

# Aplicação de Filtros Espaciais e Texturização de Ambientes 3D Internos Reconstruídos com o Microsoft Hololens

João Aurélio Francisco Junior<sup>1</sup>, Paulo Sérgio Rodrigues<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup> Ciência da Computação, Centro Universitário FEI  
 uniejoajunior@fei.edu.br<sup>1</sup>, psergio@fei.edu.br<sup>2</sup>

**Resumo:** Há diversos equipamentos que auxiliam na reconstrução 3D de ambientes reais, como o recente *hardware* especializado Microsoft Hololens, capaz de produzir malhas 3D de ambientes internos com maior precisão. Porém, a malha 3D gerada por este equipamento apresenta muitos pontos atípicos, bem como a falta de textura no ambiente virtual. O presente projeto de iniciação científica tem por objetivo a aplicação de textura e filtros 3D sobre a malha gerada pelo o Hololens, gerando uma malha 3D texturizada.

## 1. Introdução

Lançado no final de 2016, o Microsoft Hololens é atualmente o mais avançado hardware de captura da estrutura 3D de ambientes internos disponível ao usuário comum. Trata-se de um equipamento para Realidade Aumentada, através da projeção no ambiente real de hologramas de objetos previamente armazenados, não servindo, portanto, como modelador automático dessas estruturas. Na Figura 1, é possível visualizar a estrutura do Microsoft Hololens.



Figura 1 – Microsoft Hololens e seus sensores.

Apesar do crescente avanço desse tipo de tecnologia, tanto em termos de *hardware* quanto de *software*, a reconstrução de ambientes e objetos do mundo real ainda é uma tarefa que requer habilidades específicas e demasiado tempo de modeladores.

Mesmo que limitado, esse equipamento envolve algoritmos complexos de reconstrução de ambientes internos, possibilitando a geração de malhas fidedignas ao ambiente real, tornando seu uso muito efetivo no que tange reconstrução 3D. No entanto, as malhas produzidas pelo Hololens têm o objetivo apenas de projeções holográficas, ou seja, projetar hologramas em um ambiente real com o óculos, e não a reconstrução 3D dos ambientes internos em si. Para que isso seja possível, é necessário pós-processamento,

sobretudo para criar a projeção texturizada de imagens 2D sobre as regiões das malhas bem como a retirada de pontos atípicos da reconstrução final por meio de filtros espaciais 3D. Essa tarefa é ainda extremamente árdua e imprecisa, sobretudo porque é necessário alinhar pontos de interesse da malha e das imagens de texturas de modo a criar a sensação de um ambiente contínuo.

Assim, este projeto de Iniciação Científica propõe a construção de ambientes 3D gerados a partir de uma malha espacial capturada com o Microsoft Hololens, com a aplicação de filtros espaciais 3D e a demarcação de regiões com *bounding boxes* para mapear a textura sobre a malha.

## 2. Metodologia

A metodologia proposta possui 5 etapas, como ilustrado na Figura 2.

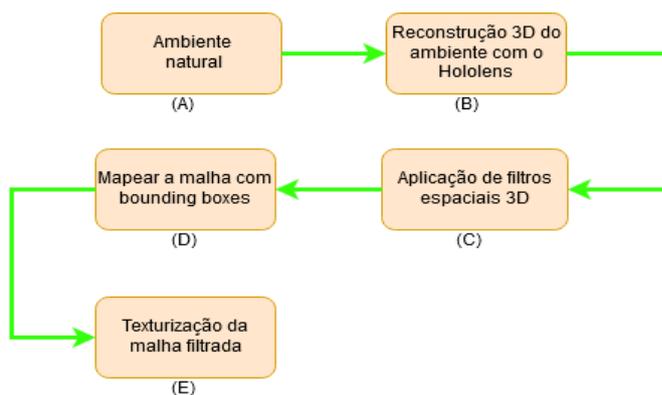


Figura 2 – Metodologia proposta do projeto.

Na Etapa A, são capturados *frames* RGB-D de ambientes internos com o uso do Hololens. Não há restrição quanto ao tamanho de ambiente. Etapa B faz a reconstrução 3D de forma volumétrica sem textura pelo próprio equipamento, através de uma interface web. Na Etapa C, filtros espaciais 3D são aplicados com o objetivo de retirar pontos atípicos e suavizar a malha reconstruída. Com o intuito de texturizar a malha de forma semi-automática, na Etapa D, formas geométricas como cubos, esferas ou pirâmides são criadas, com o objetivo de limitar uma região na qual deseja-se realizar o mapeamento da textura. Por fim, na Etapa E, a texturização propriamente dita é feita com a saída da Etapa D, que são conjuntos de vértices onde a textura é aplicada.

Os filtros aplicados na Etapa C são de Taubin [1] e Laplace [2].

O Filtro de Taubin é responsável por suavizar curvas poligonais e superfícies poliédricas de qualquer topologia ou dimensão. Para isso, duas etapas são

necessárias. Primeiro, aplica-se um *kernel* gaussiano passa-baixa, calculando assim a média ponderada de cada um dos vizinhos de primeira ordem dos vértices da malha, junto a um fator de escala  $\lambda$ . Em seguida, um segundo suavizador gaussiano, que tem como objetivo suavizar pontos de uma curva, no caso, curvas da malha reconstruídas, porém, aplicando um fator de escala  $\mu$ . São realizadas várias iterações alternando esses dois fatores de escala para se chegar a resultados satisfatórios. As Equações (1) e (2), também retiradas de [1] demonstram como os vértices são atualizados.

$$\Delta V_i = \sum_j W_{ij} * (V_j - V_i) \quad (1)$$

$$V' i = V_i + \lambda \Delta V_i \quad (2)$$

Onde  $W_{ij}$  é o peso de um vértice  $V_i$  com seus vizinhos de primeira ordem  $V_j$ , dado  $M$  pontos em uma malha 3D.

O algoritmo do Filtro de Laplace calcula a média dos vértices obtidos a cada iteração em uma malha 3D para ajustar suas direções. A Equação (3) retirada de [2], ilustra como cada vértice é atualizado em cada iteração  $i$ .

$$P_i = \begin{cases} \frac{1}{|adj(i)|} \sum_{j \in adj(i)} q_j, & i \in V_{var} \\ Q_i, & x \in V_{fix} \end{cases} \quad (3)$$

Sendo  $P_i$  a nova posição do vértice,  $Q_i$  a posição atual do vértice,  $Adj(i)$  os vértices adjacentes a  $P_i$ ,  $V_{fix}$  o conjunto de vértices que não possuem vizinhos e  $V_{var}$  o conjunto de vértices que possuem vizinhos adjacentes.

### 3. Resultados Parciais

Para a realização da metodologia proposta, um programa de computador em OpenGL está sendo desenvolvido. Este programa tem a funcionalidade de carregar um arquivo em formato obj da malha gerada pelo Hololens, aplicar os filtros espaciais, mapear a textura com os *bounding boxes* e realizar a texturização sobre os conjuntos de vértices delimitados.

Das funcionalidades descritas, o presente programa é capaz de ler arquivos em formato obj e delimitar a malha por *bounding boxes*, como ilustra a Figura 3.

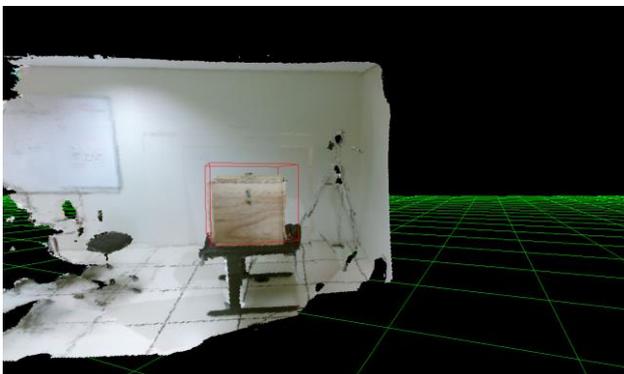


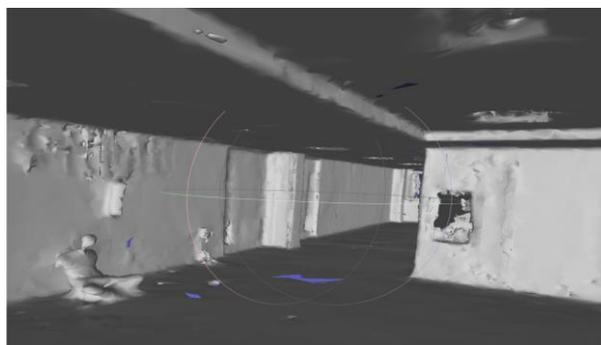
Figura 3 – Malha 3D reconstruída e *bounding box*  
Para uma melhor visualização, utilizou-se uma malha 3D já texturizada.

Os filtros espaciais 3D de Taubin e Laplace já estão implementados na biblioteca VTK escritos em C++,

porém ainda não foram integrados ao programa principal. Na Figura 4 é possível verificar um exemplo de malha reconstruída com o Hololens antes e depois de aplicar os filtros. Conclui-se que os filtros aplicados são efetivos a fim de retirar pontos atípicos da malha 3D reconstruída. Com a retiradas desses pontos, a próxima etapa é aplicar a textura nesses ambientes virtuais, obtendo assim uma rederização mais fidedigna ao real.



(Malha original gerada pelo Hololens)



(Malha após a aplicação do Filtro de Laplace)



(Malha após a aplicação do Filtro de Taubin)

Figura 4 – Aplicação dos filtros de Taubin e Laplace na malha gerada pelo Hololens

### 5. Referências

- [1] TAUBIN, G. Curve and surface smoothing without shrinkage. In: ICCV. [S.l.: s.n.], 1995  
[2] FIELD, D. A. Laplacian smoothing and delaunay triangulations. In: . [S.l.: s.n.], 1988.

### Agradecimentos

Agradeço a instituição Centro Universitário FEI por fornecer a oportunidade de bolsa de iniciação científica, e pelo professor Paulo Sérgio Silva Rodrigues pelo seu trabalho como orientador para a realização deste trabalho.

<sup>1</sup> Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 01/19 a 01/20.