

Módulo de Digitalização Tridimensional para Robôs.

Murilo Cruz Lopes¹; Claudio Eduardo Goes²

1. Bolsista PIBIC/CNPq, Graduando em Engenharia de Computação, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: cruzlopesmurilo@gmail.com
2. Professor, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: cegoes@ecomp.uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: digitalização; tridimensional; robôs, visão, computacional, laser.

INTRODUÇÃO

A digitalização tridimensional (3D) é uma tecnologia que permite a obtenção de nuvens de pontos a partir da varredura das superfícies de objetos por feixes de raios *laser* (*light amplification by stimulated emission of radiation*) (GROETELAARS e AMORIM, 2011). Essa tecnologia tem sido bastante empregada na digitalização de objetos como por exemplo, na área de ortodontia, e na recuperação de patrimônios culturais e também em inspeção de minas de carvão (WISPEL et. al, 2017). Tem se tornado comum também lojas virtuais que compartilham modelos tridimensionais. Fabricantes em todas as áreas, tem disponibilizado esses modelos, a fim de facilitar e atender necessidades diversas de seus clientes (WINSCH e SANTOS, 2014). O Scanner 3D que faz o uso de *laser* e uma câmera digital funciona da seguinte forma: um feixe do *laser* é aplicado sobre o objeto a ser digitalizado, a câmera digital captura um conjunto de imagens que a partir delas é possível fazer a digitalização do objeto (HASANUDDIN, et. al, 2015) .

Existem diversas técnicas que podem ser aplicadas para digitalizar um objeto, como por exemplo a *Time to Fly*, *Stereo Vision*, *Laser Triangulation* e etc. A primeira técnica, *Time to Fly*, que basicamente consiste de um sistema que possui uma unidade emissora, que envia um pulso de *laser* que colide com a superfície do objeto alvo. Uma unidade receptora recebe o pulso refletido e mede o tempo de ida e volta. Com isso é possível obter a distância de cada ponto do objeto alvo e a partir disso obter a nuvem de pontos do objeto. A técnica de *Stereo Vision* faz o uso de câmeras e de padrões de luzes sobre o objeto para poder digitalizá-lo. A técnica de *Laser Triangulation* faz o uso de um *laser* e uma câmera digital. A linha do *laser* incide sobre o objeto e a partir disso é calculada a triangulação entre o objeto, câmera e o *laser* para obter a distância (SANSONI et. al, 2009).

Um dos principais quesitos da escolha da técnica a ser utilizada neste trabalho foi o baixo custo, que fosse um projeto simples de ser implementado e que mostrasse resultados satisfatórios. A técnica de *Laser Triangulation* cumpre esse quesito devido a necessidade de uso de apenas uma câmera e de um laser, além de ser um método matemático básico. O sistema implementado, foi codificado em linguagem de programação C++ em conjunto com a biblioteca OpenCV para o processamento das imagens (OPENCV, 2018).

Metodologia

A Figura 1 mostra a arquitetura projetada para a realização deste trabalho. Como pode ser visto na Figura 1, o Módulo de Digitalização 3D, ele é o principal e é o responsável por fazer o controle dos outros módulos. O restante dos módulos consistem no *Controlador* que faz o controle da

base giratória e do *laser*. Para esse controle é utilizada a placa microcontroladora Arduino, com ela é possível fazer o controle de ligar e desligar o *laser*, quanto rotacionar a base giratória. O módulo de *Câmera Stereo* faz o controle da câmera, capturando os *frames* a serem utilizados. O módulo de *Detectar Laser* é responsável por segmentar o *laser* através dos *frames* capturados e também aplica um método de afinamento da linha do *laser*, processo conhecido como esqueletonização, sendo o algoritmo de Zhang-Suen utilizado no processo (Zhang e Suen, 1984) (Wispel et. al, 2017). O módulo *Triangulação* obtém todas as coordenadas do objeto que está sendo digitalizado. O método da triangulação utilizado consiste do uso das semelhanças de triângulos formados entre a câmera, o *laser* e a distância focal do CCD (charge-coupled device) (Malhota et. al, 2011) (Wispel et. al, 2017).

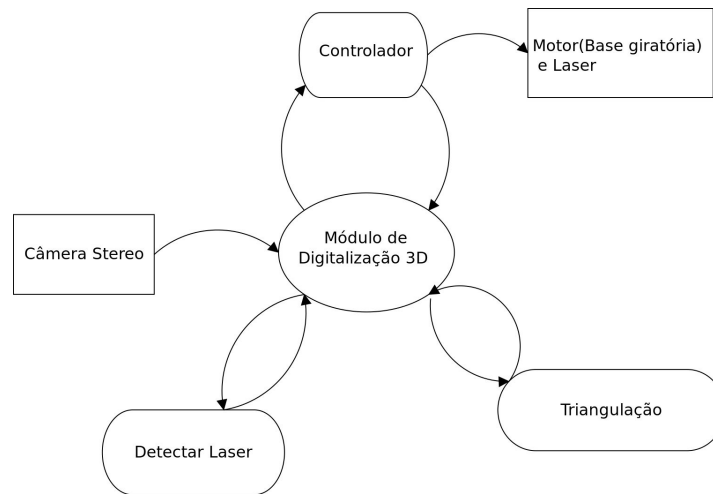


Figura 1 - Módulo do Scanner. Fonte própria

Resultados

Os resultados consistem inicialmente da fase de testes do *software*. O primeiro teste do projeto é a calibração da câmera, onde são obtidos parâmetros da câmera em que o principal para esse projeto é a distância focal da câmera. A distância focal representa um dos lados do triângulo utilizado no processo de triangulação. Para a câmera utilizada (Sony PlayStation Eye) a distância focal encontrada foi de aproximadamente 522,931, que é um valor dado em pixels. Assim foi preciso converter esse valor para milímetros, obtendo o valor aproximado de 3,138 milímetros.

Após a etapa da obtenção da distância focal, a próxima foi o teste do controle da rotação da base giratória e obtenção das imagens. O resultado desse módulo do consistiu em rotacionar a base giratória, capturar o *frame* e salvar em um diretório do computador.

Com a aquisição dos *frames* a próxima etapa é a digitalização do objeto. Isso é obtido após o processo de processamento da imagem, segmentação do *laser*, afinamento da linha do *laser*, do processo de obtenção das coordenadas e enfim a geração das nuvens de pontos (GONZALES e WOODS, 2010). Para isso foi gerado um arquivo com o conjunto de pontos obtidos na parte da triangulação. Os valores das coordenadas obtidas foram calculados em milímetros.

Obtido o conjunto de pontos do objeto é possível agora gerar a nuvem de pontos que forma o objeto. A Figura 2 mostra a nuvem de pontos gerada a partir do arquivo em que são armazenadas as coordenadas e que pode ser aberto através do *software MeshLab*.

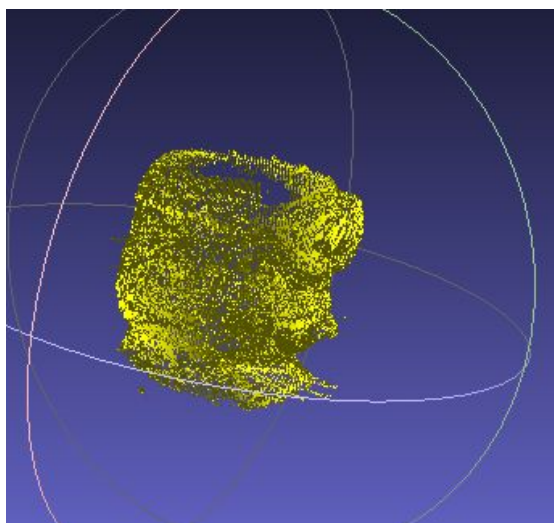


Figura 2: Representação do objeto através da nuvem de pontos

É possível perceber, através da figura acima, detalhes do objeto, como a forma física do mesmo, detalhes do volume referente ao óculos e pouco mais abaixo na região das costas do boneco, é possível também perceber uma curvatura próxima a região da base e da cabeça do objeto. A Figura 3 mostra, à esquerda o objeto digitalizado, e à direita a reconstrução da superfície do objeto através do método de Poisson (KAZHDAN e HOPPE, 2013).

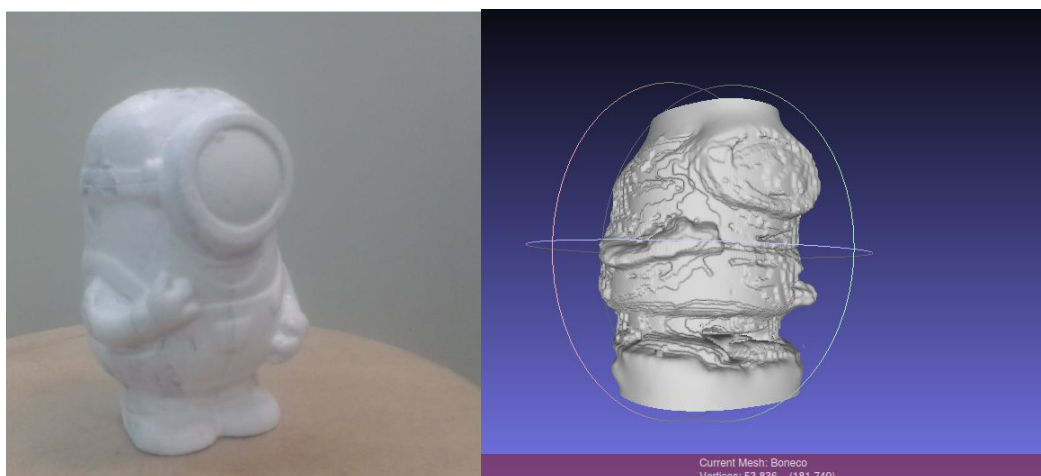


Figura 3: Imagem à esquerda mostra o objeto real e à direita a reconstrução da superfície através da restauração de Poisson

CONCLUSÃO

O sistema desenvolvido neste trabalho, consegue fazer o controle de uma base giratória e controle do laser, até a etapa de triangulação para a obtenção das coordenadas reais do objeto. Pela característica do *laser* de possuir uma alta intensidade, o sistema captura uma imagem da linha do *laser* mantendo a silhueta do objeto.

Algumas dificuldades encontradas foram principalmente na remoção de ruídos na segmentação da linha do *laser*, em que um local com bastante luminosidade ou com a presença de objetos que reflita a luz do sol, pode diminuir a qualidade da linha do *laser* capturada. Desta forma, o local ideal para a utilização do digitalizador é uma que tenha a mínima presença dos agravantes listados.

Uma das abordagens que podem ser aplicadas, visando a melhoria desse trabalho, é a utilização de uma câmera de maior resolução. A câmera utilizada no projeto possui uma resolução de 640x480. Caso seja utilizado uma câmera de maior resolução, como por exemplo uma câmera de 1080p, a qualidade do *frame* capturado seria melhor em consequência do aumento dos detalhes da imagem do objeto digitalizado.

Referências

GROETELAARS, N. J.; AMORIM, A. L. *Tecnologia 3D Laser Scanning: características, processos e ferramentas para manipulação de nuvens de pontos 3D Laser Scanning Technology: characteristics, processes and point cloud tools*. XV Congresso SIGRADI, 2011.

WISPEL, W.; MACHADO, R.; LEGG, A. P.; BAYER, F. M. *Um scanner 3D de baixo custo*. XXXV Simpósio brasileiro de telecomunicações e processamento de sinais. São Pedro, São Paulo, 2017

WINSCH, G. A; SANTOS, P. H. S, *Desenvolvimento de um escâner tridimensional por triangulação baseado em sistema ótico e feixe de laser*. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Eletrônica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, 2004.

HASANUDDIN, M. O.; PERMANA, G. E.; AKBAR, I.; WURYANDARI, A. I. *3D Scanner for Orthodontic Using Triangulation Method*. The 5th International Conference on Electrical Engineering and Informatics, 2015.

SANSONI, G.; TREBESCHI, M.; DOCCHIO, F. *State-of-The-Art and Applications of 3D Imaging Sensors in Industry, Cultural Heritage, Medicine, and Criminal Investigation*. Sensors, 2009

KAZHDAN, M.; HOPPE H. "Screened poisson surface reconstruction," ACM Trans Graph, vol. 32, no. 3, pp. 1–13, Jun. 2013.

MALHORA, A.; GUPTA, K.; Kant, K. *Laser Triangulation for 3D Profiling of Target*. *International Journal of Computer Applications*. Volume 35– No.8, 2011

ZHANG, T. Y., SUEN, C. Y.; *A fast and parallel algorithm for thinning digital patterns*. Communication of the ACM, 27(3), 236-239. 1984.

OPENCV. In: WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. Wikimedia, 2018. Disponível em <<https://pt.wikipedia.org/wiki/OpenCV>>. Acesso em 03 agos. 2018.