

Estudo, aquisição e ensaios com os sensores embarcados do veículo aéreo não-tripulado

Study, acquisition and testing with unmanned air vehicle onboard sensors

RESUMO

Luciano Bonzatto Junior
lucjun@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Marco Aurelio Wehrmeister
marcow@dainf.ct.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

A popularização de veículos aéreos não tripulados (VANT) cria a possibilidade de utilizar estes aparelhos em trabalhos de inspeção para facilitar o acesso a áreas de risco sem comprometer a integridade física dos trabalhadores. Esses aparelhos devem evitar colisões e se manter estáveis, por isso, eles estão intimamente ligados a sensores para a identificação de objetos. Como a integração dos dispositivos robóticos é amplamente feita utilizando ROS é necessário a implementação de nós de Robot Operating System (ROS) para o controle destes sensores. Neste projeto são construídos dois sistemas embarcados para aquisição e armazenamento das distâncias entre o aparelho e obstáculos ao seu redor, um deles utilizando sensores ultrassônicos e outro utilizando um sensor laser.

PALAVRAS-CHAVE: VANT. Sensores Ultrassônicos. Sensores Laser. ROS.

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



ABSTRACT

The popularization of unmanned aerial vehicles (UAVs) creates the possibility of using these devices for inspection work to facilitate access to hazardous areas without compromising the physical integrity of workers. These devices must avoid collisions and remain stable, so they are closely linked to sensors for object identification. As the integration of robotic devices is largely done using Robot Operating System (ROS) it is necessary to implement ROS nodes to control these sensors. In this project are built two embedded systems for acquisition and storage of distances between the device and obstacles around it, one using ultrasonic sensors and another using a laser sensor.

KEYWORDS: UAV. Ultrasonic sensors. Laser sensors. ROS.

INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos se tornou comum a criação de veículos não tripulados com o objetivo de facilitar e diminuir a carga de trabalho humano em certas atividades do cotidiano como, por exemplo, a iniciativa da Amazon de utilizar robôs autônomos para a entregas ou a cooperação entre um quadricóptero e um robô móvel [1]. Para a integração de todos os equipamentos destes veículos não tripulados é comumente utilizado o Robot Operating System (ROS) [2] que possibilita a modularização de um dispositivo de forma que o controle de cada unidade é feito separadamente em nós e a comunicação entre os módulos é feita por publicações de mensagens em tópicos [3].

Este projeto se limita a construção de dois nós que fazem a comunicação de dados obtidos de quatro sensores ultrassônicos e um sensor laser que serão utilizados em um VANT autônomo especializado na inspeção de torres de alta tensão. Estes nós têm como objetivo identificar obstáculos presentes no ambiente para que a controladora do VANT evite colisões.

MATERIAIS

Para este projeto foram utilizados os materiais presentes na Tabela 1, porém, vale ressaltar que é possível utilizar no lugar do HCSR-04 outros sensores ultrassônicos como o US-015 ou o RCW-0001 que possuem os mesmos funcionamentos, porém, diferentes precisão e alcance.

O Lidar-Lite pode ser controlado de duas formas diferentes, por I2C, que foi utilizado neste projeto, ou por PWM. Já o HCSR-04 possui uma única forma de controle que é utilizando dois pinos, trigger e echo.

O módulo HCSR-04 se baseia na velocidade do som para medir a distância entre o sensor e o obstáculo, porém, essa velocidade depende da temperatura e da umidade do local, portanto, é importante a utilização do sensor DHT11 para minimizar os erros nas medições.

Na Raspberry Pi é obrigatório que estejam instalados, além do ROS, o WiringPi [4] para a utilização das portas GPIO no controle dos sensores ultrassônicos e o SMbus para a utilização da serial I2C no controle do Lidar-Lite.

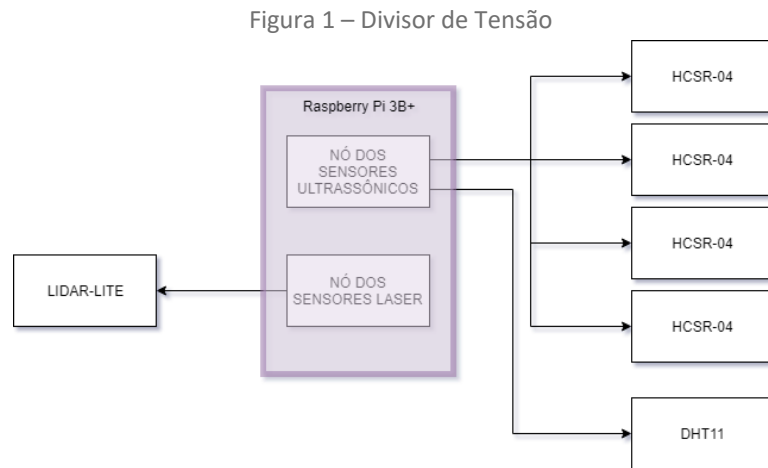
Tabela 1 – Materiais utilizados

Material	Quantidade
Módulo HCSR-04	4
DHT11	1
Resistor 2,2k Ω	4
Resistor 1k Ω	4
Lidar-Lite V3	1
Raspberry Pi 3B+	1

Fonte: A autoria própria (2019).

- Ligações:

Na Figura 1 é mostrado um diagrama de blocos que mostra uma disposição simplificada das ligações do projeto. A Raspberry Pi é ligada em todos os sensores e os nós fazem o devido controle deles. Como mostra a figura, não existe ligação entre os nós, eles funcionam modularmente de forma que, caso necessário, é possível remover um deles sem que o outro sofra interferências.



Fonte: Autoria própria (2019).

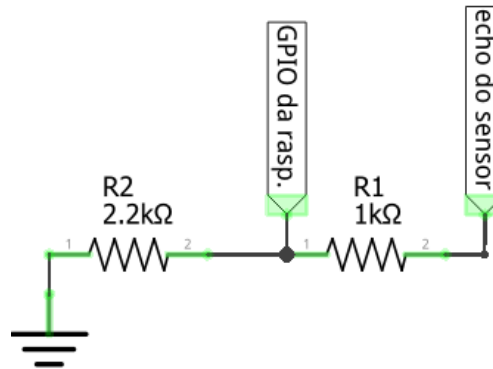
MÉTODOS

A utilização dos sensores envolve a programação e possíveis circuitos eletrônicos para a conexão dos sensores com a Raspberry Pi.

- Ligação do HCSR-04:

Como falado no tópico dos materiais, cada sensor ultrassônico utiliza dois pinos de informação além da alimentação. Estes sensores possuem uma discordância quanto a tensão que os pinos de informação podem receber ou enviar em relação a Raspberry Pi. O pino trigger dos sensores recebe um sinal entre 2,5V e 5V para definir um nível lógico alto e o pino echo envia um sinal de 5V. Como os pinos GPIO da Raspberry Pi utilizam 3V, para o pino trigger não existe problemas e é possível conectar diretamente o pino da Raspberry e do sensor, porém, no pino echo existe uma incompatibilidade e, caso os pinos sejam ligados diretamente, pode acarretar na danificação da Raspberry. Desta forma, foi necessário montar um divisor de tensão representado na figura 2 para cada sensor.

Figura 2 – Divisor de Tensão



Fonte: Autoria própria (2019).

- Ligação do Lidar-Lite V3:

Como a conexão entre o sensor e a Raspberry foi feita por serial I2C não existe a necessidade de utilizar um circuito intermediador para o sensor laser, dessa forma, a linha de dados e a de clock do sensor são ligadas diretamente no I2C da Raspberry Pi, o barramento utilizado foi o de número 1 nos pinos 3 e 5.

- Ligação do DHT11:

O DHT11 utiliza uma porta GPIO comum para se comunicar pela Raspberry Pi.

- Construção dos nós:

O ROS possui uma estrutura que possibilita utilizar python ou C++ para a construção dos nós. No caso do nó para o Lidar-Lite foi utilizado python pois esta linguagem de programação possui ferramentas mais simples para a utilização do protocolo I2C. Para o ultrassônico foi utilizado C++, porém, não existe nenhum ponto negativo em utilizar python.

Em ambos os nós a distância medida é publicada em um tópico sendo que cada sensor possui um tópico particular. Além disso, para a verificação das torres de alta tensão é necessário que estas distâncias sejam armazenadas, para isso, existe um arquivo de texto dentro de cada nó que mantém o número de testes já feitos e assim é possível criar um arquivo de texto para cada sensor que é nomeado com a identificação do sensor e a identificação do teste sendo feito onde é salvo todas as medidas feitas pelos sensores.

RESULTADOS

Quanto aos sonares, os testes feitos mostraram que o nó é funcional. O teste feito consiste em manter um objeto a vinte centímetros dos sensores e fazer várias medições, sendo que, os sensores estão com uma angulação de 155° um do outro e, por isso, medem valores ligeiramente diferentes. O Quadro 1 possui uma amostra dos valores obtidos neste teste e, com ele, é possível notar que o sensor número três possui uma grande flutuação quando comparado com os outros três ultrassônicos e, portanto, pode possuir algum defeito.

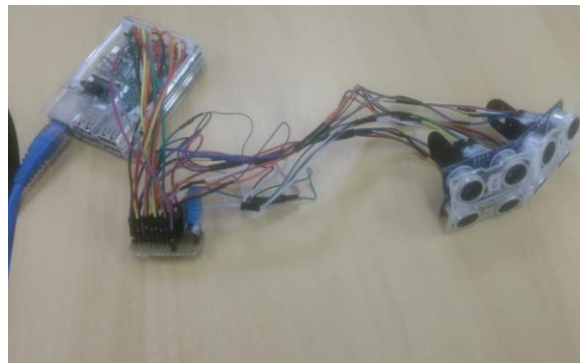
Quadro 1 – Medições de 20cm com todos os sensores

Ultrassônico 0	Ultrassônico 1	Ultrassônico 2	Ultrassônico 3	Sensor laser
18,1689	21,1505	18,1498	21,059	20
18,2551	21,1332	18,5473	18,8304	20
18,2551	21,1332	18,3399	18,4676	20
18,2551	21,2023	18,4091	19,245	19
18,2551	21,116	18,3399	15,358	20
18,2551	21,1678	18,9276	18,7786	19
18,1861	21,0987	18,3399	15,669	20
18,2034	21,1332	18,2881	18,6231	19
18,2379	21,2023	19,2906	20,8862	20
18,1516	21,2196	18,6165	21,3008	19

Fonte: Autoria própria (2019).

A estrutura final de todos os sensores ultrassônicos é mostrada na figura 3, é possível visualizar a angulação entre os sonares citada anteriormente, e a figura 4 mostra o VANT com os sensores acoplados.

Figura 3 – Estrutura com os sensores ultrassônicos



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 4 – estrutura embarcada no VANT



Fonte: Autoria própria (2019).

REFERÊNCIAS

Cantieri, Alvaro Rogério ; ROHRICH, RONNIER F. ; de Oliveira, André Schneider ; WEHRMEISTER, MARCO AURÉLIO ; FABRO, JOÃO ALBERTO ; de Oliveira Vaz, Marlon ; Goulart, Magnus Eduardo ; Hideki, Guilherme . A Quadcopter and Mobile Robot Cooperative Task Using Visual Tags Based on Augmented Reality ROS Package. In: **Anis Koubaa. (Org.). Studies in Computational Intelligence**. 1ed. Cham: Springer International Publishing, 2019, v. 1, p. 185-208.

KOSLOSKY, EMANOEL ; de Oliveira, André Schneider ; WEHRMEISTER, MARCO AURÉLIO ; FABRO, JOÃO ALBERTO . Designing Fuzzy Logic Controllers for ROS-Based Multirotors. In: Anis Koubaa. (Org.). Robot Operating System (ROS) - The Complete Reference (Volume 2). 1ed.: Springer International Publishing, 2017, v. 2, p. 41-82.

The GPIO utility. **WiringPi**. Disponível em: <http://wiringpi.com/the-gpio-utility/>. Acessado em: 13 ago. 2019.

ROS Tutorials. **ROS**. Disponível em: <http://wiki.ros.org/ROS/Tutorials>. Acessado em: 13 ago. 2019.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio financeiro da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e a todos os membros do Laboratório de Engenharia de Sistemas Computacionais da UTFPR pela cooperação.