

LIDARO - Um Radar Laser aberto e de baixo custo

MAC0499 - Trabalho de Formatura Supervisionado

Bruno Rafael Aricó - NUSP 8125459

Orientador: Roberto Hirata Jr.

Universidade de São Paulo

bruno.arico@usp.br



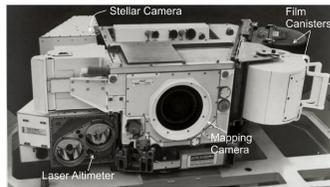
Resumo

Durante a execução deste projeto de TCC foi desenvolvido um Radar Laser, conhecido por Lidar, o qual tem como funcionalidade a medição de distâncias em ambientes, mais precisamente os escaneando e obtendo então uma representação virtual deste, tendo a sua aplicação para a execução de scans bidimensionais e tridimensionais com alcance limite de até 1.5m de raio, na implementação aqui apresentada.

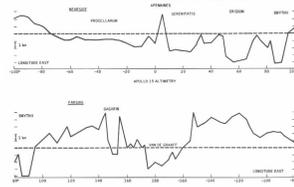
Tem suas estruturas fabricadas em uma impressora 3D, que também foi construída para a elaboração deste projeto, possuindo hardware e software aberto, baixo custo e não utilizando peças específicas tem como a ideia de ser facilmente replicável e modificável.

Junto ao Lidar foi desenvolvida uma interface de operação para ele, com a qual pode-se operá-lo de forma completamente remota por meio de WiFi. Sua aplicação fundamental é para a aquisição de modelos tridimensionais de pequenos ambientes e para a navegação de pequenos veículos autônomos.

O que é um Lidar?



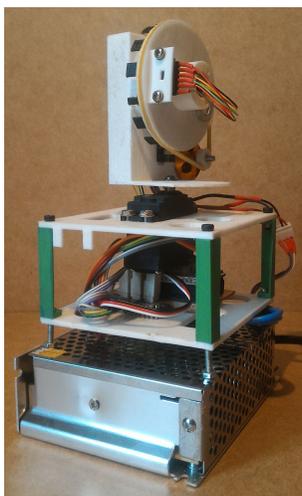
(a) Fotografia do Lidar altimétrico utilizado na missão Apollo 15



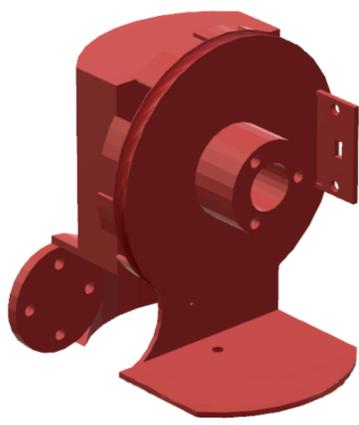
(b) Perfilamento altimétrico Lunar obtido

O Lidar é um equipamento utilizado para a aquisição extensiva de medidas de ambientes e objetos, com finalidades de se obter informações computacionais sobre eles. Sua aplicação é ampla em navegação autônoma e em ciências ambientais. O primeiro Lidar implementado data de 1970 para o projeto Apollo 15 da Nasa onde foi utilizado para fazer altimetria do solo lunar, era disparado a 30km de altitude possuindo uma resolução de até 10 metros. Existem varias tecnologias as quais podem ser utilizadas para implementar um Lidar, porém essencialmente todas utilizam lasers. Mais precisamente o Lidar implementado neste TCC utiliza a tecnologia ToF (*Time of Flight*) a qual funciona semelhante a um sonar, o qual mede a distancia até um certo ponto calculando-se a distancia percorrida pelo som, no entanto para esta aplicação a velocidade que é tomada como referência é a da luz.

O Lidar



(c) Estrutura final do Lidar, montado sobre a sua fonte de alimentação



(d) Representação virtual do CAD elaborado como estrutura para o Lidar

O Lidar é uma releitura DIY (*Do it Yourself*) de um Lidar convencional, onde temos sua estrutura construída essencialmente se utilizando de impressão 3D e possuindo seu hardware e software abertos e livres.

Caracterizado como um Lidar do tipo ToF, com taxa de amostragem de 50Hz, possui dois eixos de rotação responsáveis individualmente pela rotação do eixo horizontal e vertical, identificados, em coordenadas esféricas como eixo azimutal e zenital, respectivamente. Utilizado para realizar escaneamentos em ambientes com até 1.5m, com o sensor inicialmente utilizado, o VL53L0X expansível para sensores de maior capacidade, tanto em termos de taxa de amostragem como de distância alcançada, tem sua aplicação para fins de aquisição de imagens virtuais de pequenos cômodos, assim como para a navegação de pequenos veículos autônomos.

Hardware:



(e) O principal sensor do Lidar, o ToF VL53L0X



(f) Placa da Heltec utilizada, onde se encontra o microcontrolador ESP32

Como microcontrolador principal possui um ESP32, dispoendo também do sensor ToF VL53L0X como principal sensor de medição de distâncias e também do sensor acelerômetro e giroscópio MPU6050, o qual serve para fazer a compensação automática de nível do Lidar.

Para se conseguir as informações de distancia e posição do ponto, necessitamos saber também qual a inclinação de cada um dos eixos do Lidar. Para isso no eixo azimutal se dispõe de um servo-motor que é responsável por sua movimentação assim como a aquisição de seu angulo de posicionamento. No eixo zenital temos um motor brushless combinado com um encoder rotativo, visível observando-se os dentes na borda do rotor, que passam através de um sensor infravermelho, para identificar o posicionamento deste eixo.

O encoder rotativo possui 15 dentes nos dando a resolução por hardware de 12 graus, o que por software, por meio de interpolação é aumentada para 1 grau, conferindo às medidas feitas a resolução de 1 grau em ambos os eixo de rotação.

Energeticamente econômico, pode ser operado conectado a uma fonte de energia fixa, assim como também por meio de bateria, tornando-o completamente independente de fios, uma vez que sua transferência de dados também é feita por meio de WiFi.

Software e firmware:

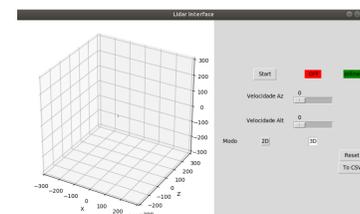


Figura 1: Tela de controle e apresentação dos pontos virtualizados pelo Lidar

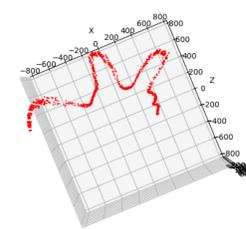
O firmware embarcado no Lidar foi escrito na linguagem Arduino, uma variação de C++, o qual tem por papel de atuar sobre os eixos, fazer a leitura dos sensores, tanto acelerômetro/giroscópio, encoder, e ToF, como fazer a formatação das mensagens e fazer a comunicação por meio de rede WiFi com o computador que executa seu software de controle.

No software de controle é onde temos a interface para visualização do ambiente virtualizado, e funcionalidade como selecionar a velocidade de rotação dos eixo do Lidar, verificar se ele se encontra conectado a rede, selecionar o modo de operação e exportar os pontos amostrados na forma de um arquivo CSV.

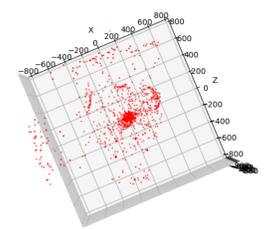
Resultados:



(a) Cenário com obstáculos criado para a validação



(b) Virtualização bidimensional obtida, identificados pelos números 1, 2, 3 estão respectivamente posicionados a caixa o balde e o banco



(c) Virtualização tridimensional, vista de cima, obtida

É possível se perceber a consistência entre o cenário real e os respectivos scans executados, dadas as limitações do Lidar com o sensor utilizado, sendo as varreduras das imagens feitas em sua resolução intermediária para ambos os casos, 2D e 3D, e conseguimos perceber a detecção de todos os objetos presentes na cena, inclusive com as peculiaridades de seus formatos, como os ângulos retos da caixa, a simetria radial do balde e a distância entre as pernas do banco.