

Análise Crítica e Sistemática sobre Técnicas Computacionais para a Detecção Automática de Pontos Cefalométricos

João Victor Oliveira Couto¹ e Michele Fúlvia Angelo²

1. Bolsista FAPESB, Graduando em Engenharia de Computação, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: jictvoo.ecomp@gmail.com

2. Orientador, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: mfangelo@ecomp.uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: cefalometria; pontos cefalométricos; técnicas computacionais.

INTRODUÇÃO

A análise cefalométrica, baseada em radiografias laterais da face, é uma ciência que faz parte do ramo odontológico, que visa obter dados referentes a localização e posição de pontos cefalométricos, para que a partir dos mesmos seja realizado um diagnóstico pelos profissionais da área [CHUKRUBURTTY S. *et al*].

De acordo com Ren *et al* (1998), existem cerca de 70 pontos de marcação em uma imagem cefalométrica comum, e esse grande número de pontos demanda uma grande quantidade de tempo para que os profissionais realizem sua identificação e marcação.

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo crítico e sistemático de técnicas de detecção automática de pontos cefalométricos a fim de se identificar as que apresentam melhores resultados para um maior número de pontos cefalométricos.

METODOLOGIA

O levantamento bibliográfico necessário para a realização deste trabalho foi realizado utilizando duas ferramentas de pesquisa: o *Google Scholar* e o Periódicos Capes. A pesquisa foi constituída pelas seguintes palavras chave: *automatic cephalometric measurement; cephalometric points*; medição automática de pontos cefalométricos; e pontos cefalométricos.

A partir dos resultados obtidos utilizando as palavras-chave apresentadas, foi realizada uma seleção dos artigos a serem analisados na pesquisa. A seleção inicial dos artigos foi reunida a partir da leitura de seus *abstracts*.

A busca pela bibliografia necessária resultou em uma base contendo 42 artigos publicados entre os anos de 1998 e 2017. Esses artigos selecionados, inicialmente, deveriam atender ao critério exigido quanto ao idioma, o qual refere-se à publicações escritas no idioma inglês e/ou português. Dessa forma, obtiveram-se 2 artigos publicados na língua portuguesa e 40 artigos publicados na língua inglesa.

Visando facilitar a análise de todos os artigos lidos, foi criada uma planilha e um arquivo de texto contendo os dados mais importantes referentes à cada artigo lido, ordenando-os por data de publicação e ordem alfabética. Os dados salvos na planilha foram: Ano de Publicação; Nome do Trabalho; Técnicas utilizadas; Número de Radiografias utilizadas; Número de Pontos Cefalométricos encontrados; e Todos os pontos encontrados pelo algoritmo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos artigos foi realizada de forma linear ao tempo de publicação dos mesmos, com o intuito de analisar o avanço das técnicas e tendências com o passar dos anos. Para uma melhor visualização dos dados referentes à cada publicação, as mesmas foram divididas por abordagens distintas, as quais configuram-se como: 1 - Abordagens Baseadas em Modelos; 2 - Abordagens Baseadas em Computação Flexível; 3 - Abordagens Híbridas.

O resultado dessa divisão dos artigos, bem como os dados obtidos (quantidade de radiografias utilizadas e pontos encontrados), podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Artigos por ano, métrica, quantidade de radiografias e pontos encontrados

<i>Ano</i>	<i>Artigo</i>	<i>Quantidade de Radiografias</i>	<i>Quantidade de Pontos encontrados</i>	<i>Métrica</i>
Abordagens Baseadas em Modelos				
1998	RUDOLPH, D.J. <i>et al</i>	14	15	Pixel, Milímetros
2000	HUTTON, TIM J. <i>et al</i>	63	16	Milímetros
2003	CHUKRUBURTTY, S. <i>et al</i>	130	8	Porcentagem
2006	KAZANDJIANA, S. <i>et al</i>	20	10	Milímetros
2006	RUEDA, SYLVIA & ALCANIZ, MARIANO	96	14	Milímetros
2008	GALHOOD M. <i>et al</i>	200	15	Porcentagem
2010	TRPOVSKI, Ž. <i>et al</i>	131	17	Milímetros
Abordagens Baseadas em Computação Flexível				
2008	BABA, M. S. <i>et al</i>	20	11	Milímetros
2009	LEONARDI, R. <i>et al</i>	41	10	Milímetros
2009	TANIKAWAA, C. <i>et al</i>	465	20	Milímetros
Abordagens Híbridas				
2013	KAUR, A. <i>et al</i>	85	18	Milímetros
2014	IBRAGIMOV, B. <i>et al</i>	200	18	Milímetros
2001	GRAU, V; ALCANIZ M, JUAN, MC; MONSERRAT, C; KNOLL, C	20	17	Milímetros
2005	AHMED, A. S. <i>et al</i>	27	18	Milímetros

A quantidade de pontos encontrados varia conforme a abordagem utilizada, devido ao fato de algumas abordagens conseguirem encontrar pontos mais facilmente do que outras abordagens. Dessa forma, percebe-se a importância de abordagens híbridas, que tiveram sua utilização mais abordada nos últimos anos em comparação às outras

abordagens apresentadas, bem como o fato de que os pontos mais fáceis de serem encontrados, são aqueles que por sua vez são os mais escolhidos para realizar a busca e medição durante o treinamento e validação de novas técnicas.

Após a realização das análises sobre os artigos selecionados, foi possível notar os pontos cefalométricos mais comumente buscados pelos sistemas de marcação automática dos pontos cefalométricos, os quais encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Pontos Cefalométricos comumente buscados por sistema de marcação automática

Nome dos Pontos	Sigla	Descrição
Ponto A	A	Ponto da concavidade mais profunda da maxila, encontra-se entre a espinha nasal anterior e a prótese
Ponto B	B	Ponto da concavidade mais profunda da sínfise mandibular, encontra-se entre a infradentale e o pogonion
Nasio	N	O ponto mais anterior da sutura fronto-nasal
Pório	Po	ponto mais superior do meato acústico externo
Pogônio	Pog	O ponto mais anterior do contorno anterior da sínfise mentoniana
Mentoniano	Me	O ponto mais inferior da sínfise mandibular
Sela	S	O ponto localizado no centro geométrico da sela túrcica
Espinha Nasal Posterior	ENP	ponto localizado na porção mais posterior da maxila óssea
Pró-nasal	Pn	O ponto mais proeminente do nariz
Subnasal	Sn	O ponto onde a borda inferior do nariz encontra o contorno externo do lábio superior
Lábio Superior	UL	O ponto mais anterior do lábio superior
Lábio Inferior	LL	O ponto mais inferior do lábio inferior
Pogônio Mole	Pog	O ponto mais retraído do queixo ósseo

Devido ao grande número de pontos cefalométricos, e suas localizações distintas, as formas de medição para cada um dos mesmos também é distinta, de forma que cada técnica desenvolvida possui diferentes valores de erro médio para cada ponto medido, sendo esses valores mensurados como a diferença entre a medição manual realizada por um profissional da área, e a medição realizada pelo sistema proposto. Levando-se em consideração apenas os pontos cefalométricos mais buscados nos artigos, é possível afirmar que as abordagens híbridas possuem uma maior constância quanto ao erro médio calculado para cada ponto medido. Além disso, as abordagens híbridas revelaram possuir uma taxa de erro médio mais constante e menos mutável que as outras abordagens, de uma forma geral. Dessa forma, as técnicas híbridas abrem um espaço de pesquisa bem maior para o desenvolvimento de novos algoritmos para marcação automática de pontos.

CONCLUSÃO

Apesar da baixa flexibilidade para o desenvolvimento de novas técnicas computacionais para realizar a identificação automática dos pontos cefalométricos e tratamento das imagens, é notado que a junção de métodos já bem discutidos e fomentados na comunidade acadêmica da área, bem como diferentes formas de implementação dos mesmos, trazem melhorias e maiores acertos na identificação dos pontos. Isso se deve ao fato de algumas técnicas suprirem o ponto fraco de outras, de forma a tornar-se mais completa quando unificada à outra técnica.

REFERÊNCIAS

- CHUKRUBURTTY S., YAGI M., SHIBATA T., CAUWENBERGHS G. Robust Cephalometric Landmark Identification Using Support Vector Machines, 2003
- EL-FEGH I., GALHOOD M., SID-AHMED M., AHMADI M. Automated 2-D Cephalometric Analysis of X-ray by Image Registration Approach based on Least Square Approximator, 30th Annual International IEEE EMBS Conference, 2008
- GRAU V, ALCAÑIZ M, JUAN MC, MONSERRAT C, KNOLL C. Automatic localization of cephalometric landmarks. *J Biomed Inform.* 34(6):146-56, 2001
- HUTTON T. J., CUNNINGHAM S., HAMMOND P. An evaluation of active shape models for the automatic identification of cephalometric landmarks, *European Journal of Orthodontics* 22 499–508, 2000
- IBRAGIMOV B., LIKAR B., PERNUŠ F., VRTOVEC T. Automatic Cephalometric X-Ray Landmark Detection by Applying Game Theory and Random Forests, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014
- KAUR A., SINGH C. Automatic cephalometric landmark detection using Zernike moments and template matching, Springer-Verlag London, 2013
- KAZANDJIANA S., KILIARIDIS S., MAVROPOULOSA A. Validity and Reliability of a New Edge-based Computerized Method for Identification of Cephalometric Landmarks, *Angle Orthodontist*, Vol. 76, No. 4, 2006
- LEONARDI R., GIORDANO D., MAIORANA F. An Evaluation of Cellular Neural Networks for the Automatic Identification of Cephalometric Landmarks on Digital Images, 2009
- MOSLEH M. A. A., BABA M. S., HIMAZIAN N., AL-MAKRAMANI B. M. A. An Image Processing System for Cephalometric Analysis and Measurements, 2008
- REN, J., LID D., FENG D. , SHAO J., ZHAO R., LIAO YI, LIN Z. A Knowledge-based Automatic Cephalometric Analysis Method, *Proceedings of the 20th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, Vol. 20, No 2, 1998
- RUDOLPH D.J., SINCLAIR P.M., COGGINS J.M. Automatic computerized radiographic identification of cephalometric landmarks, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, Vol. 113, No. 2, 1998
- RUEDA, SYLVIA & ALCAÑIZ, MARIANO, An Approach for the Automatic Cephalometric Landmark Detection Using Mathematical Morphology and Active Appearance Models, *MICCAI 2006*, LNCS 4190, pp. 159–166, 2006
- SAAD A. A., EL-BIALY A., KANDIL A. H., AHMED A. S. Automatic Cephalometric Analysis Using Active Appearance Model and Simulated Annealing, *GVIP 05 Conference*, 2005
- TANIKAWA C., YAGI M., TAKADA K. Automated Cephalometry: System Performance Reliability Using Landmark-Dependent Criteria, *Angle Orthodontist*, Vol. 79, No. 6, 2009

VUŠINIČ P., TRPOVSKI Ž., ŠØEPAN I. Automatic landmarking of cephalograms using active appearance models, *European Journal of Orthodontics*, Vol. 32, p. 233–241, 2010