

Reconstrução de modelos 3D para uso na medicina

Marlon Henry Schweigert & Roberto Silvio Ubertino Rosso
Universidade do Estado de Santa Catarina
Centro de Ciências Tecnológicas
Automação e Controle

Resumo—Este pseudo artigo visa buscar as últimas tecnologias utilizando reconstrução 3D para auxílio médico, visando desempenho e utilização de técnicas que abordam reconstrução 3D a partir de imagens no ambiente hospitalar.

I. INTRODUÇÃO

Inferir objetos 3D a partir de imagens 2D é um tópico avançado da visão computacional, obtendo tópicos de robótica, reconhecimento de padrões, computação gráfica e visão de máquina. A criação de objetos 3D a partir de imagens é um desafio do ponto de vista de desempenho, pela complexidade dos algoritmos envolvidos. Nesse sentido, técnicas especificadas são populares no ambiente hospitalar a fim de suprir problemas, agilizar ou melhorar procedimentos [1].

O atual trabalho visa buscar tópicos relevantes ao autor do atual meta-artigo encontrados em publicações de artigos ou periódicos contendo os temas de reconstrução 3D e ambiente médico publicados a partir de 2017.

Os tópicos abordados no atual trabalho são:

- 1) Aceleração de algoritmos de reconstrução 3D utilizando GPU.
- 2) Auxílio e detecção de câncer de mama auxiliado por reconstrução 3D utilizando imagens de ultrassom e tomografia.
- 3) Auxílio a procedimentos cirurgicos e exames visuais utilizando nuvem de pontos.
- 4) Reconstrução de ossos da região pélvica a partir de imagens de tomografia.

II. PROCESSO DE RECONSTRUÇÃO 3D ACELERADO POR GPU

A fim de reconstruir uma malha 3D, se faz necessário um conjunto de pontos que pertença ao objeto que será reconstruído. Nesse sentido, se faz necessário um conjunto de imagens de tamanho para que supra a definição do algoritmo utilizado.

Este conjunto de imagens servem para gerar uma nuvem de pontos, a fim de ser processado por um algoritmo de reconstrução 3D. Entretanto, este conjunto de imagens conterá uma quantidade de elementos massivos para garantir uma boa resolução do objeto. Por este motivo, existe a necessidade de acelerar este processo por meio de algoritmos mais eficientes. Com este objetivo, pode-se utilizar casamento de imagens por métodos de *hash* utilizando aceleração de GPU.

Este método é utilizado durante a criação da nuvem de pontos, baseado em hash com modo cascata. Com o principal

objetivo de reconstruir topologias de cenários urbanos ou engenharia reversa, o mesmo método pode ser utilizado para reconstruir a visualização da topologia do ser humano facilitando o entedimento de operações ou agilizando a composição de próteses [2].

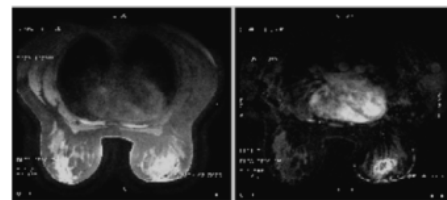
Após a geração de pontos formando uma nuvem de pontos, um método utilizado é interpolações a fim de gerar uma malha que gere a malha esperada. Nesse sentido, pode-se utilizar interpolação cubica de Bézier Spline [1] a fim de obter curvas que percorram esta nuvem de pontos. Por fim, é criado faces que completem o objeto definido pelas curvas obtidas a partir da nuvem de pontos.

III. UTILIZAÇÃO PARA RECONHECIMENTO DE CÂNCER DE MAMA

Câncer é um denso conjunto de células criadas pelo próprio corpo. O câncer de mama é um dos mais corriqueiro em mulheres [3]. Uma das utilizações da reconstrução de modelos 3D a partir de imagens para medicina é agilidade para localização de tumores. Dessa forma, é possível excluir falsos positivos comparados a métodos convencionais [3].

A segmentação dos tumores, após a reconstrução 3D, pode ser classificada utilizando o algoritmo *K-means algorithm*.

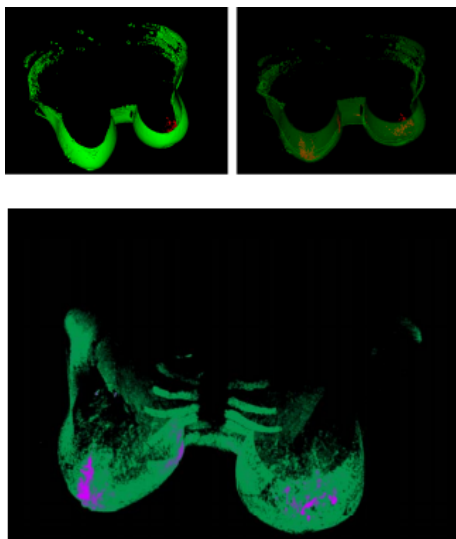
Para capturar as imagens, se faz necessário obter uma sequência de imagens utilizando imagens MRI, com contraste. Um exemplo destas imagens pode ser obtido na Figura III.



Obtendo diversas imagens de contraste, é possível obter uma segmentação de pontos 3D, já utilizando uma filtragem a partir da classificação do algoritmo *K-means algorithm*. Um exemplo de nuvem de pontos com este filtro aplicado pode ser visualizado na Figura III.

Pode ser visível como objeto final entregue ao médico que guiará o procedimento do paciente a visualização do objeto 3D descrito na Figura III.

A partir desta visualização, o médico poderá guiar sem falsos positivos ou eliminar problemáticas durante o proce-

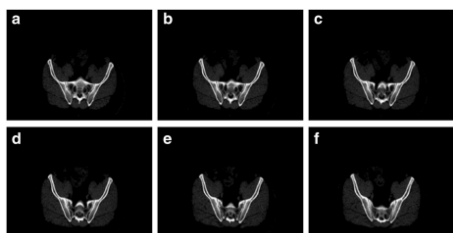


dimento de cura do câncer de mama, de forma mais barata e eficiente.

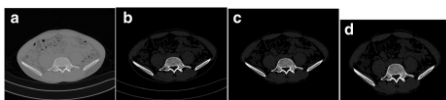
IV. VISUALIZAÇÃO DE OSSOS DA PÉLVIS

Segmentação de ossos é um método importante na tomografia guiada por computador [4]. Esta segmentação é utilizada para diagnósticos de danos na região pélvica, planejamento de operações e verificação do desempenho de tratamentos cirúrgicos. Esta segmentação pode ser realizada a partir da extração de pontos-chave baseado na diferença de pixels. Utilizando este método, este diagnóstico pode ser realizado em aproximadamente 2 minutos por um computador, em média.

Para este método, é necessário um conjunto de imagens com fatiamento da pélvis. Isso pode ser obtido a partir de tomografia da região. A entrada para este método computacional é um conjunto de imagens, a qual pode ser visualizada na Figura IV.



Entretanto, se faz necessário o tratamento das imagens para limpar ruído obtido junto a tomografia. Um exemplo do método de remoção de ruído pode ser visualizado na Figura IV.



O resultado final para planejamento médico será a reconstrução 3D e visualização do objeto para o médico que irá

cuidar do procedimento de tratamento. Nesse sentido, será entregue a Figura IV.



Para este método, foi validado o seu uso em computadores pessoais com bom desempenho para uso clínico. Entretanto, como este método depende do espaçamento de pontos-chaves da tomografia, ele fica limitado a resolução da tomografia para a reconstrução 3D. Caso seja obtido um número grande, se faz necessário métodos melhores para a reconstrução. Por fim, pode-se utilizar a reconstrução utilizando GPU, descrito no início deste meta-artigo.

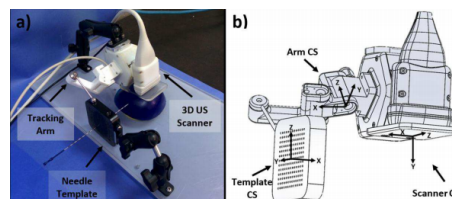
V. ULTRASSOM 3D BASEADO EM NUVEM DE PONTOS PARA TRATAMENTO DE CÂNCER DE MAMA

A fim de melhorar a visualização do procedimento médico de ultrassom, também pode-se utilizar a reconstrução de malhas 3D a partir de uma nuvem de pontos. A implementação utiliza 150 imagens retiradas com ultrassom 2D para reconstrução 3D a fim de auxiliar no tratamento do câncer de mama [5].

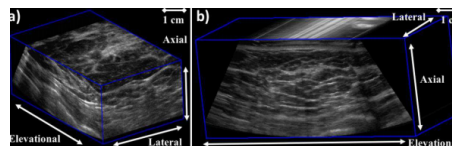
Para este fim, foi utilizado os seguintes materiais:

- 1) Scanner 3D
- 2) Modelo de braço programável
- 3) Monitoramento de braço

A sua implantação final pode ser visualizada na Figura V. Na mesma figura é possível ver também um modelo do mesmo artefato desenvolvido em Autocad.



O resultado final entregue para exame pode ser visualizado na Figura V.

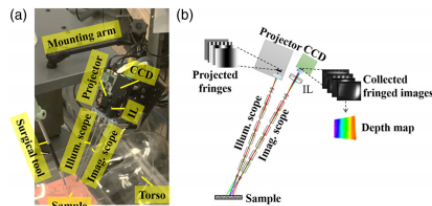


VI. LAPAROSCÓPICO PARA CAPTURA DE NUVENS DE PONTOS

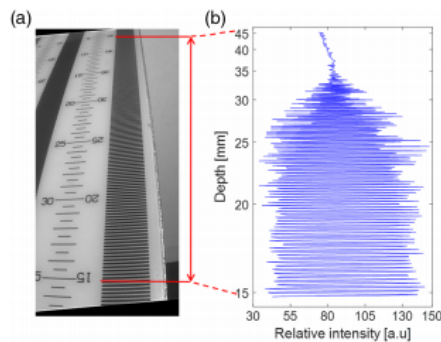
A fim de evitar traumas e cortes em procedimentos cirúrgicos, é comum utilizar câmeras a fim de realizar o procedimento sem expor o objetivo a ambiente visível. Entretanto, a

utilização de câmeras permite somente a visualização de imagens 2D. Por este motivo, pode-se utilizar um Laparoscópio, uma tecnologia que permite a reconstrução da visualização 3D a partir de uma nuvem de pontos junto a visualização tradicional 2D [6].

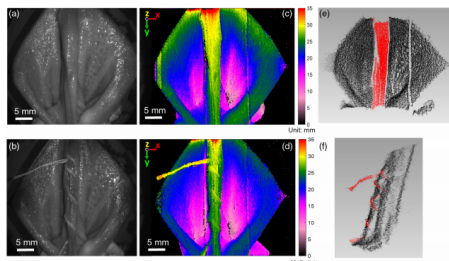
Pode ser observado na Figura VI a implementação de hardware do aparato médico.



A fim de validar o seu funcionamento, se faz necessário sensores de alta precisão em curta distância. Pode ser na Figura VI a intensidade de pontos obtidos da plotagem 3D pela distância de uma régua.



Como objeto final entregue para o médico que realizará o procedimento médico é uma aplicação que exibirá uma nuvem de pontos para visualização 3D, utilizando coloração para demonstrar um mapa de profundidade sobre a imagem original e a visão 2D tradicional. Esta aplicação pode ser visualizada na Figura VI.



Com o atual hardware foi obtido uma taxa de atualização de 1.72 imagens por segundo. Entretanto, pode-se melhorar o seu desempenho caso seja alterado o sensor para escopos de precisão menor, em casos de exames menos minuciosos.

VII. CONCLUSÃO

Dentre os artigos relatados, foi concluído um levantamento sobre o estado da arte da área. Percebe-se a utilização em

diversas áreas sobre tratamento de imagens para remoção de informação desnecessária e conversão para nuvens de pontos, a fim de montar a topologia da nuvem em algoritmos para reconstrução de pontos. Alguns temas abordaram desempenho, a fim de obter melhores métricas em casamento de imagens para gerar nuvens de pontos, outros abordam a utilização de tecnologia para o seu uso na medicina. Entretanto, por não ser de um escopo conhecido pelo autor do atual trabalho, não pode-se avaliar a plena faculdade deste trabalho relacionado.

Um dos tópicos recorrentes é a detecção e auxílio de câncer de mama. Este é o tópico mais abordado na busca de trabalhos relacionados ao tema.

Outro tema recorrente é a reconstrução a fim de auxiliar a visualização de ossos do corpo. Em especial, da região pélvica, visto que contem várias sobreposições dificultando uma análise concreta através de radiografias. Estes objetos podem tanto auxiliar no planejamento e avaliação de procedimentos tanto quanto em projetos para protótipos médicos.

Por fim, percebe-se a ampla utilização de técnicas de reconstrução 3D utilizando nuvens de pontos a partir de imagens no ambiente hospitalar. A fim de elaborar trabalhos futuros, o atual autor do trabalho tem interesse em melhorar sua proficiência nos algoritmos de reconstrução 3D a partir de nuvens de pontos, visto que é amplamente utilizado em diversas áreas e possui um grande potencial acadêmico e comercial.

REFERENCES

- [1] L. I. Abdul-Kreem, "Depth Estimation and Shape Reconstruction of a 2D Image Using N.N. and Bezier Surface Interpolation," *IRAQI JOURNAL OF COMPUTERS, COMMUNICATION AND CONTROL & SYSTEMS ENGINEERING*, vol. 17, no. 1, pp. 24–32, 2017. [Online]. Available: <https://www.iasj.net/iasj?func=article&aid=133957>
- [2] T. Xu, K. Sun, and W. Tao, "GPU Accelerated Cascade Hashing Image Matching for Large Scale 3D Reconstruction," *arXiv*, May 2018. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1805.08995>
- [3] C. Gnonnou and N. Smaoui, "Segmentation and 3D reconstruction of MRI images for breast cancer detection," *International Image Processing, Applications and Systems Conference*, pp. 1–6, Nov 2014.
- [4] H. Yu, H. Wang, Y. Shi, K. Xu, X. Yu, and Y. Cao, "The segmentation of bones in pelvic CT images based on extraction of key frames," *BMC Med. Imaging*, vol. 18, no. 1, p. 18, May 2018.
- [5] J. Michael, D. Morton, D. Batchelar, M. Hiltz, J. Crook, and A. Fenster, "Development of a 3D Ultrasound Guidance System for Permanent Breast Seed Implantation," *Med. Phys.*, May 2018.
- [6] H. N. D. Le, H. Nguyen, Z. Wang, J. Opfermann, S. Leonard, A. Krieger, and J. U. Kang, "Demonstration of a laparoscopic structured-illumination three-dimensional imaging system for guiding reconstructive bowel anastomosis," *J. Biomed. Opt.*, vol. 23, no. 5, pp. 1–10, May 2018.