# Reconstrução Semiautomática de Objetos 3D em Ambientes Internos com o Microsoft Hololens

*Lucas Brandon de Oliveira Tenório[1], Paulo Sérgio Silva Rodrigues[2]*
*[1,2] Departamento de Ciência da Computação, Centro Universitário FEI*
*unifltenorio@fei.edu.br, psergio@fei.edu.br*

***Resumo:*** Atualmente, equipamentos avançados como o Hololens da Microsoft têm revolucionado o mercado, devido a capacidade de reconstruir ambientes reais gerando malhas 3D interativamente. No entanto, a malha integra todos os objetos em uma estrutura única, dificultando a posterior modelagem e processamento de objetos específicos no ambiente. Portanto, o presente projeto de iniciação científica tem por objetivo propor um método para separação semiautomática de objetos produzidos a partir da malha gerada pelo Hololens.

## *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. Essa iniciativa impulsionou a pesquisa e o mercado para novas e mais modernas aplicações. Entre as mais conhecidas está o desenvolvimento de interfaces de projeção 3D de informações médicas durante intervenções cirúrgicas; a integração de modelos 3D a ambientes de engenharia e o desenvolvimento de aplicativos de interatividade com hologramas em áreas de jogos e entretenimento.

Basicamente, o Hololens é um computador em formato de óculos com diversos sensores ambientais, entre os quais estão quatro câmeras (duas de cada lado) que capturam a profundidade do ambiente, criando uma malha tridimensional das superfícies em perspectiva. Possui uma CPU construída especificamente para ele, chamada Unidade de Processamento Holográfico (HPU), e gerencia 1G de informação para processar tarefas como mapeamento espacial, reconhecimento de gestos e reconhecimento de voz e fala.

Apesar do avanço do hardware e software, a modelagem de objetos 3D é uma tarefa semi-automática. Atualmente, os aplicativos mais utilizados são interativos e requerem muita intervenção humana. No caso particular do Hololens, esse dispositivo, devido aos diversos sensores visuais que possui, permite com facilidade a criação de malhas 3D, tanto de ambientes quanto de objetos individuais. Essa malha construída é gerada automaticamente com interatividade de gestos, no entanto, ainda requer a união de várias perspectivas para a reconstrução volumétrica em 360 graus.

No entanto, as malhas produzidas pelo Hololens apresentam objetos em uma única estrutura. Outras metodologias para a geração de ambientes 3D internos na literatura, como o BundleFusion [1] e KinectFusion [2], também apresentam esse problema de disposição de objetos na mesma estrutura. Ainda, não há na literatura métodos automáticos de segmentação e separação de objetos 3D em malhas virtuais reconstruídas. Porém, é possível utilizar métodos semiautomáticos com delimitadores manuais que identificam os pontos do objeto no qual se deseja segmentar.

Assim, este projeto de Iniciação Científica tem por objetivo a separação de objetos 3D gerados a partir de uma malha espacial capturada com o Microsoft Hololens, com delimitações de *bounding boxes* para auxiliar no processo de separação.

## *2. Metodologia*

A ideia geral da metodologia proposta, exibida na Figura 1, é composta por 5 módulos principais, descritos em mais detalhes a seguir.

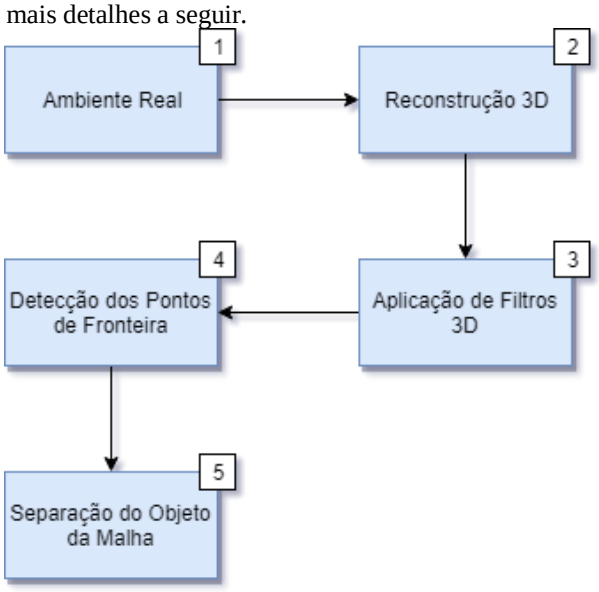


Figura 1 – Estrutura geral da metodologia proposta

O primeiro módulo (bloco 1 da Figura 1) define o ambiente que o objeto de interesse está inserido para realizar a sua reconstrução. Portanto, este projeto considera ambientes internos, como um escritório, com um objeto de interesse, que permitem o controle da iluminação.

O Módulo 2 representa o processo de reconstrução do ambiente pelo Hololens. Esse dispositivo possui sensores de profundidade, detectores de gestos e de voz, onde, para cada visão em perspectiva constrói uma malha tridimensional, em formato de superfície, que é fornecida como saída. Assim, com a visão panorâmica que o usuário pode realizar, várias malhas são construídas, incluindo os objetos em 3D no cenário. Essas malhas com os objetos podem ser arquivadas para posterior processamento.

O terceiro módulo recebe como entrada a malha reconstruída do dispositivo, que possui diversos ruídos e

deformações indesejadas. Para reduzir a quantidade de deformações e ruídos, é necessário utilizar filtros espaciais sobre a malha para suavização de superfícies. Com o auxílio do software Meshlab [3], é possível visualizar a aplicação dos filtros espaciais de Taubin [4] e de Laplace [5] em malhas e superfícies.

O quarto módulo utiliza a malha reconstruída após a aplicação dos filtros espaciais para localizar os pontos de fronteira, pontos tridimensionais que separam semanticamente um objeto do restante da malha. Para isso, é preciso definir manualmente a região onde o objeto se encontra por meio de uma caixa ou esfera, que delimite a área que o objeto ocupa dentro da malha, chamada de *bounding box*. Os limites desta caixa ou esfera auxiliam na detecção dos pontos de fronteira, que podem ser localizados próximos destes limites.

O quinto módulo possui como entrada a localização dos pontos de fronteira e a posição do *bounding box*. Para realizar a separação do objeto de interesse do restante da malha, é necessário criar uma malha que contenha apenas os pontos do objeto. Para encontrá-los, é possível utilizar os pontos de fronteira próximos da delimitação do *bounding box* e verificar quais pontos estão dentro desses limites. Essa malha única do objeto facilita a aplicação de cores, texturas e iluminação posteriormente.

## *3. Conclusões*

Para concluir os Módulo 1 e 2, foi utilizado o Hololens para a obtenção de malhas 3D do ambiente. Para gerar a malha, foi necessário capturar imagens em tempo real de perspectivas distintas do objeto. A Figura 2 representa um objeto de interesse em um ambiente e a Figura 3 exibe a malha reconstruída desse ambiente, após a aplicação do filtro de Taubin. Para obter a malha gerada pelo dispositivo, foi utilizado o acesso remoto pelo servidor Windows Device Portal da Microsoft que disponibiliza o arquivo da malha gerada.

Figura 2 – Objeto de interesse a ser reconstruído

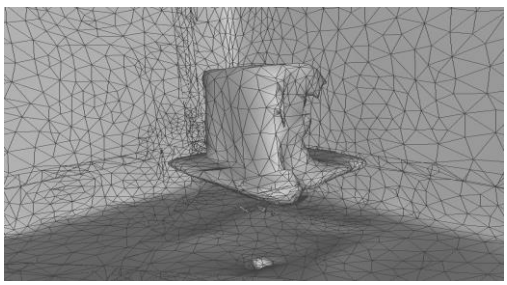

Figura 3 – Malha gerada pelo Hololens após a aplicação do filtro 3D

Com a malha do ambiente armazenada, um programa está em desenvolvimento, utilizando a biblioteca gráfica OpenGL, que carrega superfícies 3D, aplica filtros espaciais, disponibiliza ferramentas para a delimitação dos objetos de interesse e realiza a separação dos objetos da malha. O intuito desse programa é realizar os Módulos 3, 4 e 5. A Figura 4 ilustra uma malha reconstruída e um *bounding box* posicionado manualmente em torno de um objeto. Ainda resta implementar as funcionalidades relevantes para os Módulos 3, 4 e 5.

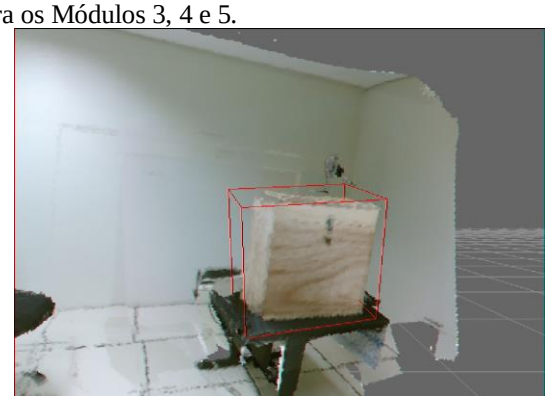

Figura 4 – Malha texturizada e *Bounding Box*, em vermelho

## *4. Referências*

[1] Dai, Angela et al., BundleFusion: Real-Time Globally Consistent 3D Reconstruction Using On-the-Fly Surface Reintegration, ACM Trans. Graph, volume 36, 2017.

[2] Newcombe, Richard A. et al., KinectFusion: Real-time dense surface mapping and tracking, 2011 10th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 2011, pages 127-136.

[3] Paolo Cignoni et. Al., MeshLab: An Open-Source Mesh Processing Tool, Vittorio Scarano, Rosario de Chiara, and Ugo Erra, Eurographics Italian Chapter Conference, The Eurographics Association, 2008.

[4] Gabriel Taubin, Curve and surface smoothing without shrinkage, Proceedings of IEEE international conference on computer vision, pages 852-857, IEEE, 1995.

[5] J. Vollmer, Robert Mencl, and Heinrich Muller, Improved laplacian smoothing of noisy surface meshes, Comput. Graph. Forum, 18:131–138, 1999.

## *Agradecimentos*

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

[1] Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 02/19 a 01/20.