



PIBIC-RELATÓRIO PARCIAL

Título do projeto de pesquisa: Realidade aumentada aplicada na visualização de dados

Bolsista: Harrison Caetano Candido.

Orientador(a): Wilson Francisco Moreira de Souza Seron.

Período a que se refere o relatório: Março de 2023 a Julho de 2023.

Resumo

O estudo visa desenvolver uma aplicação em realidade aumentada portátil a dispositivos móveis, com foco em atividades específicas do Instituto de Aeronáutica e Espaço. Num primeiro momento é feita uma revisão de literatura por meio deste relatório, em que conceitos chave e principais fontes de evidência são mapeados através do método de revisão de escopo. Os resultados apontam que técnicas como o uso de marcadores fiduciais ou naturais, visualização espacial e gráficos interativos como opções adequadas para sobrepor informações virtuais e proporcionar experiências imersivas aos usuários. No entanto, também são identificados desafios relacionados a precisão dos sensores, latência, rastreamento de movimento e interação. Apesar disso, as aplicações em realidade aumentada têm se mostrado cada vez mais relevantes e diversificadas, transformando áreas como saúde, educação, ciência, indústria, cultura e alimentação. A pesquisa destaca a importância contínua dessa tecnologia em aprimorar a qualidade de vida das pessoas e ampliar os horizontes do conhecimento científico.

1. Introdução

Alguns pesquisadores definem a realidade aumentada como sistemas que derivam da realidade virtual e apresentam três características principais: combinação do mundo real e virtual, interatividade em tempo real e registro tridimensional dos objetos virtuais no espaço físico [1]. Também podemos enxergar a realidade aumentada como a combinação de recursos

de multimídia e realidade virtual para apresentar elementos misturados de boa qualidade e prover interação em tempo real [2].

O interesse maior por trás desse tema está na melhoria da percepção e interação com o mundo real, com informações transmitidas pelos objetos que não seriam possíveis para um ser humano detectar com seus próprios sentidos, o que ajuda a realizar tarefas do mundo real [1].

Para desenvolver uma aplicação, é necessário que exista um mecanismo para combinar o ambiente real e virtual, para tal podemos utilizar técnicas de componentes como tracking para prover visão computacional e de sistemas como visão óptica direta ou direta por vídeo [1].

A trajetória histórica da realidade aumentada remonta à década de 60, com contribuições fundamentais de Ivan Sutherland, que estabeleceu conceitos pioneiros para a realidade virtual e aumentada como o Head Mounted Display [3][4]. Na década de 1990, Thomas Caudell cunhou o termo "realidade aumentada" e desenvolveu uma aplicação que utilizava um HMD para sobrepor informações virtuais a objetos físicos na linha de montagem da Boeing [5]. Desde então, os HMDs têm respondido por grande parte das aplicações na indústria nos últimos anos, com alguns estudos apontando quase 54% das aplicações em 2018 [6].

Neste estudo, analisamos as possibilidades e desafios da realidade aumentada para desenvolvermos uma aplicação em realidade aumentada de baixo custo, portátil para smartphones e voltada para atividades específicas do Instituto de Aeronáutica e Espaço.

2. Materiais e Métodos

Nesta seção serão abordados aspectos teóricos e práticos através das técnicas do método de revisão de literatura escolhido, sendo elas: questões de pesquisa, estratégias de busca e seleção de estudos e mapeamento de resultados de investigações relacionadas a realidade aumentada aplicada na visualização de dados.

2.1. Método de Revisão de Literatura

A revisão de literatura foi feita através da implementação do método de revisão de escopo, seguindo uma adaptação da metodologia criada por Hilary Arksey e Lisa O'Malley, divulgada em 2005, que visa mapear rapidamente conceitos chave que sustentam uma área de pesquisa e as principais fontes e tipos de evidência disponíveis, bem como resumir e identificar lacunas de pesquisa na literatura existente [7].

2.1.1. Questões de Pesquisa

O ponto de partida consiste em orientar como as estratégias de busca e seleção serão construídas [7]. Questões de pesquisa podem ser observadas na tabela 1.

Questões de Pesquisa	Motivação
QP 1. Quais são as técnicas e abordagens mais adequadas para visualização de dados em realidade aumentada?	Criar experiências de visualização de dados mais imersivas, informativas e interativas.
QP 2. Quais são os principais desafios e limitações no desenvolvimento de aplicações de realidade aumentada para visualização de dados?	Compreender os principais obstáculos enfrentados como rastreamento, oclusão de objetos virtuais, demanda computacional, precisão e estabilidade do sistema.
QP 3. Quais são os principais desafios no desenvolvimento de uma aplicação de realidade aumentada para visualização de dados em dispositivos móveis?	Busca compreender restrições de hardware, consumo energético, capacidade de processamento e memória nesse contexto.
QP 4. Quais técnicas e abordagens são mais adequadas para a visualização de dados em dispositivos móveis usando realidade aumentada?	Limitações por hardware podem guiar o desenvolvimento de um aplicativo móvel eficiente.
QP5. Quais são as principais áreas de aplicação da Realidade Aumentada em estudos e projetos científicos recentes?	Categorizar os estudos analisados em áreas de pesquisa ajuda a mapear as tendências de aplicação.

Tabela 1 - Questões de pesquisa. Fonte: Autoria própria.

2.1.2. Identificação de Estudos Relevantes

A identificação de estudos foi feita através de bases de dados disponíveis na web contendo coleções de materiais científicos publicados relacionados à ciência da computação, sendo então nossa única fonte de consulta bibliográfica. Para cada busca foi necessário construir

uma string que seguiu uma estrutura de três cláusulas com três sinônimos de palavras-chave cada. A primeira cláusula remete a “augmented reality”, a segunda à “data visualization” e a terceira a “mobile app”, como é observável na tabela 2.

Repositório	String de Busca	Resultado da Busca
PubMed Central	("Augmented Reality"[All Fields] OR "AR"[All Fields] OR "Extended Reality"[All Fields] OR "Virtual Reality Augmented"[All Fields]) AND "Data visualization"[All Fields] AND ("Mobile app"[All Fields] OR "Mobile application"[All Fields] OR "Smartphone app"[All Fields])	112
Springer	"Augmented Reality" OR "AR" OR "Extended Reality" OR "Virtual Reality Augmented" AND "Data visualization" OR "Graphical representation of data" OR "Visual display of information" AND "Mobile app" OR "Mobile application" OR "Smartphone app"	1136
Google Scholar	title:"Augmented Reality" OR "AR" OR "Extended Reality" OR "Virtual Reality Augmented" AND "Data visualization" OR "Graphical representation of data" OR "Visual display of information" AND "Mobile app" OR "Mobile application" OR "Smartphone app"	1890

Tabela 2 - Bases de dados eletrônicas consultadas, suas strings de busca e quantidade de resultados. Fonte: Autoria própria.

Para a identificação de estudos, quatro decisões de cobertura ou critérios de exclusão tiveram que ser seguidos. As pesquisas filtradas nessa etapa possuem data de publicação na web de 2020 a 2023, pois remete a um período em que a realidade virtual e aumentada teve grande ascensão na aceitação no mercado por conta do isolamento social devido a pandemia de covid 19. A língua inglesa é a preferência por conta do tempo de tradução que outros materiais poderiam levar. Para otimizar o tempo de finalização da etapa de seleção de estudos, foi feita a exclusão de duplicatas em diferentes fontes. A fim de evitar grandes gastos, estudos não gratuitos foram excluídos. Uma última decisão foi quanto ao resumo, ele deve abordar ao menos o aspecto do tema da pesquisa.

Repositório	Resultados
PubMed Central	6
Springer	46
Google Scholar	71

Tabela 3 - Estudos identificados seguindo critérios de exclusão. Fonte: Autoria própria.

2.1.3. Seleção de Estudos

Para a seleção foram seguidos critérios de inclusão que se relacionam à relevância (aborda diretamente a aplicação da realidade aumentada na visualização de dados), contexto (se concentra especificamente a aplicativos móveis e realidade aumentada na visualização de dados), disponibilidade de artigos de periódicos em texto completo.

Repositório	Resultados
PubMed Central	4
Springer	25
Google Scholar	22

Tabela 4 - Estudos selecionados seguindo critérios de inclusão. Fonte: Autoria própria.

2.1.4. Mapeamento de Dados

Quanto ao mapeamento, seguindo a abordagem da metodologia de Hilary Arksey e Lisa O'Malley foi possível registrar informações sobre o processo de cada pesquisa, de forma que o resultado fosse contextualizado e compreensível aos leitores. As informações registradas

foram nome da pesquisa, data de publicação, hyperlink para o estudo, nome do repositório, resumo e respostas a cada uma das cinco perguntas de pesquisa. É válido ressaltar que nem sempre era possível extrair todas as informações necessárias devido a falta de apresentação dos mesmos nos estudos.

O banco de dados com as informações de cada pesquisa selecionada pode ser consultado pelo seguinte link: [Mapeamento de Dados](#)

3. Resultados

Tendo em vista que possuímos uma boa base de conhecimento, construída nas etapas da revisão de escopo na metodologia, podemos responder com um olhar amplo cada uma das perguntas de pesquisa.

3.1. Quais são as técnicas e abordagens mais adequadas para visualização de dados em realidade aumentada?

Técnicas e Abordagens	Descrição
Marcadores Fiduciais ou Naturais (Uso de ARToolkit ou ARTag por exemplo)	Utilização de marcadores para sobrepor informações e objetos virtuais em cenas do mundo real, permitindo a interação com os dados visualizados.
Visualização Espacial (Uso de ARCore e ARKit por exemplo)	Utilização de tecnologias de rastreamento e mapeamento para ancorar objetos virtuais em ambientes físicos, proporcionando uma experiência imersiva e tridimensional.
Tabelas e Gráficos Interativos (Unity e Vuforia SDK por exemplo)	Criação de tabelas e gráficos interativos que permitem aos usuários acessar instantaneamente os dados visualizados e enfocar diferentes modalidades de visualização.
Geo-Visualização (Wikitude por exemplo)	Uso de tecnologias de geolocalização para sobrepor informações relevantes sobre o ambiente físico, fornecendo dados contextualizados baseados na localização.
Visualização Temporal	Criação de visualizações que representem dados em diferentes momentos do tempo, permitindo a análise de tendências e

	mudanças ao longo do tempo.
--	-----------------------------

Tabela 5 - Técnicas e abordagens mais adequadas para visualização de dados em realidade aumentada. Fonte: Autoria própria.

3.2. Quais são os principais desafios e limitações no desenvolvimento de aplicações de realidade aumentada para visualização de dados?

Desafios e Limitações	Descrição
Precisão e Calibração	Sobrepor objetos com precisão requer uma calibração precisa dos sensores e da câmera, a fim de mapear corretamente os elementos virtuais no mundo real.
Latência (Como melhorar a experiência do usuário?)	A latência é um problema crítico na RA, especialmente ao visualizar dados em tempo real.
Rastreamento de Movimento	A precisão do rastreamento de movimento é essencial para garantir que os objetos virtuais permaneçam estáveis e alinhados corretamente com o ambiente físico.
Interação (Como tornar a interação natural e fluída para melhorar a usabilidade?)	Criar interfaces intuitivas e eficazes para interagir com os dados em RA é um desafio, especialmente ao equilibrar gestos, comandos de voz e outras formas de interação.
Condições Ambientais	Condições de iluminação e ruído no ambiente físico podem afetar negativamente a detecção e rastreamento adequados dos objetos virtuais.
Experiência do Usuário	Projetar visualizações de dados eficazes em RA requer abordagens inovadoras para melhor atender às necessidades dos usuários.

Tabela 6 - Desafios e limitações no desenvolvimento de aplicações de realidade aumentada para visualização de dados. Fonte: Autoria própria.

3.3. Quais são os principais desafios no desenvolvimento de uma aplicação de realidade aumentada para visualização de dados em dispositivos móveis?

Desafios	Descrição
Limitações de Hardware (Como otimizar o uso de recursos?)	Os dispositivos móveis têm recursos limitados de processamento, memória e capacidade gráfica, o que pode restringir a complexidade e a qualidade das visualizações de dados em RA.
Tamanho da Tela	O tamanho da tela em dispositivos móveis pode dificultar a apresentação eficaz de grandes conjuntos de dados e requer abordagens de design adaptadas a telas menores.
Rastreamento e Estabilidade	Garantir o rastreamento preciso do ambiente físico em dispositivos móveis pode ser desafiador, especialmente quando os dispositivos estão em movimento.
Conectividade (Como amenizar os impactos de uma conexão ruim com a internet?)	O uso de recursos off-line e o gerenciamento inteligente de conexões são importantes para garantir a continuidade da aplicação.
Resolução da Câmera (Como usar eficientemente os recursos da câmera?)	A resolução da câmera do dispositivo móvel influencia diretamente a qualidade das visualizações de dados em RA.

Tabela 7 - Os principais Desafios no desenvolvimento de uma aplicação de realidade aumentada para visualização de dados em dispositivos móveis. Fonte: Autoria própria.

3.4. Quais técnicas e abordagens são mais adequadas para a visualização de dados em dispositivos móveis usando realidade aumentada?

Técnicas e Abordagens	Descrição
Visualização Simplificada e Design responsivo	Optar por representações visuais claras e otimizadas facilita a compreensão dos dados em espaços limitados.
Geovisualização (Abordagem valiosa em aplicações relacionadas à navegação e mapeamento)	Aproveitar a capacidade de localização dos dispositivos móveis para sobrepor dados geográficos em tempo real em locais

	específicos do mundo real.
Integração com Sensores	Aproveitar os sensores do dispositivo móvel, como giroscópio para enriquecer a interação e a experiência do usuário.

Tabela 8 - Técnicas e abordagens são mais adequadas para a visualização de dados em dispositivos móveis usando realidade aumentada. Fonte: Autoria própria.

3.5. Quais são as principais áreas de aplicação da Realidade Aumentada em estudos e projetos científicos recentes?

A Realidade Aumentada tem sido amplamente aplicada em diversas áreas, incluindo saúde (combate à pandemia e diagnóstico cardíaco), educação (ensino interativo, aprendizado de matemática, biologia etc), ciência (exploração de materiais e visualização de dados), indústria (assistência remota e manutenção de máquinas), patrimônio cultural (exposições interativas) e alimentação (avaliação dietética e informações nutricionais). Essa tecnologia emergente continua a trazer benefícios inovadores e impactantes para a sociedade e a ciência, impulsionando o progresso e abrindo novas possibilidades para o futuro.

4. Próximos Passos

O primeiro passo a seguir envolve estabelecer de forma clara e específica quais serão os principais objetivos a serem alcançados, ou seja, será necessário determinar quais tipos de dados serão visualizados, quais informações serão sobrepostas ao ambiente real e quais funcionalidades e interações serão oferecidas aos usuários. Uma vez definidos os objetivos, será possível avançar para o projeto e desenvolvimento da aplicação, em que será criada a interface de usuário, integração das tecnologias de realidade aumentada selecionadas e implementação das funcionalidades previamente estabelecidas.

Após o desenvolvimento, é fundamental realizar testes de funcionalidade, usabilidade e desempenho. Dessa forma é possível identificar melhorias, que podem ser feitas numa próxima etapa adicional de ajustes e otimizações.

5. Conclusões

Nesta pesquisa exploramos as técnicas e abordagens mais adequadas para a visualização de dados em realidade aumentada, bem como os principais desafios enfrentados. Pudemos

observar que o uso de marcadores fiduciais ou naturais, a visualização espacial e a criação de tabelas e gráficos interativos são algumas das opções mais relevantes para sobrepor informações virtuais no campo de visão do usuário, proporcionando experiências imersivas e interativas. No entanto, também identificamos desafios a serem enfrentados, como a precisão e calibração dos sensores, latência, rastreamento de movimento, interação, condições ambientais, limitações de hardware e conectividade.

Apesar disso, as aplicações em realidade aumentada na visualização de dados têm se mostrado cada vez mais relevantes e diversificadas. Áreas como a saúde, educação, ciência, indústria, cultura e alimentação têm se mostrado como grandes beneficiadoras na promoção da exploração de dados e suporte ao operador.

Dessa forma, podemos dizer que a realidade aumentada tende a continuar a desempenhar um papel significativo na evolução e transformação de diferentes setores da sociedade.

Referências

- [1] AZUMA, R., T., **A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, 1997.
- [2] RIBEIRO, M., W., S.; ZORZAL, E., R., **Realidade virtual e aumentada: Aplicações e tendências**. XIII SIMPÓSIO DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA Livro do Pré-Simpósio, 2011.
- [3] SUTHERLAND, I., E., **The Ultimate Display**. Proceedings of the IFIP Congress, vol. 2, Nova Iorque, 1965.
- [4] SUTHERLAND, I., E., **A head-mounted three dimensional display**. Fall Joint Computer Conference. ACM, 1968.
- [5] CAUDELL, T., P.; MIZELL, D., W., **Augmented Reality: An Application of Heads-Up Display Technology to Manual Manufacturing Processes**. Boeing Computer Services, Research and Technology, Seattle, 1992.
- [6] CARDOSO, L., F., S.; MARIANO, F., C., M., Q.; ZORZAL, E., R., **A survey of industrial augmented reality**. Computers & Industrial Engineering, Volume 139, 2020.
- [7] ARKSEY, H.; O'MALLEY, L., **SCOPING STUDIES: TOWARDS A METHODOLOGICAL FRAMEWORK**. International Journal of Social Research Methodology, 8(1), 19-32, 2005.