



**POSICIONAMENTO E EXIBIÇÃO DE IMAGENS 3D UTILIZANDO
ÓCULOS DE REALIDADE AUMENTADA PARA APLICAÇÃO
CIRÚRGICA**

Relatório final na modalidade de auxílio à iniciação científica, submetido à
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

Processo: 2020/15835-4

Pesquisador Responsável: Dr. Glauco Augusto de Paula Caurin

Coorientador: Paulo Henrique Polegato

Beneficiário: Calvin Suzuki de Camargo

São Carlos, 28 de fevereiro de 2022

Informações gerais do projeto

- Título do projeto:

Posicionamento e exibição de imagens 3D utilizando óculos de realidade aumentada para aplicação cirúrgica

- Pesquisador responsável:

Dr. Glauco Augusto de Paula Caurin

- Coorientador:

Paulo Henrique Polegato

- Beneficiário:

Calvin Suzuki de Camargo

- Número do processo do projeto:

2020/15835-4

- Instituição sede do projeto:

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo

- Período de vigência proposto:

01 de março de 2021 a 28 de fevereiro de 2022

- Período coberto por este relatório científico:

01 de março de 2021 a 28 de fevereiro de 2022

Resumo

Trata-se do relatório final do projeto de pesquisa de iniciação científica que compreende os trabalhos iniciados em março de 2021 até o final de fevereiro de 2022. O projeto visa estudar a exibição de objetos 3D em óculos inteligentes (*Smart glasses*) com realidade aumentada, que podem servir como um dispositivo auxiliar para aplicações cirúrgicas. Para isso, pretende-se conceituar as relações entre visão computacional e computação gráfica no campo da realidade aumentada. Com o apoio do Laboratório Aeronáutico de Tecnologias (AeroTech), estudaremos uma forma de elaborar uma aplicação que sobreponha a cabeça de um paciente com um modelo 3D indicando pontos de implantação de eletrodos durante o procedimento neurocirúrgico orientado por estereoeletroencefalografia (*SEEG*).

Palavras-chaves: *Smart glasses*, Aplicação cirúrgica, Visão computacional, Realidade aumentada.

Sumário

Informações gerais do projeto	i
Resumo	ii
1 Resumo do projeto	1
1.1 Objetivo	1
1.2 Metodologia	1
1.3 Histórico do projeto	1
2 Realizações	3
2.1 Estudos em desenvolvimento Android Studio	3
2.2 Estudos de desenvolvimento Unity	5
2.3 Arquitetura do sistema	6
Referências bibliográficas	7

1 Resumo do projeto

1.1 Objetivo

Pretende-se exibir informações e posicionar modelos tridimensionais em uma região do espaço com *AR*, de forma que facilite o acesso do cirurgião à informação durante a cirurgia; estudar e registrar a resposta dos equipamentos utilizados no quesito de qualidade gráfica e latência de resposta do sistema. Tudo isso, com o objetivo central de aumentar a proximidade do cirurgião com a tecnologia de *AR* como apoio durante os procedimentos cirúrgicos.

1.2 Metodologia

Consiste na listagem de possíveis soluções, técnicas ou ferramentas; o estudo e a discussão sobre elas, em seguida, sua implementação. Paralelamente a isso, a busca bibliográfica é constantemente realizada com o objetivo de esclarecer dúvidas sobre os meios imaginados e discutidos com o orientador e coorientador. Essa busca dá ênfase nos resultados encontrados pelos artigos, o objetivo disto é caracterizar os prós e contras das diversas opções encontradas na listagem de técnicas e soluções. Essa pesquisa de artigos desenvolve um discernimento que é refletido em uma noção de funcionamento dos métodos, impactando muito na escolha da implementação para o projeto de pesquisa.

1.3 Histórico do projeto

Desde o início dos trabalhos no projeto, foram experimentados diversos tipos de contato com a elaboração de *softwares* para o sistema operacional *Android* (figura 1.1a); testes das ferramentas da documentação dos óculos de realidade aumentada *SEIKO EPSON Moverio BT-350* (figura 1.1b e 1.1c); e a elaboração de aplicativos que ilustram o objetivo do *VCranium* (figura

1.1d). Assim, como foi explicado no relatório parcial da pesquisa, pretendíamos prosseguir o desenvolvimento estabelecendo uma arquitetura composta por computador, câmera (*webcam*) e óculos para capturar os dados necessários para a projeção em realidade aumentada, mais detalhes serão descritos no capítulo das realizações.



(a) Primeiro aplicativo AR para *Android*



(b) Tentativa de calibração do *Moverio*



(c) Aplicativo de exemplo fornecido pela *EPSON*



(d) Primeira versão do *VCranium*

Figura 1.1: Histórico de realizações da pesquisa até a primeira entrega parcial. Fonte: Autor.

2 Realizações

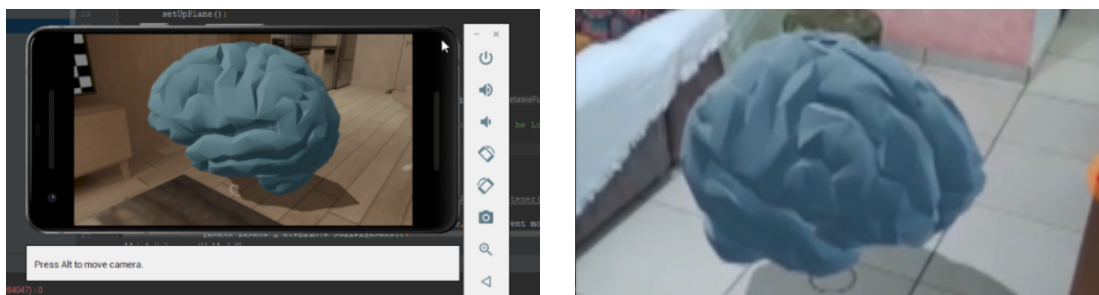
2.1 Estudos em desenvolvimento Android Studio

O desenvolvimento de aplicativos para *Android* foi estudado nos primeiros meses da pesquisa. Nessa parte do projeto, a pesquisa teve um aspecto mais técnico, que foi necessário para a programação das futuras aplicações que estariam por vir. A *IDE* (ambiente de desenvolvimento integrado) utilizada foi o *Android Studio*, que foi sugerida pelo curso adquirido da *Udemy* (UDEMY..., 2021).

Após as primeiras semanas de aprendizado *Android*, foi iniciado uma pesquisa sobre o desenvolvimento de aplicativos voltados a realidade aumentada. Porém, antes de irmos diretamente nisso, um interessante teste foi realizado com *OpenCV*, que consistiu em realizar as primeiras manipulações das imagens da câmera (ABOUT..., s.d.). A experiência foi proveitosa para o aprendizado da integração de ferramentas externas ao projeto padrão da plataforma e que, ademais, será feito muitas vezes até a conclusão da pesquisa.

A primeira biblioteca de realidade aumentada a ser testada foi o *Google Sceneform* (SCENEFORM..., 2021). Muitos problemas foram encontrados na integração dos *plugins* com o *Android Studio*, pois este precisava estar em uma versão antiga específica para funcionar. Após a instalação, foi possível ver a primeira projeção em realidade aumentada em um simulador de *smartphone* no computador (figura 2.1a). Restava testar o aplicativo para um *smartphone* real, porém o afastamento dos integrantes do laboratório pela pandemia, e a falta de dispositivos compatíveis à minha disposição, causaram um atraso nos testes. Felizmente, foi gerado um arquivo que permite a instalação à distância e o aplicativo funcionou com sucesso nos celulares da equipe (figura 2.1b).

Prosseguindo os estudos de aplicativos AR, percebemos que os problemas de versão tidos com o *Sceneform* estavam sendo reparados pelo *Google* adaptados em um novo programa: *Google ARCore Services* (GOOGLE..., 2021). Sua proposta é que uma biblioteca seja instalada no



(a) Simulação da projeção AR no *Android Studio* (b) *Smartphone* com o aplicativo funcionando

Figura 2.1: Resultados adquiridos com o *Google Sceneform*. Fonte: Autor.

celular para que os aplicativos tenham acesso, trazendo a vantagem da redução do tamanho das aplicações produzidas. No entanto, somente uma lista restrita de *smartphones* modernos podem instalar essa biblioteca, a justificativa dos desenvolvedores é a compatibilidade com o sistema (ARCORE..., 2021).

Seguido disso, durante a pesquisa foi encontrado uma nova ideia *open-source*, também do *Google*, chamado *Mediapipe*, que tinha a proposta de entregar muitas ferramentas de visão computacional com ML (*machine learning*) integrado (MEDIAPIPE..., 2022). O projeto foi iniciado em julho de 2019, e tem ganhado mais popularidade por ser gratuito, multi-plataforma e facilitar muito a aplicação de ML para *Android*, *iOS*, e PC. No momento da descoberta, não era conhecido a compatibilidade do *Mediapipe* com *API* antigas de *Android* e muito menos o seu comportamento em óculos de realidade aumentada, por isso, a ideia foi reservada.

Um sumário das opções testadas com breves comentários abaixo:

Google Sceneform É um *plugin* para *Android Studio* que introduz muitas ferramentas para o desenvolvimento de aplicativos AR. Funciona somente em *Android* com a *API* 24 ou superior. Seu projeto foi arquivado em meados de 2020.

Google ARCore Services Pode se considerar o sucessor das ideias do *Sceneform*. Ele fornece uma biblioteca de ferramentas sofisticadas para AR e atualizações frequentes. Funciona somente em uma lista estrita de *smartphones* modernos.

Mediapipe Fornece uma grande quantidade de ferramentas baseadas em *Machine Learning* para visão computacional. Projeto iniciado em junho de 2019 e ganhando mais força recentemente. Pela recente criação, não é conhecido seu comportamento em *API* antigas (28 ou anterior).

O que podemos concluir do desenvolvimento de aplicações em realidade aumentada com *Android Studio* é que mesmo existindo ferramentas robustas de criação de *apps* em AR, eles são restritos às novas versões de *Android*, que por sua vez, estão presentes somente em dispositivos de nova geração, i.e, de lançamento posteriores a 2018. Por fim, a incompatibilidade das bibliotecas com o sistema e a construção dos óculos AR foram os motivos para a procura de um novo ambiente de desenvolvimento, que seja mais versátil e comporte bem com os recursos do *Moverio BT-350*.

2.2 Estudos de desenvolvimento Unity

Unity é uma plataforma voltada para o desenvolvimento de jogos em múltiplas plataformas, sendo o *Android* uma delas. Além disso, a USP dá acesso a múltiplos recursos na plataforma para universitários. A documentação da *EPSON* forneceu um programa de exemplo para *Unity* que pode reconhecer um certo carrinho de papel e sobrepor com animações em AR.

Foi sugerido a impressão e a montagem do carrinho de papel pela documentação, porém, como os óculos possuem somente uma *webcam* simples para a detecção, supomos que ele não pode diferenciar o carrinho real de uma fotografia do carrinho, então, ele funcionaria normalmente. De fato, isso ocorreu e o teste foi registrado nas figuras 2.2a e 2.2b.



(a) Modelo virtual do carrinho de papel



(b) Sobreposição em AR com *Moverio*

Figura 2.2: Resultados adquiridos dos testes da documentação *Moverio* np *Unity*. Fonte: Autor.

Este foi o único programa disponibilizado na documentação, o projeto foi elaborado no *Unity* 2017, mesmo com alguns alertas de incompatibilidade, o projeto pôde ser compilado com êxito e funcionou nos óculos. Novamente, a falta do suporte da *EPSON* deixou incerto se era uma boa opção construir um aplicativo somente baseado na documentação disponível. Por isso, iniciamos novamente uma pesquisa sobre as ferramentas para suporte de AR nessa plataforma.

O *Vuforia* foi o primeiro *plugin* a ser testado no ambiente do *Unity*, ele tem a opção de integrar uma variedade de novos *targets*, de imagens até cilindros e outras formas 3D.

2.3 Arquitetura do sistema

Para a definição de uma arquitetura adequada para o projeto foram analisados os exemplos que a literatura pôde nos dar como

[Fazer Tabela de arquiteturas]

Para esse fim, a equipe realizou reuniões e debates para estabelecer uma solução que seja compatível para um período de seis meses e respeitando as medidas de prevenção por afastamento imposto pela pandemia de COVID-19. Decide-se criar sistema que envolve um computador executando um servidor em *Python*; uma

Foram estudados diversos tipos de arquitetura do sistema de projeção em realidade aumentada

A escolha da arquitetura do sistema foi baseada na aplicação dos conceitos menos complexos da visão computacional: a detecção da posição de um marcador no espaço. Essa aplicação foi o ponto de partida de estudos das projeções em realidade aumentada em imagens capturadas por uma câmera.

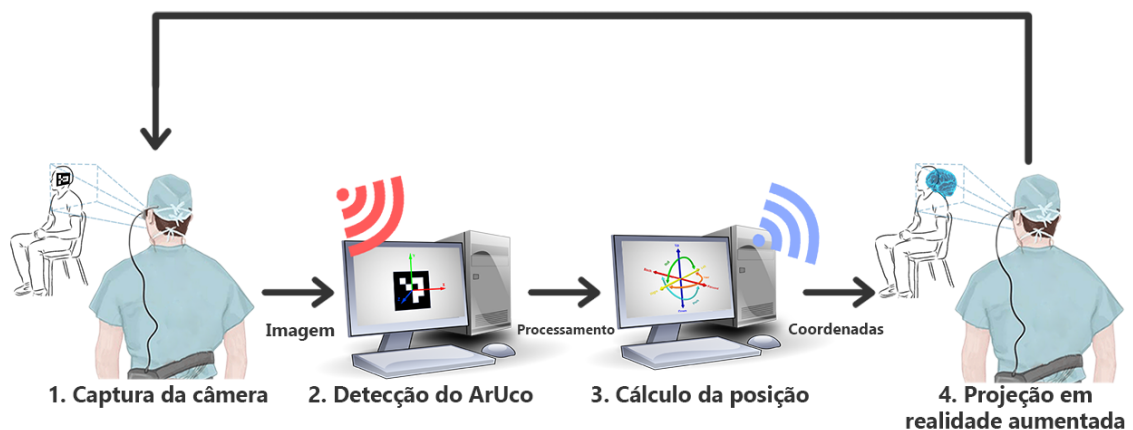


Figura 2.3: A figura representa o funcionamento do sistema. (1) Captura a imagem do paciente e envia para o computador. (2) Faz uma varredura na imagem e identifica o marcador ArUco. (3) Calcula a posição do marcador e envia as coordenadas para os óculos. (4) Recebe as informações e exibe a projeção para o usuário e então retorna para o passo 1. Fonte: Autor.

Referências bibliográficas

ABOUT OpenCV. [S.l.: s.n.]. <https://opencv.org/about/>. Acessado em 17 de fev. de 2020.

ARCORE: supported device. [S.l.: s.n.], 2021. <https://developers.google.com/ar/devices>. Acessado em: 7 de agosto de 2021.

GOOGLE Play: Google Play *Services* para RA. [S.l.: s.n.], 2021. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.ar.core>. Acessado em: 5 de agosto de 2021.

MEDIAPIPE: *README* do projeto no *Github*. [S.l.: s.n.], 2022. <https://google.github.io/mediapipe/>. Acessado em: 26 de fevereiro de 2022.

SCENEFORM: Quickstart for Android. [S.l.: s.n.], 2021. <https://developers.google.com/sceneform/develop/android-quickstart>. Acessado em: 5 de agosto de 2021.

UDEMY: Desenvolvimento *Android* Completo 2021. [S.l.: s.n.], 2021. <https://www.udemy.com/course/curso-de-desenvolvimento-android-oreo/>. Acessado em: 5 de agosto de 2021.