

## ANÁLISE DO ALGORITMO DE SURFACE MATCHING PARA APLICAÇÃO EM REALIDADE AUMENTADA PARA NEUROCIRURGIAS

**Ana Beatriz de Sá Barbosa Mendes**

**Beatriz Sakata Luiz**

**Prof. Dr. Glauco A. P. Caurin, Paulo H. Polegato**

**USP - Universidade de São Paulo**

[anabeatriz.mendes@usp.br](mailto:anabeatriz.mendes@usp.br)

### Objetivos

Propõe-se desenvolver um programa capaz de alinhar a superfície real da cabeça do paciente com o modelo 3D do seu cérebro obtido a partir de imagens de ressonância magnética. O objetivo final é implementar esse código em um óculos de realidade aumentada e garantir que a imagem tridimensional do cérebro seja renderizada no local correto e em tempo real.

### Métodos e Procedimentos

A metodologia proposta consiste na busca bibliográfica com ênfase nos resultados obtidos pelos artigos, a fim de com base nos prós e contras de cada técnica apresentada possa ser escolhida a opção que melhor atende o projeto de pesquisa.

Além disso, para garantir que a latência do código estivesse dentro das especificações do projeto, foi acrescentado ao programa uma função responsável por medir o tempo de execução do mesmo. Dessa maneira, foi possível verificar quais partes do código precisavam de otimização.

Ademais, são analisadas as duas principais formas de aplicação do método Iterative Closest Point (ICP), responsável por realizar o surface matching: point-to-point, alinha os centros de massa de ambas as superfícies e calcula a menor distância entre os respectivos pontos; point-to-plane, calcula a

menor distância entre o ponto e a linha tangente ao ponto correspondente na outra superfície.

Assim, após a aplicação de ambas as formas é possível realizar uma análise comparativa a partir dos resultados dos seguintes parâmetros obtidos: área em que ocorre a sobreposição das nuvens de pontos, tamanho do conjunto de pontos correspondentes às superfícies em que acontece o surface matching e o valor obtido pela raiz quadrática média entre os erros dos resultados observados e as suas respectivas previsões (RMSE).

### Resultados

A partir do estudo e análise da biblioteca Open 3D, verifica-se que o método Iterative Closest Point-to-Plane[1] apresenta o melhor resultado em relação aos parâmetros mencionados anteriormente e por esse motivo é o escolhido. Entretanto, como essa metodologia é interativa, requer uma matriz inicial para que possa ser executada corretamente.

Com o objetivo de solucionar essa demanda, é utilizado o método Global Registration, que tem como resultado a matriz de transformação referente ao alinhamento das superfícies, nas quais deseja-se realizar o surface matching. Essa matriz é usada para a inicialização do método ICP.

Primeiramente, utilizando esse procedimento, foi desenvolvido um algoritmo que realiza o posicionamento da representação tridimensional do cérebro em relação a um modelo 3D de uma cabeça adquirida na internet. A partir desse resultado, foi feito o surface matching entre esse conjunto (cérebro+cabeça) e modelo referente à parte superior da cabeça, por meio da aplicação do método ICP combinado ao Global Registration, como é demonstrado na Figura 1.

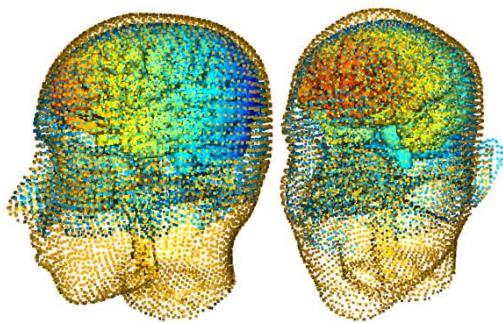


Figura 1: Surface matching entre dois modelos 3D da cabeça.

Posteriormente, usando a câmera Realsense [2], foram produzidas filmagens da parte frontal e lateral da cabeça de uma pessoa. Ao realizar as reconstruções volumétricas tridimensionais para ambas as porções da cabeça, tornou-se possível aplicar o algoritmo descrito anteriormente, e assim fazer surface matching entre essas partes e os seus respectivos modelos 3D, como mostra a Figura 2.

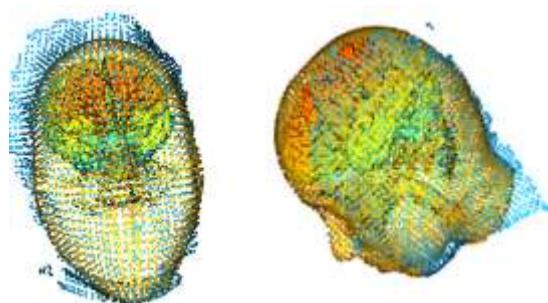


Figura 2: Surface matching entre os modelos 3D da cabeça e as reconstruções volumétricas tridimensionais produzidas pela Realsense

## Conclusões

Com os testes iniciais realizados com os modelos genéricos coletados, percebe-se que o melhor resultado é obtido a partir da combinação do método ICP com o Global Registration

Ao aplicar este algoritmo aos testes realizados com os vídeos, conclui-se que o resultado alcançado para os valores obtidos de área sobreposta, tamanho do conjunto de correspondências e do RMSE são mais satisfatórios quando o surface matching é efetuado na parte frontal da cabeça do que quando é feito na lateral da mesma.

Isso deve-se ao fato de que a metodologia utilizada pelo ICP baseia-se na seleção de pontos de controle. Isto é, conjunto de pontos que possuem pouca variação com a expressão, como é o caso das regiões em torno dos olhos e nariz. Dessa maneira, a parcela frontal da cabeça possui uma quantidade maior de pontos de controle.

Além disso, foi verificado que a otimização do código é maior quando são aplicados os filtros responsáveis por: preencher os espaços vazios da imagem tridimensional e reduzir os ruídos gerados pelas mudanças de iluminação no ambiente ou por conta da movimentação. De forma semelhante, a câmera Realsense possui ferramentas que permitem determinar a profundidade, assim como os limites superior esquerdo e inferior direito da imagem 3D, com isso é possível delimitá-la apenas a cabeça do paciente, o que também contribui para diminuição do tempo de execução do algoritmo.

## Referências Bibliográficas

- [1] Y. Chen and G. Medioni, "Object modeling by registration of multiple range images," *Proceedings. 1991 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 1991, pp. 2724-2729 vol.3, doi: 10.1109/ROBOT.1991.132043.
- [2] Keselman, L., Woodfill, J. I., Grunnet-Jepsen, A., & Bhowmik, A. (2017). Intel(R) RealSense(TM) Stereoscopic Depth Cameras. *2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW)*, 2017-July, 1267–1276. <https://doi.org/10.1109/CVPRW.2017.167>