

APLICAÇÃO DE ESTIMATIVA DE POSE 3D PARA MARCADORES ArUco EM REALIDADE AUMENTADA

Ana Beatriz de Sá Barbosa Mendes

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

Escola de Engenharia de São Carlos / Universidade de São Carlos

anabeatriz.mendes@usp.br, gcaurin@sc.usp.br, paulopolegato@usp.br

Objetivos

Um dos desafios mais consideráveis em realidade aumentada é a correta sobreposição do objeto virtual ao real.

Este projeto visa o desenvolvimento de um sistema interativo capaz de mensurar as coordenadas tridimensionais de um objeto com movimentação em tempo real de seis graus de liberdade (GdL), cuja precisão seja submilimétrica. E então, também buscar melhorar a integração entre imagens reais e a virtuais, somente com o uso de algoritmos de visão computacional[1].

Métodos e Procedimentos

O rastreamento espacial em 6 GdL é uma combinação dos métodos de calibração, estimativa de pose, e alinhamento denso, conforme a figura 1. Ao determinar o posicionamento espacial dos marcadores ArUco organizados em um padrão esparso pela aplicação de um algoritmo PnP, é possível aperfeiçoar a correlação entre os *pixels da imagem 2D* com o conjunto de pontos 3D [1]. Com base no trabalho de [2], a biblioteca *OpenCV* foi selecionada para desenvolver um ambiente de realidade aumentada utilizando os modelos previamente especificados.

A montagem experimental consiste em uma webcam e uma impressão 3D de um dodecaedro com aresta de 12,9 mm de comprimento. Em cada face do poliedro é colocado um marcador fiducial, cujos lados têm

10,8mm de tamanho, de acordo com a figura 2[1].

Uma das possíveis aplicações para este sistema é auxiliar algumas cirurgias, cujos desafios de execução são tremendos, devido ao local de incisão não permitir uma visão direta de toda a anatomia envolvida[3], como mostra a figura 3. Em neurocirurgia, o posicionamento adequado dos marcadores ArUco no crânio do paciente permite o posicionamento do modelo 3D do cérebro com mais precisão.

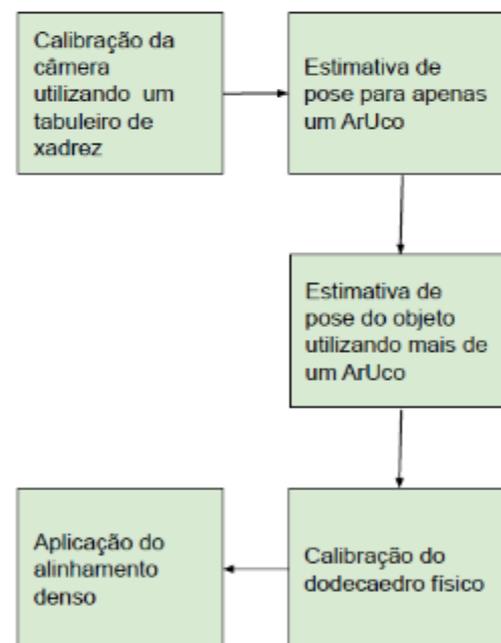


Figura 1: Esquemático com o planejamento do projeto em linhas gerais. Fonte: Autor



Figura 2: Mostra a utilização do *DodecaPen* para o rastreamento de um corpo com seis graus de liberdade. Fonte:[1]



Figura 3: Ilustração que retrata o uso de marcadores em cirurgia osteotomias pélvicas complexas. Fonte:[3]

Resultados

Na fase preliminar do projeto, foi analisada a biblioteca *OpenCV*. Especificamente os conteúdos relacionados ao processamento e manipulação de imagens, calibração da câmera e estimativa de pose a partir da correspondência de N pontos, direcionada para os marcadores quadrados sintéticos, *ArUco*. Atualmente, é estudada a aplicação do método de Rodrigues [4], para obter a matriz transformação linear que será utilizada para realizar a movimentação tridimensional do dodecaedro no espaço.

O resultado esperado é um sistema que consiga sobrepor objetos tridimensionais, com precisão de 0,4 mm, uma região de 30cm por

40cm [1]. Um dos desafios do projeto é a limitação do espaço de trabalho dado na referência de base e levar este mesmo conceito para uma área maior, como o ambiente cirúrgico.

Conclusões

O projeto está na fase inicial, portanto a aplicação dos métodos foi feita para apenas um marcador, visando alcançar o modelo proposto do dodecaedro. Assim, além dos objetivos apresentados, está previsto utilizar este projeto como uma contribuição para o ambiente de realidade aumentada em neurocirurgia que está sendo desenvolvido no *AerotechLab*. Neste contexto, há a projeção de imagens virtuais sobre a cabeça do paciente para auxiliar a equipe médica na visualização de partes ocultas do cérebro antes e durante a cirurgia.

Referências Bibliográficas

- [1]Wu, P. C., Wang, R., Kin, K., Twigg, C., Han, S., Yang, M. H., & Chien, S. Y. (2017). *DodecaPen: Accurate 6DoF tracking of a passive stylus*. In *UIST 2017 - Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology* (pp. 365–374). Association for Computing Machinery, Inc. <https://doi.org/10.1145/3126594.3126664>
- [2]Poroykov, A., Kalugin, P., Shitov, S., & Lapitskaya, I. (2020). Modeling aruco markers images for accuracy analysis of their 3d pose estimation. In *CEUR Workshop Proceedings* (Vol. 2744). CEUR-WS. <https://doi.org/10.51130/graphicon-2020-2-4-14>
- [3]Ackermann, J., Liebmann, F., Hoch, A., Snedeker, J. G., Farshad, M., Rahm, S., ... Fünstahl, P. (2021). **Augmented reality based surgical navigation of complex pelvic osteotomies—a feasibility study on cadavers**. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(3), 1–19. <https://doi.org/10.3390/app11031228>
- [4]Gallego, G., & Yezzi, A. (2015). A Compact Formula for the Derivative of a 3-D Rotation in Exponential Coordinates. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, 51(3), 378–384. <https://doi.org/10.1007/s10851-014-0528-x>