Eklof & Ringertz*. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

TAVANO, O. *Radigrafias Carpal e Cefalométrica como Estimadores da Idade Óssea e do Crescimento e Desenvolvimento*. Bauru, 2001.