

## Estudo da geração de imagens em displays volumétricos 3D de rotação baseados em LEDs

Rafael Dalonso Schultz

Leonardo André Ambrosio

Universidade de São Paulo

rafael.schultz@usp.br

### Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo sobre a geração de imagens em displays tridimensionais de volume varrido (ou *swept-volume*). O estudo envolve a revisão da bibliografia existente sobre displays volumétricos para a compreensão das características gerais de cada uma de suas famílias (*swept-volume*, *swept-volume* e *free space*), assim como um levantamento histórico acerca do surgimento desses displays. Por fim, o trabalho também inclui a implementação prática de um *shader* em simulador, assim como experimentos práticos com matrizes de LEDs e Raspberry Pi, objetivando a compreensão aprofundada dos métodos para geração de imagens nesses sistemas.

### Métodos e Procedimentos

Displays volumétricos são dispositivos capazes de projetar imagens diretamente sobre um espaço tridimensional por meio da geração, absorção ou espalhamento de luz visível nos chamados *voxels*, o equivalente aos *pixels* para telas tridimensionais [1]. A projeção é então realizada sobre o espaço que se alinha com a região da imagem tridimensional que se deseja visualizar e, assim, os observadores têm percepção realista de profundidade, o que é tradicionalmente obtida por meio de técnicas de ilusão de ótica [1]. Ademais, não há a necessidade de utilização de equipamentos adicionais e tais dispositivos são naturalmente feitos para aplicações nas quais o detalhamento espacial das informações é de

extrema importância, como é o caso da medicina e da emergente área de visualização de dados [1, 2].

Tradicionalmente, os *displays volumétricos* são divididos em três famílias, a saber:

- **Volume Estático (Static Volume):** no qual um substrato inicialmente transparente é capaz de emitir luz ou se tornar opaco quando sofre alguma perturbação [3].
- **Volume Varrido (Swept-Volume):** utilizam uma superfície bidimensional, usualmente plana, capaz de emitir ou refletir luz à medida que rotaciona em alta velocidade em um volume tridimensional [1, 3]. A tecnologia utiliza a persistência da visão humana para gerar a percepção de profundidade e o posicionamento da superfície emissora no volume indica ao sistema quais *voxels* da cena a ser visualizada devem ser ativados em determinado instante [3].
- **Espaço livre (Free Space):** não apresentam nenhuma barreira entre o usuário e o meio no qual as imagens são geradas [4].

O foco desse projeto está nos displays de volume varrido, em especial aqueles que utilizam de uma matriz de LED rotativa como a superfície emissora. Para além da teoria, utilizou-se da ferramenta de desenvolvimento 3D em tempo real Unity para o desenvolvimento de um simulador do display, que busca ser capaz de executar um *shader*,

uma classe de programas gráficos que executam em GPU e permitem executar operações gráficas complexas por pixel, o que simplifica o desenvolvimento [5]. Além disso, um protótipo para operações básicas em um display bidimensional também foi construído, utilizando Raspberry Pi e da linguagem de programação Python.

## Resultados

A seguir, alguns dos resultados obtidos no desenvolvimento do simulador. Vale destacar que tais resultados são parciais e que o projeto ainda encontra-se em desenvolvimento.

Inicialmente, para o protótipo bidimensional tem-se o mostrado na Figura 1, no qual opções básicas de interatividade com o teclado foram implementadas.

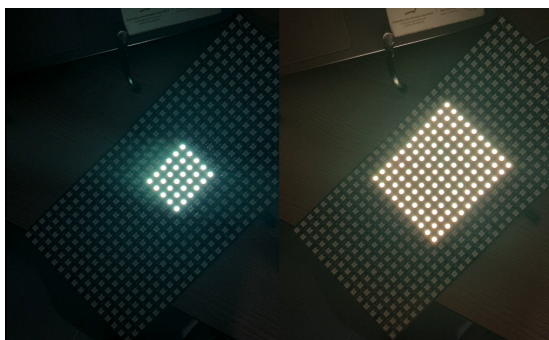


Figura 1: Two-Dimensional Display with basic zoom interactivity implemented.

Na Figura 2 pode-se visualizar a implementação até o presente momento do Display Volumétrico no simulador.

## Conclusões

Displays volumétricos são dispositivos que buscam permitir a percepção realista de profundidade em aplicações na qual o detalhamento espacial das informações é de extrema importância. O presente trabalho avança a compreensão do grupo AEG, ao qual o projeto está associado, como um todo na implementação de displays volumétricos, o que permitirá futuramente a implementação de

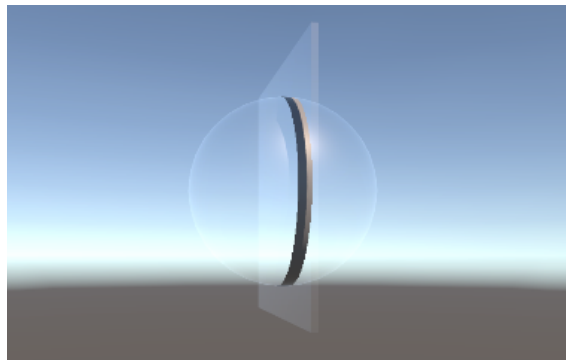


Figura 2: Simulador do Display Volumétrico de Volume Varrido baseado em matrizes de LED.  
Vídeo: <http://bit.ly/3zqaDqw>.

um display proprietário e a integração com outras iniciativas do grupo para a construção de tecnologias assistivas.

## Agradecimentos

O autor agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento (Processo 2023/12129-0).

## Referências

1. BLUNDELL, Barry. **3D Displays and Spatial Interaction: Exploring the Science, Art, Evolution and Use of 3D Technologies**. Nova York: Wiley, 2010.
2. MA, Cheng-Long; SHANG, Xu-Feng; YUAN, Yu-Bo. **A three-dimensional display for big data sets**. In: 2012 International Conference on Machine Learning and Cybernetics, 2012.
3. FAVALORA, Gregg E. **Volumetric 3D displays and application infrastructure**. Computer, v. 38, n. 8, p. 37–44, 2005..
4. PIMENTA, Waldir; SANTOS, Luís P. **A comprehensive taxonomy for three-dimensional displays**. In: WSCG'2012 Conference Proceedings Part I. Plzen, República Tcheca: Union Agency Science Press, jun. 2012.
5. MÖLLER, Tomas Akenine; HAINES, Eric; HOFFMAN, Naty. **Real-Time Rendering**, 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2008.