

Detecção automática de pontos para alinhamento de guia tomográfica de mandíbula

Autor: Renan Carlos Pereira de Moraes

Orientador: André Ricardo Backes

Introdução

- * Descoberta dos Raios X em 1895 por Wilhelm Conrad Röntgem.
 - * A medicina rapidamente encontrou aplicação clínica para esta nova tecnologia.
 - * Diagnóstico de doenças.
- * E na área da odontologia ? Como é a utilização dos Raios X atualmente?
 - * Incorporação dessa nova tecnologia.
 - * Técnicas intra e extra-orais tiveram seus protocolos estabelecidos.

Introdução

- * Princípios da Ortopantomografia (Paatero, 1961).
 - * Radiografia panorâmica.
 - * Técnica radiográfica mais utilizada para os estudos das estruturas maxilo-faciais.



Introdução

- * Tomografia Computadorizada (1972).
 - * Godfrey Hounsfield e Allen Cormack.
 - * Revolução no campo do diagnóstico por imagem.
 - * Premio Nobel de Medicina.

- * E a Odontologia ?
 - * Software Dental Scan (Rothman e Schwartz).
 - * Tornou possível ao cirurgião dentista visualizar as estruturas maxilo-faciais nos três planos básicos (axial, coronal e sagital).
 - * Cortes panorâmicos e reconstruções 3D.

Introdução

- * Implantodontia.

- * Área da odontologia que se destina às reabilitações protéticas suportadas ou retidas por implantes dentários.
- * Implantação (mandíbula e na maxila) de materiais destinados a suportar próteses unitárias, parciais ou removíveis e próteses totais.



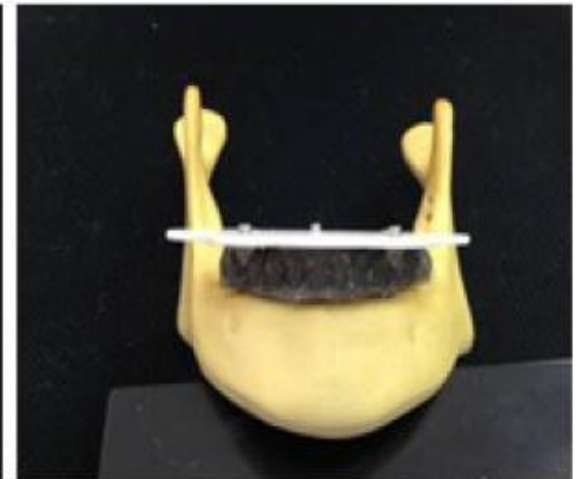
Introdução

- * Objetivo.

- * Apresentar uma solução eficiente e elegante de detecção de pontos para o reposicionamento da guia tomográfica.
- * Auxílio ao alinhamento automático o qual é um complemento das funcionalidades do software Kea Tech (usado para a avaliação prévia à instalação de implantes em cirurgia convencional).

Introdução

- * O que é uma guia tomográfica ?
 - * O guia tomográfico auxilia o radiologista a orientar o eixo de inserção do futuro implante a ser inserido na região solicitada.
 - * Possui referencias que serão identificadas durante a tomografia .



Introdução

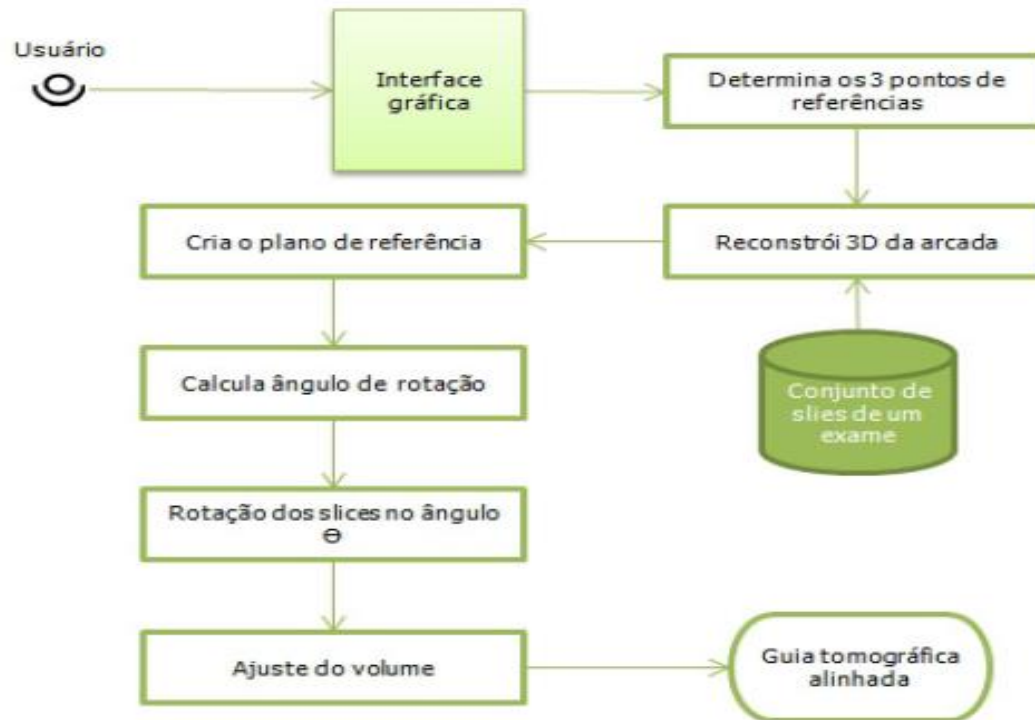
- * Software Kea Tech



Introdução

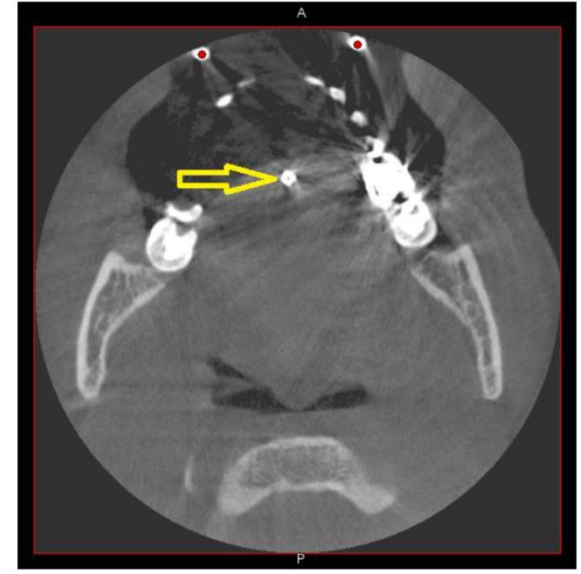
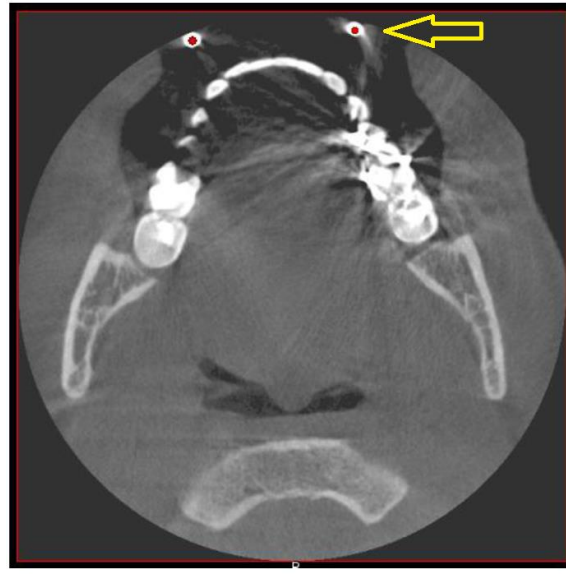
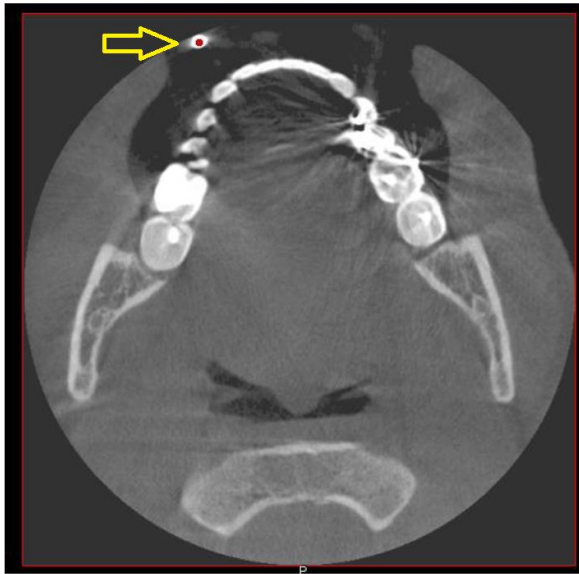
- * Desenvolvido pela empresa KEA Tech Sistemas Inovativos.
- * Utiliza o método de alinhamento semiautomático geométrico.
- * recline WithThreePoints (rWTP).
- * Requer que o implantodontista marque três pontos de referência de forma interativa.
- * Resultados podem variar de acordo com o profissional.

Introdução



Trabalhos correlatos e estado da arte

Busca das referências metálicas.



Trabalhos correlatos e estado da arte

Correto alinhamento das três referências metálicas



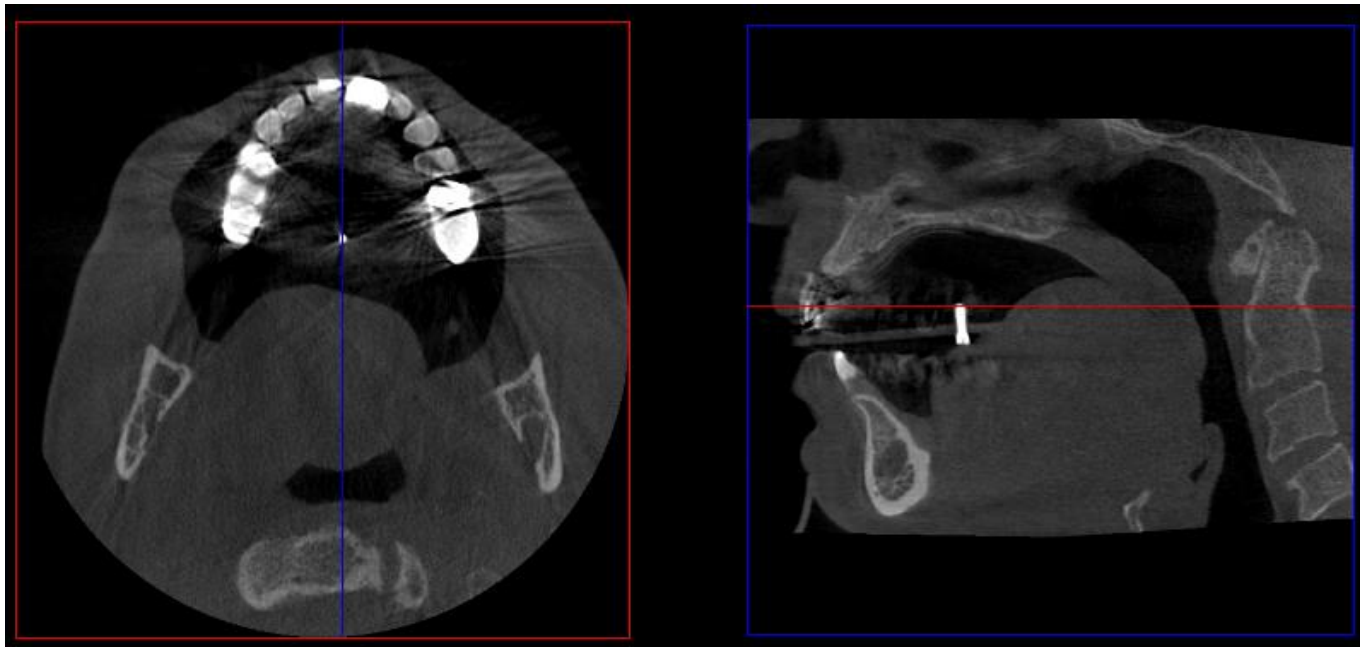
Introdução

- * O problema.

- * Após feita a tomografia do paciente, as imagens geralmente vem desalinhadas em relação às três referências do suporte tomográfico.
- * Pequenas inclinações.
- * Topo das referências em axiais diferentes.
- * Necessidade das referências metálicas estejam perfeitamente alinhadas com o plano horizontal (mesma fatia).

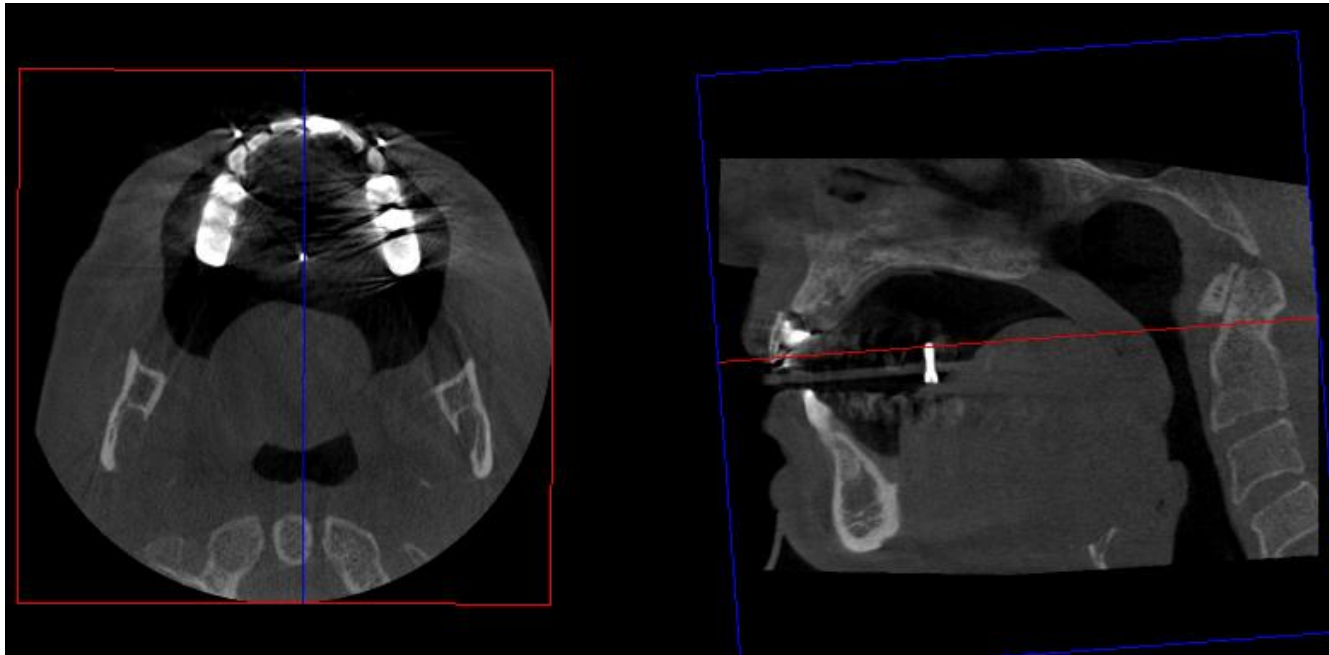
Introdução

- * Imagem não alinhada, plano axial(direita) e sagital(esquerda)



Introdução

- * Imagem alinhada, plano axial(direita) e sagital(esquerda)



Introdução

- * Justificativas

- * Para que o software Kea Tech gere um projeto a ser utilizado para fins de confecção de guias cirúrgicas, há a necessidade de que as referências metálicas estejam perfeitamente alinhadas com o plano horizontal.

- * Como solucionar tais problemas?

- * Técnicas de processamento de imagens.

- * Vantagens:

- * Evitar falhas humanas no processo de localização das referências metálicas.
- * Redução do excesso de exposição à radiação.

Referencial Teórico

- * Segmentação de imagens.

- * Processo de dividir uma imagem digital em múltiplas regiões (conjunto de pixels) ou objetos.
- * Simplificar e/ou mudar a representação de uma imagem para facilitar a sua análise.
- * Usada para localizar objetos e formas (linhas, curvas, etc) em imagens.



Referencial Teórico

- * Protocolo DICOM.

- * Colégio Americano de Radiologia.
- * Associação Americana de Equipamentos Elétricos.
- * Conjunto de padrões para equipamentos de imagens médicas com o objetivo de que diferentes equipamentos pudessem compartilhar informações.

- * **Vantagens:**

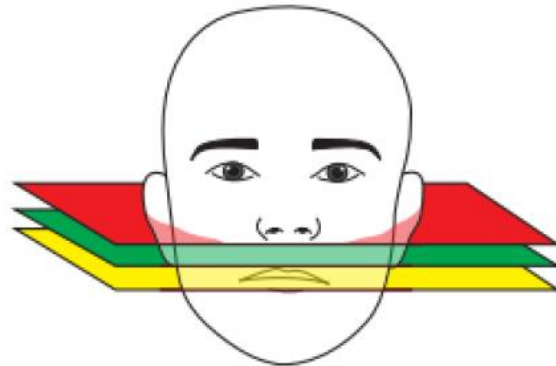
- * Apresenta um conjunto de normas a serem seguidas pelos dispositivos para a transferência dos dados.
- * Define comandos e informações que podem ser trocadas pelos equipamentos.

Referencial Teórico

- * Planos básicos da imagem tomográfica.
 - * Quando é feita a reconstrução dos dados iniciais capturados nas várias projeções que o aparelho de tomografia realiza durante a irradiação da área de interesse, o software Kea Tech fornece pelo menos três imagens em planos diferentes: plano axial , plano sagital e plano coronal

Referencial Teórico

- * Plano axial (horizontal).
 - * Qualquer plano transverso que passa através do corpo, dividindo o corpo em porções superior e inferior.



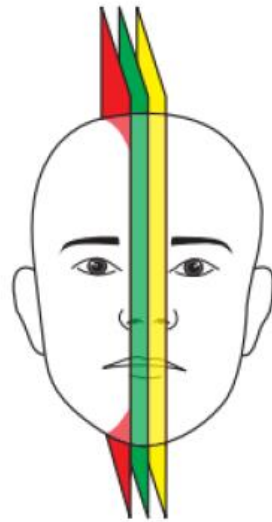
Plano Axial



Referencial Teórico

- * Plano Sagital.

- * Qualquer plano longitudinal que divide o corpo em partes direita e esquerda.



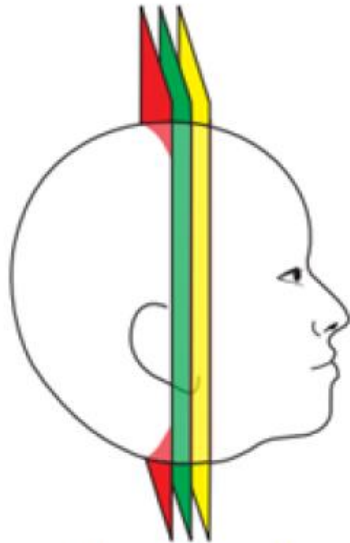
Plano Sagital



Referencial Teórico

- * Plano Coronal (Frontal).

- * Qualquer plano longitudinal que divide o corpo em partes anterior e posterior.



Plano Coronal



Desenvolvimento

- * Matlab

- * Linguagem de fácil aprendizado e entendimento.
 - * Análise numérica.
 - * Cálculo com matrizes.
 - * Ferramentas para processamento de imagens.
-
- * Apresenta uma série de funções matemáticas já implementadas e oferece suportes para trabalhar com arquivos no formato DICOM.

Desenvolvimento

- * Aquisição da tomografia do paciente
 - * Tomografia completa de um paciente.
 - * Pacote de 651 arquivos na extensão dcm.
 - * Fatias da tomografia do paciente que foi usado como teste para os nossos experimentos.

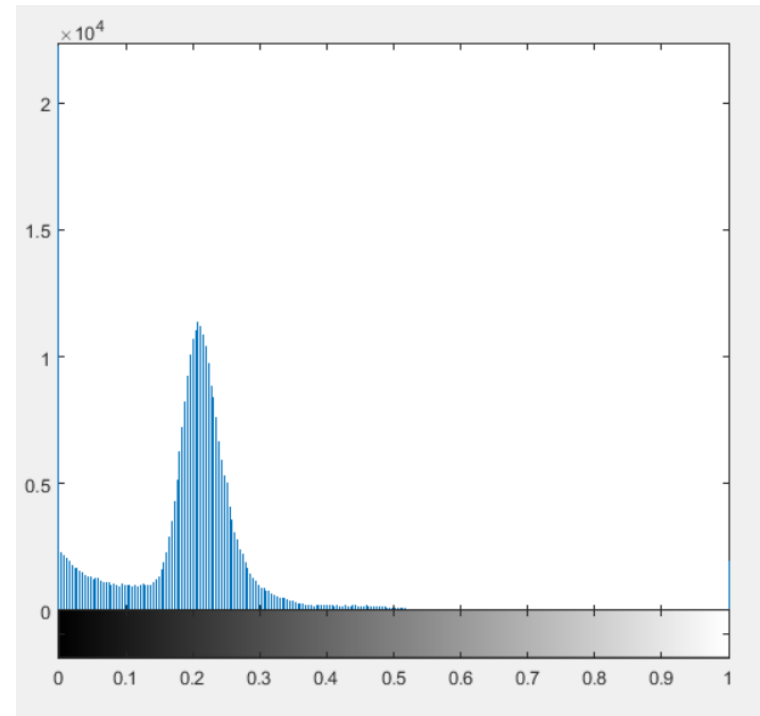
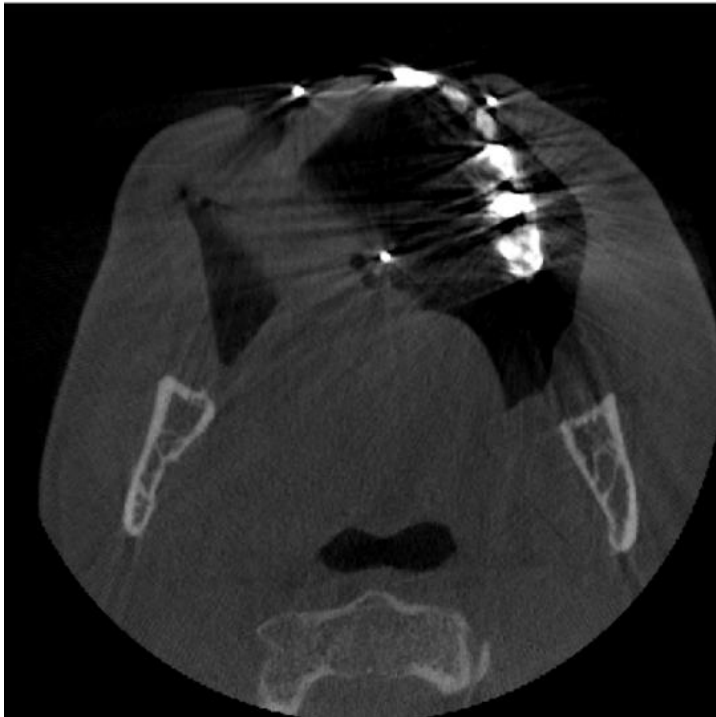
Desenvolvimento

* Binarização

- * Fundamental para realizar as detecções dos pontos contidos na guia tomográfica.
- * Método mais simples de segmentação de imagens.
- * Consiste em separar uma imagem em duas regiões através da escolha de um ponto de corte, threshold (limiar).
- * As imagens tomográficas são compostas com tons de cinza, variando entre o preto (menor intensidade) e o branco (maior intensidade).
- * Histograma.

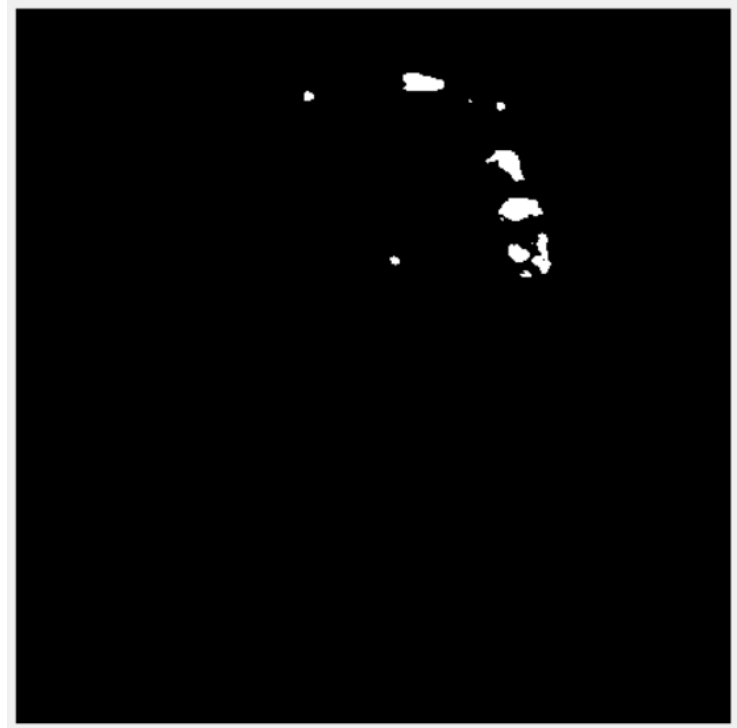
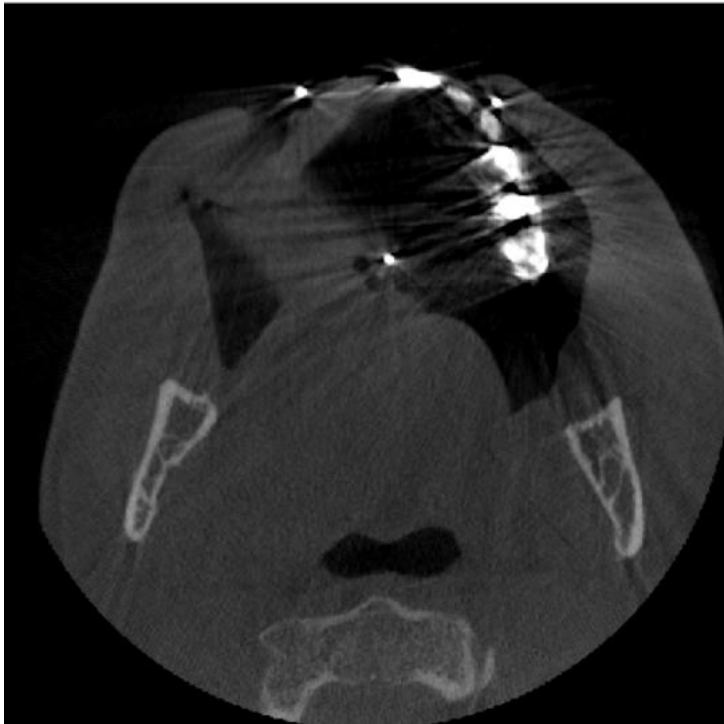
Desenvolvimento

Histograma



Desenvolvimento

Binarização feita com o valor de threshold de 0.9.



Resultados e discussão

- * Implementação

- * Orientação do especialista do software kea Tech.
- * Algoritmo de detecção de pontos.

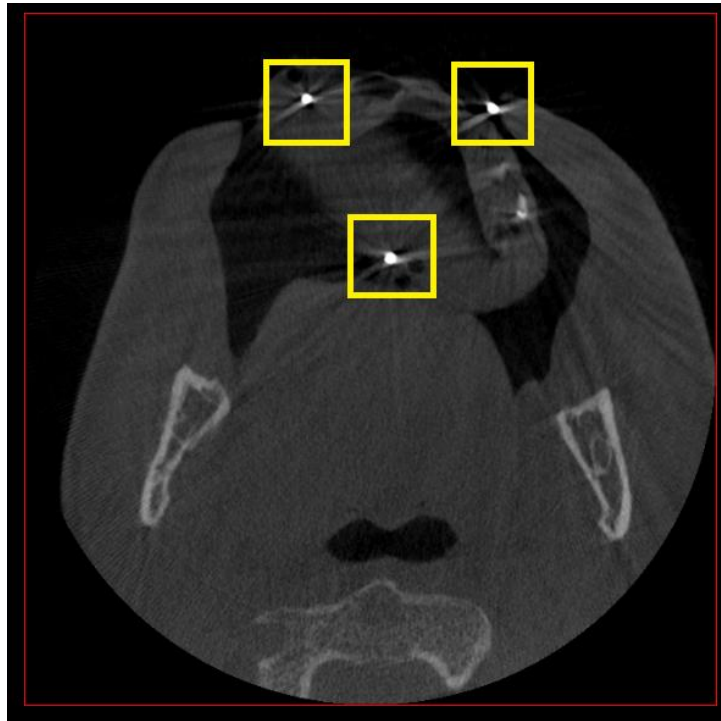
- * Detecção de uma região comum para cada referência metálica indicada pelo especialista.

Resultados e discussão

- * Para cada imagem, fazemos uma seleção de uma janela de tamanho $2D+1 \times 2D+1$ pixels com o seu centro em um dos pontos selecionados ($D = 20$).
- * Normalização nos níveis de cinza da imagem DICOM para a profundidade correta de tons de cinza.
- * Binarização da imagem normalizada com um valor de limiar de 0,9.
- * Verificamos se existem pelo menos 5 pixels brancos na janela que esta sendo analisada.
- * A região é exibida e o índice da fatia é armazenado.

Resultados e discussão

Regiões de busca das referências metálicas



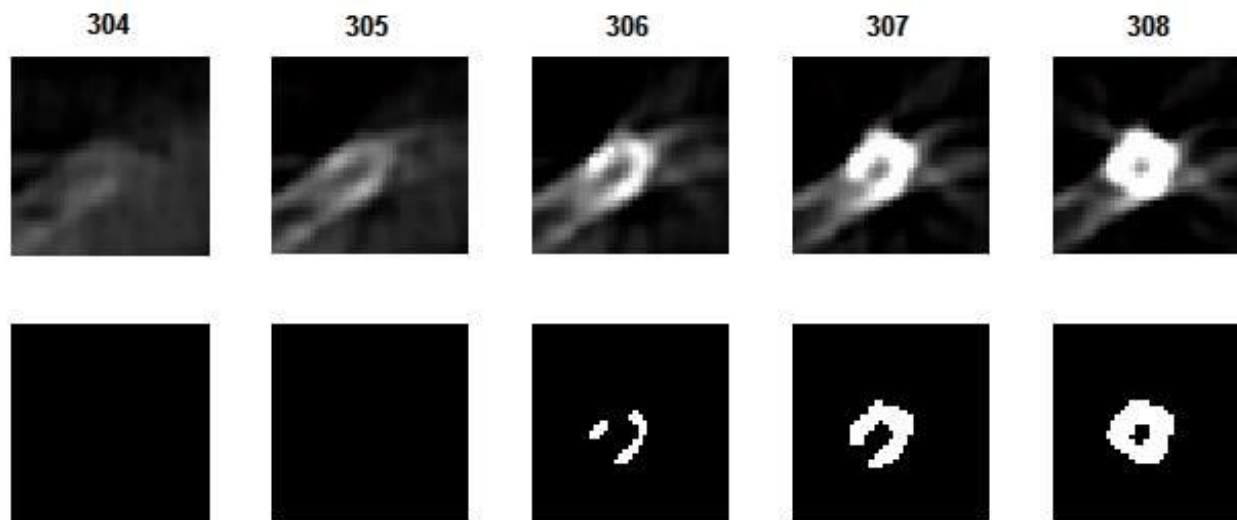
Resultados e discussão

* Resultados

- * Avaliamos o comportamento da segmentação a medida que as buscas pelos marcadores foram realizadas.
- * O sistema é capaz de identificar o marcador ao menor sinal de sua presença na imagem.
- * Valor escolhido de limiar está devidamente adequado para a identificação das referências metálicas.
- * Se o valor do limiar fosse alterado (para um valor maior ou menor do que o utilizado), poderia ocorrer um falso resultado no qual seria identificadas outras estruturas na imagem que não fossem os marcadores.

Resultados e discussão

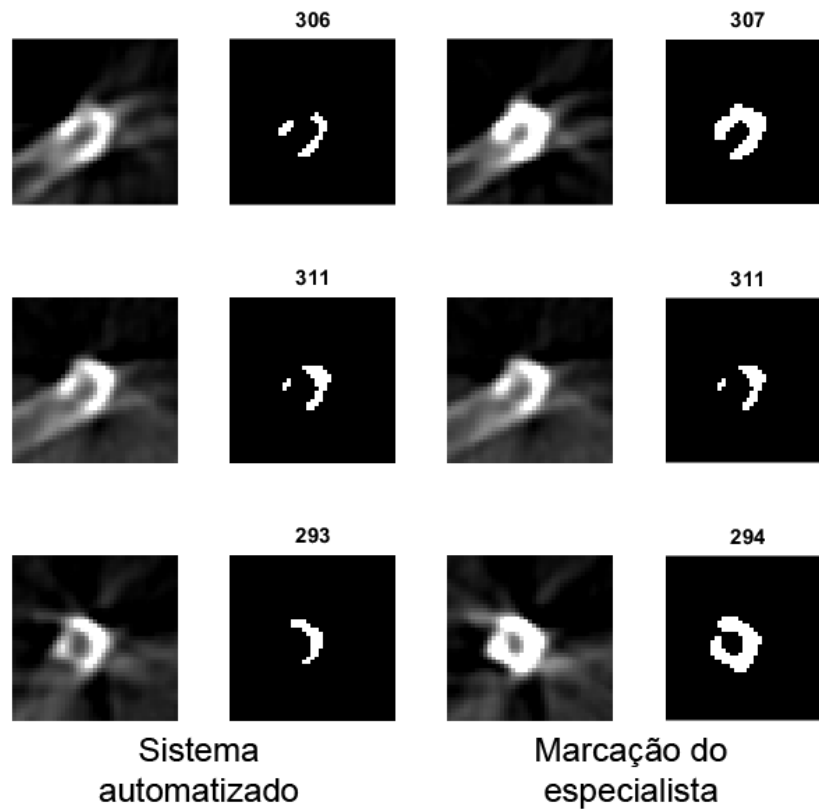
Exemplo da detecção de um marcador



Resultados e discussão

- * Validação com o conhecimento do especialista.
 - * Comparação dos resultado com o conhecimento de um especialista.
 - * Sistema automatizado conseguiu fazer uma detecção precoce dos marcadores em relação a marcação feita pelo especialista.
 - * Sistema automatizado é mais sensível as variações de tons de cinza se comparado com a visão do especialista.
 - * O especialista precisa de mais informações visuais da área do marcador pra fazer a detecção.
 - * Sistema automatizado a quantidade de informações é menor.
 - * Mesmo havendo uma pequena diferença nos identificadores das fatias encontradas para cada marcador, o especialista concluiu que a detecção desses pontos pelo sistema automatizado é válida e satisfatória.

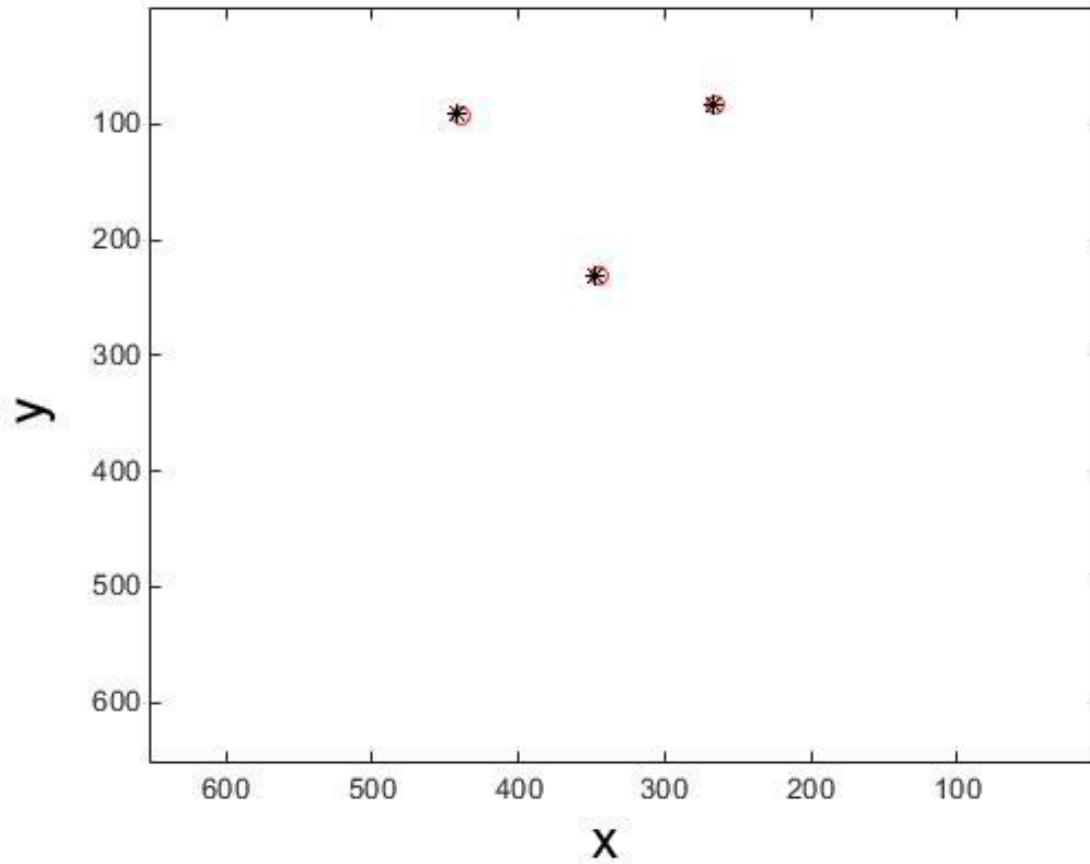
Resultados e discussão



Resultados e discussão

- * Validação com o conhecimento do especialista.
 - * O sistema automatizado caracteriza uma constância na marcação dos pontos.
 - * Dado uma mesma imagem o sistema sempre obtém os mesmos resultados (Determinístico).
 - * O especialista poderá haver uma variação em uma nova tentativa de marcação.
 - * Pequena oscilação nos resultados.
 - * Mesmo havendo essa oscilação, o sistema consegue obter resultados válidos e significativos.

Resultados e discussão



Conclusões

* Conclusões.

- * Método de detecção de pontos teve resultados positivos.
- * Planejamento e desenvolvimento foi aprovado de acordo com a avaliação do especialista.
- * Alguns aspectos notados na implementação são passíveis de melhoria, porém já atendem aos requisitos de usabilidade desejados.

* Sugestão de trabalhos futuros.

- * Fazer uma pesquisa nas fatias sem depender das coordenadas passadas pelo especialista.
- * Fazer uma integração dos pontos da guia cirúrgica detectados automaticamente com a sequência do alinhamento (rWTP).
- * Integrar o processo de detecção automática e alinhamento no software Kea-Tech.



Duvidas ?

Obrigado 😊