

Segmentação de Dentes em Imagens Radiográficas Periapicais utilizando uma adaptação do Método do Gradiente

Artur A. Silva¹, Aristófanés C. Silva¹, Anselmo C. de Paiva¹, Raisa Sales de Sá²,
Melaine Lawall², Erika M. Pereira², Laise Nascimento Correa Lima²

¹ Núcleo de Computação Aplicada (NCA) - Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Caixa Postal 65.085-580 — São Luís — MA — Brasil

²Departamento de Odontologia - Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

{artur.albuq.s,aricsilva}@gmail.com, raisadesa@hotmail.com

{melainelawall,erika_mperreira}@yahoo.com.br, laiselima@msn.com

Abstract. *As an individual ages, the incidence of caries increases. As such, the precocious detection of these lesions is important to conduct treatment. Caries detection are generally helped by radiographic images. Various computational methods have been proposed for this end. This article proposes a method of tooth segmentation in periapical radiographic images, utilizing a technique called gradient method. This article uses an image base with around 235 images, of which 20 were used for tests. The results found were promising, but there is still a necessity to improve even more the technique used.*

Resumo. *À medida em que um indivíduo envelhece, a incidência de cáries aumenta. Dessa forma, a detecção precoce dessas lesões é importante para que se possa realizar o tratamento. A detecção de cáries é geralmente auxiliada por imagens radiográficas. Várias técnicas computacionais tem sido propostas para tal fim. Esse artigo propõe um método de segmentação de dentes em imagens radiográficas periapicais, utilizando uma técnica denominada método do gradiente. O trabalho utiliza uma base de imagens com cerca de 235 imagens, das quais 20 foram usadas para teste. Os resultados encontrados foram promissores, mas ainda há necessidade de aprimorar ainda mais a técnica utilizada.*

1. Introdução

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saúde Bucal - Projeto SBBrasil, conduzida pelo Ministério da Saúde em 2010 que coletou dados de saúde bucal, aos 5 anos de idade, 46,6% das crianças brasileiras estão livres de cárie na dentição decídua. Aos 12 anos, 43,5% apresentam esta condição na dentição permanente. Nas idades de 15 a 19, 35 a 44 e 65 a 74 anos esses percentuais foram 23,9%, 0,9% e 0,2%, respectivamente. Esses dados indicam um crescimento na incidência de cárie à medida que o indivíduo envelhece. A detecção de cárie atualmente é feita pelo exame clínico aliado a um exame radiográfico. De acordo com Silva et al. (2013) o exame radiográfico se mostra superior ao exame clínico para o diagnóstico de cáries. Estes elevados índices de incidência de cárie nos motivam a buscar métodos para a detecção de cáries em imagens radiográficas. É objetivo deste trabalho propor um método para segmentação de dentes em imagens digitais radiográficas periapicais.

Outros trabalhos já foram realizados com esse objetivo. Dentre eles, destacamos Jain et al. (2003), trabalho no qual este artigo fortemente se baseou. Jain e Chen (2003) propuseram outra técnica de segmentação, denominada método da probabilidade. Esta técnica, de acordo com Coelho e Silva (2005), apresenta resultados semelhantes a técnica do gradiente citada anteriormente, diferindo apenas no tempo de execução, sendo a técnica proposta por Jain e Chen (2004) a mais rápida.

2. Material e Métodos

A base de imagens utilizada na pesquisa possui cerca de 235 imagens radiográficas periapicais. Radiografias periapicais se caracterizam por mostrarem o dente por completo, da coroa até a base da raiz ligada a gengiva. Estas imagens foram fornecidas por especialistas da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Das 235, apenas 20 imagens foram usadas para os testes deste artigo, pois o trabalho ainda está em uma fase inicial.

Para a segmentação do dente foi utilizado uma adaptação do método do gradiente, sugerido por Jain et al. (2003). O método do gradiente originalmente utiliza a imagem M , detalhada mais à frente nesta seção. Para a extração da coroa, a adaptação citada utiliza por sua vez outra imagem auxiliar, resultado da aplicação de uma erosão [Gonzalez and Woods 2006] e o detector de bordas de Canny [Canny 1986]. Um dente é dividido em duas partes principais, a coroa, que é a parte acima da gengiva e a raiz que é a parte abaixo da gengiva. A segmentação foi dividida em duas etapas, a etapa de detecção da coroa e a etapa de detecção da raiz. Como a coroa possui um contraste com o fundo maior que o da raiz, extraímos a coroa primeiro e baseado no contorno da coroa, extraímos o contorno da raiz. Radiografias dentárias geralmente não possuem um contraste alto, o que deixa muito complexo extrair automaticamente os contornos dos dentes. Para simplificar a extração, selecionamos manualmente uma região retangular R e um ponto c da imagem de entrada I . R contém todo o dente e c é chamado de *Centro da Coroa*.



Figura 1. Representação do retângulo R e ponto c

Primeiramente, aplicamos a técnica da Erosão na imagem de entrada I para aumentar a separação entre os dentes. Em seguida definimos uma imagem auxiliar, a partir da imagem erodida I e aplicando o detector de bordas de Canny obtemos a imagem C . Foi feita uma varredura radial da coroa, que consiste em delimitar diversas linhas a partir do seu centro, variando o ângulo como na Figura 2. Para cada linha ordenamos os pontos em termos de $C(x,y)$ e selecionamos os três maiores. Tendo \overline{M} como a média entre os valores salvos de $C(x,y)$ definimos a confiabilidade $R(x,y)$ de cada candidato a ponto de contorno:

$$R(x, y) = \begin{cases} e^{-\alpha(C(x,y)-\overline{M})^2} & , \text{ se } C(x, y) < \overline{M} \\ 0 & , \text{ se } C(x, y) \geq \overline{M} \end{cases} \quad (1)$$



Figura 2. Varredura radial, resultado da erosão e Canny e imagem M

Onde α é uma constante que impede $R(x,y)$ de decair rapidamente. Extraído o contorno da coroa passamos então para o contorno da raiz. Calculamos o gradiente da imagem I já erodida, $|\nabla I|$ onde:

$$|\nabla I| = \sqrt{(I(x, y) - I(x, y - 1))^2 + (I(x, y) - I(x - 1, y))^2} \quad (2)$$

Devido à proximidade dos dentes vizinhos, há uma interferência entre os contornos. Para diminuir esse problema definimos uma imagem auxiliar M :

$$M(x, y) = B(x, y)|\nabla I(x, y)| \quad (3)$$

onde

$$B(x, y) = \begin{cases} 0 & , \text{ se } \nabla I(x, y) \cdot E(x, y) < 0 \\ 1 & , \text{ restantes casos} \end{cases} \quad (4)$$

$\nabla I(x, y)$ é o vetor gradiente no ponto (x,y) , $E(x,y)$ é o vetor do *Centro da Coroa* até o ponto (x,y) e “ \cdot ” é o produto escalar.

Pegamos o contorno da coroa, mais especificamente o ponto mais baixo à esquerda da coroa e o ponto mais baixo à direita da coroa e definimos estes como sendo os primeiros pontos da raiz do lado esquerdo e direito respectivamente. Definimos então o novo ponto em relação ao ponto anterior de seu contexto, definimos o contexto a partir de dois atributos I_{inner} como a intensidade interior do contorno, e I_{outer} como a intensidade exterior do contorno. Para o lado esquerdo a intensidade interior é a intensidade média de uma região a direita do contorno e a intensidade exterior é a intensidade média de uma região a esquerda do contorno. Para o lado direito é o inverso. Queremos então encontrar o ponto de raiz que maximiza a diferença entre I_{inner} e I_{outer} . Sendo o i -ésimo ponto do lado esquerdo ou direito (x_i, y_i) , o ponto (x_{i+1}, y_{i+1}) é calculado iterativamente da forma:

$$\begin{aligned} x_{i+1} &= \underset{x_i-r \leq x \leq x_i+r}{max} (I_{inner} - I_{outer}), \\ y_{i+1} &= y_i + h \end{aligned} \quad (5)$$

Onde r é o raio do espaço de busca e h é o incremento vertical. Os valores de r e de h usados no trabalho foram 3 e 1 respectivamente.

3. Resultados e Discussões

Houve uma grande variação nos resultados encontrados. Em certos casos a segmentação era satisfatória e em outros falha. Devido à padronização dos parâmetros e heterogeneidade das imagens houve esta discrepância nos resultados. Nos casos de falha, o maior

problema está na detecção da raiz do dente, devido à grande semelhança do dente com a gengiva em certas imagens. O fato de as imagens não terem sido tiradas nas mesmas condições ou para propósitos diferentes também justifica algumas das falhas. Outro fator que pode explicar as falhas é que a técnica utiliza diversos parâmetros, padronizados de forma a tentar obter o melhor deles para o maior número de exemplos. A Figura 3a é

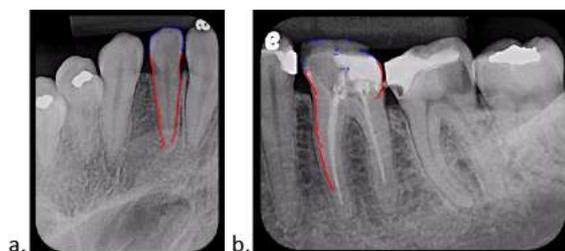


Figura 3. Exemplos de resultado (a. satisfatório; b. falho)

um exemplo de resultado satisfatório, visto que o método conseguiu delimitar a coroa e a raiz, mesmo que de maneira não tão uniforme. Já a Figura 3b não apresenta a coroa bem delimitada e a delimitação à direita da raiz não a contornou completamente.

4. Conclusão

Este trabalho detalha a técnica de segmentação denominada Método do Gradiente e propõe alterações para aprimorá-la. O método ainda não é válido para qualquer tipo de imagem, mas, ainda assim, os resultados obtidos são promissores, apresentando boa delimitação do contorno do dente em grande parte dos casos. Futuramente planejamos automatizar ou semi-automatizar a técnica e aplicar outras técnicas de segmentação como a técnica da probabilidade proposta por Jain e Chen (2003) para juntamente com a técnica abordada neste trabalho cumprir o objetivo de detectar cáries.

Referências

- Canny, J. (1986). A computational approach to edge detection. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, PAMI-8(6):679–698.
- Coelho, L. and Silva, A. (2005). Análise Digital de Radiografias Dentárias. *Revista do DETUA*, n. 4, 4:433 – 440.
- Gonzalez, R. C. and Woods, R. E. (2006). *Digital Image Processing (3rd Edition)*. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, USA.
- Jain, A. K. and Chen, H. (2003). Matching of dental X-ray images for human identification. In *Pattern Recognition Society Vol. 37*, pages 1519—1532. Elsevier.
- Jain, A. K., Chen, H., and Minut, S. (2003). *Dental Biometrics: Human Identification Using Dental Radiographs*, pages 429–437. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Ministério da Saúde (2010). Pesquisa Nacional de Saúde Bucal (SBBrazil).
- Silva, R. A. d., Ortiz, T. M. L., Cruz, M. C. F. N. d., and Gonçalves, L. M. (2013). Diagnóstico Clínico e Radiográfico na Detecção de Cáries Proximais em Molares Decíduos e Permanentes. *Odontologia Clínico-Científica (Online)*, 12:223 – 226.