



Utilização de tomografias computadorizadas de baixa resolução para construção de modelos geométricos detalhados de mandíbulas com e sem dentes



M.A. Amorim Vasco^{a,*}, M. Doblaré Castellano^b, J. Bayod López^b e E. Barbosa de las Casas^c

^a Curitiba, PR, Brazil

^b Depto. Ingeniería Mecánica, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España

^c Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Engenharia, MG, Brazil

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 28 de novembro de 2013

Aceite a 2 de setembro de 2014

On-line a 18 de dezembro de 2014

Palavras-chave:

Mandíbula

Dentes

Análise com elementos finitos

Modelo paramétrico

Processamento de tomografia computadorizada

Keywords:

Mandible

Teeth

Finite element analysis

Parametric model

Computed tomography processing

R E S U M O

Modelos geométricos detalhados de uma mandíbula podem melhorar a precisão de simulações computacionais, entretanto, custo, tempo e mão de obra qualificada disponível para sua construção podem atrapalhar ou atrasar a pesquisa. O objetivo do presente artigo é descrever uma técnica para reconstrução de mandíbulas com e sem dentes a partir de tomografias computadorizadas clínicas de baixa resolução. A técnica permite a modelagem de detalhes geométricos normalmente difíceis de reconstruir com esses exames, como por exemplo, o ligamento periodontal. Os modelos de uma mandíbula dentada e outra desdentada, resultantes do processo são disponibilizados online para uso não comercial. Os modelos podem ser utilizados em diversas áreas como ortodontia, implantodontia, ortopedia e traumatologia como apresentados ou como base para simulações avançadas com modelos constitutivos.

© 2013 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Use of low-resolution CT scans for construction of detailed geometric models of mandibles with and without teeth

A B S T R A C T

Detailed geometric models of a mandible can improve the accuracy of computer simulations. However, cost, time and qualified labor available for their construction may hinder or delay the task. The purpose of this article is to describe a technique for reconstructing a mandible with and without teeth from clinical CT scans of low resolution. The method allows modeling geometric details usually difficult to reconstruct with these scans, such as the periodontal ligament. The models of a toothless and toothed mandible resulting from the process are available online for non-commercial use. The models can be used in various fields such as orthodontics, implantology, orthopedics and traumatology as presented or as a basis for simulations.

© 2013 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondência.

Correios eletrônicos: maavasco@gmail.com (M.A. Amorim Vasco), mdoblar@unizar.es (M. Doblaré Castellano), jbayod@unizar.es (J. Bayod López), estevam.lascasas@gmail.com (E. Barbosa de las Casas).

Palabras clave:

Mandíbula
Dientes
Análisis de elementos finitos
Modelo paramétrico
Procesamiento de tomografía
computarizada

Utilización de la tomografía computarizada de baja resolución para construir modelos geométricos detallados de mandíbulas con y sin dientes

R E S U M E N

Modelos detallados geométricos de una mandíbula pueden mejorar la precisión de las simulaciones por ordenador. Sin embargo, el costo, tiempo y mano de obra especializada disponible para su construcción pueden interrumpir o retrasar el análisis. El propósito de este artículo es describir una técnica para la reconstrucción de la mandíbula con y sin dientes de tomografías computarizadas clínicas de baja resolución. La técnica permite el modelado de detalles geométricos por lo general difíciles de reconstruir con estos exámenes, como el ligamento periodontal. Modelos de una mandíbula con dientes y otro sin dientes resultante del proceso están disponibles en internet para el uso no comercial. Los modelos pueden ser utilizados en distintas áreas como la ortodoncia, implantología, ortopedia y traumatología, como se presentan o como una base de un simulado avanzado con otros modelos constitutivos.

© 2013 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introdução

A construção de modelos geométricos na área de saúde é um desafio devido à geometria irregular comumente associada com tais estruturas. Com avanços na área de informática, principalmente referente ao poder de processamento das estações de trabalho e clusters, tornou-se viável a utilização de modelos geométricos detalhados, favorecendo assim a aproximação de simulações computacionais a situação real.

Em muitos casos, para que exista um real benefício, é necessário que os modelos utilizados sejam fiéis ou muito próximos da situação clínica. Para tanto é necessário uma série de requisitos, a começar pela disponibilidade de exames de imagens adequados, softwares apropriados, técnicas de reconstrução adequadas e um profissional treinado, além do tempo necessário para confecção do modelo, que pode ser extenso.

Todos esses requisitos e dificuldades levam muitos pesquisadores a utilizarem modelos simplificados e dependendo da pesquisa inadequados. A disponibilidade pública de modelos geometricamente precisos pode facilitar a pesquisa, poupando tempo e viabilizando sua utilização em centros que não disponham dos recursos necessários para construção desses modelos. Nesse contexto uma região extensamente pesquisada é a região da mandíbula [1–6]. Dessa forma a disponibilidade de modelos da mandíbula, tanto dentada quanto desdentada, pode facilitar diversas pesquisas na área, além de favorecer possíveis análises comparativas que utilizam o mesmo modelo geométrico.

Os exames de micro tomografias, devido à sua alta precisão, seriam teoricamente o melhor método para obtenção de modelos anatômicos geometricamente precisos [7–10], entretanto, devido ao alto custo, alta exposição à radiação e limitação quanto ao tamanho da zona analisada, esses são contraindicados para utilização em seres humanos vivos. Aumento na dose de radiação está diretamente relacionado à qualidade da imagem obtida, com melhora no contraste e diminuição de artefatos [11,12] e micro tomógrafos utilizam níveis de radiação muito maiores que o aceitável para aplicação em pacientes vivos. Considerando os efeitos deletérios da radiação [12,13], a utilização de exames de micro-CT se torna inviável em diversas situações de pesquisa. Exames de tomografia computadorizada convencional, viáveis para utilização em seres humanos, não possuem o mesmo nível de precisão que as microtomografias, normalmente não sendo capazes de capturar estruturas anatômicas pequenas e importantes [14], como o ligamento periodontal ao redor dos dentes.

Este trabalho tem por objetivo demonstrar uma técnica para obtenção de modelos geométricos detalhados através de tomografias clínicas de baixa resolução e disponibilizar os modelos obtidos para uso livre (não comercial) da comunidade científica.

2. Material e método

Uma tomografia computadorizada (I-CAT, Xoran Technologies, Ann Arbor, EUA), de um paciente com todos os dentes, exceto os terceiros molares, foi utilizada nessa pesquisa. O objetivo foi examinar a região da mandíbula, em cortes de 0,25 mm para um total de 428 cortes com 640×640 voxels cada. O exame foi salvo no formato Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) e importado para um programa de processamento de imagem e reconstrução digital (Simpleware 4.2, Simpleware Ltd, Exeter, Reino Unido).

Devido ao nível de contraste e definição dos cortes, a segmentação automática das estruturas apresentou resultados insatisfatórios. Foi impossível determinar automaticamente os limites de estruturas como o ligamento periodontal, esmalte e osso medular e cortical. A figura 1 mostra um exemplo de uma imagem 2D da tomografia utilizada. A maioria das imagens provenientes da tomografia computadorizada clínica não tem uma clara definição dos limites das estruturas.

Para obter as geometrias desejadas, os dentes e a superfície óssea externa foram manualmente segmentados e reconstruídos num modelo não paramétrico tridimensional, como mostra a figura 2. Esses modelos foram gravados no formato STL (3D Systems, Rock Hill, EUA). No exemplo, o modelo ósseo tinha 676.146 faces polidricas e cada dente aproximadamente 40 mil faces. Um segundo modelo ósseo foi construído para representar uma mandíbula sem dentes, com uma superfície da crista óssea suavizada manualmente e compatível com uma condição clínica sem dentes. Apesar de ser possível a criação de malhas de elementos finitos com esse número de faces, os modelos ainda devem ser ajustados quanto a estruturas que são impossíveis de determinar corretamente com a tomografia utilizada. Ademais, devido ao número de faces, o processo de

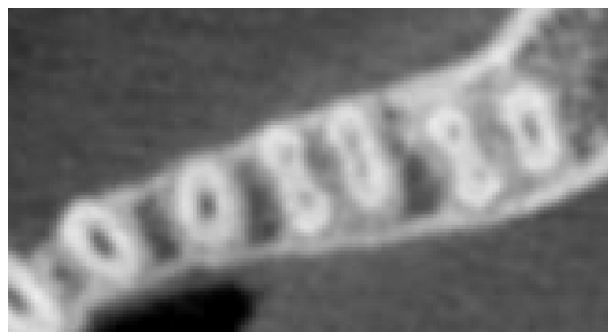


Figura 1. Parte ampliada de uma imagem 2D da mandíbula a partir de uma tomografia computadorizada clínica, para evidenciar falta de sem definição suficiente dos limites das estruturas.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/1702468>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/1702468>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)