

# Estudo da aplicação de sensores em um trator para transformação em um AGV

Ângelo Jorge Bálamo<sup>1</sup>, Rodrigo Filev Maia<sup>2</sup>, Fabio Delatore<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> Ciência da Computação, Centro universitário FEI

<sup>2</sup> Engenharia Elétrica, Centro universitário FEI  
angelojorge05@gmail.com e rfilev@fei.edu.br

**Resumo:** A necessidade de produção eficaz de produtos agrícolas acarretará uma série de investimentos em tecnologia para automatizar os processos relacionados ao cultivo de uma determinada cultura. Com o intuito de alcançar os conceitos de agricultura de precisão este trabalho tem como objetivo propor um mecanismo de baixo custo para detecção de obstáculos no trajeto de um veículo autônomo ou AGV (*Automatic Guided Vehicle*), amplamente utilizado na indústria para realizar o transporte de materiais pelas linhas de produção ao campo. Neste trabalho é apresentado a proposta de mecanismo de detecção de obstáculo com base em hardware de prototipação, com sensores e plataforma Arduino e Raspberry Pi.

## 1. Introdução

O crescimento populacional exige uma maior eficiência na produção, desde que ela não prejudique a capacidade do planeta de fornecer recursos básicos, ou seja, deseja-se ter produção sustentável de alimentos, como preconiza os desafios propostos pela ONU [1]. Diante disso há um grande número de soluções que visam aplicar a tecnologia para o atingimento de tais metas e tecnologias do ramo industrial podem ser de grande valia. A agricultura chama a atenção por ofertar um grande campo onde a tecnologia pode ser aplicada através de sensoriamento e automatização dos processos. Sensores como GPS, laser scanners, giroscópios, câmeras integradas entre outros, podem ser aplicadas a antigos equipamentos como tratores para possibilitar melhores resultados em toda cadeia da agricultura (plantio, colheita e transporte) [2].

Um sistema de veículos guiados automaticamente (do inglês, *automated guided vehicle system* - AGVS) é utilizado atualmente em plantas industriais. Seu conceito se baseia em veículos com autopropulsão que realizam transporte através de um caminho pré-definido fazendo-se desnecessário um operador, podendo conter ou não obstáculos, diferindo-o dos demais sistemas de transporte. Desta maneira, suas características tornam-no adequado para automatizar manuseio de materiais em produção de lotes e produção de modelos mistos. Contudo, analisando as características do AGV, criou-se uma relação entre suas capacidades e as necessidades encontradas no campo. Com base na semelhança entre máquinas agrícolas e este veículo, verificou-se a oportunidade de transformar essas máquinas em AGVS para agregar as características e assim realizar um estudo sobre as consequências [3].

## 2. Metodologia

Este trabalho se concentrou em realizar um estudo teórico sobre o uso de sensores necessário e capaz de

iniciar o processo de automatização de máquinas agrícolas. Esta deve ser capaz de proteger tanto o veículo de obstáculos que possam existir pelas ruas das plantações como de pessoas e animais que também possam estar no caminho percorrido pelo veículo.

## 3. Desenvolvimento

As tecnologias mais utilizadas em outros cenários como por exemplo o trânsito de uma cidade inclui sensores como Lidar e Radar. Apesar de robustos e conhecidos, seu alto valor dificulta sua aplicação, notadamente para pequenos e médios produtores rurais e apresentam uma capacidade grande se comparado à necessidade de uma rua de plantação. Desta forma chegou se ao conceito de um banco de sensores ultrassônicos HC-SR04 acoplados à um servo motor capaz de realizar diversas medidas do ambiente formando uma matriz de pontos digitais que contém a informação da presença ou não de qualquer coisa naquele determinado ponto. Tal matriz representaria o campo de visão da máquina que permitiria um algoritmo processar os dados e tomar alguma atitude pré-estabelecida, como parar o veículo desde que haja um certo número de pontos com a informação de presença.

A parametrização da matriz de estudo consistiu na altura  $h$  e a largura  $l$ , sendo os valores estimados em 3 e 1,8 metros respectivamente. A segunda consideração consiste na distância entre os pontos da matriz. Este valor é importante pois essa distância representará numericamente o espaço entre as leituras dos sensores, traduzindo o nível de assertividade do modelo em relação a visão do trator. Portanto, quanto menor este valor, mais pontos na matriz e maior a probabilidade de se detectar obstáculos de menores dimensões. As distâncias serão chamadas de  $dv$  e  $dh$  para diferenciar entre distância vertical e horizontal entre os pontos, mas como valor numérico de cálculo, as duas terão valor de 0,2 metros (figura 1).

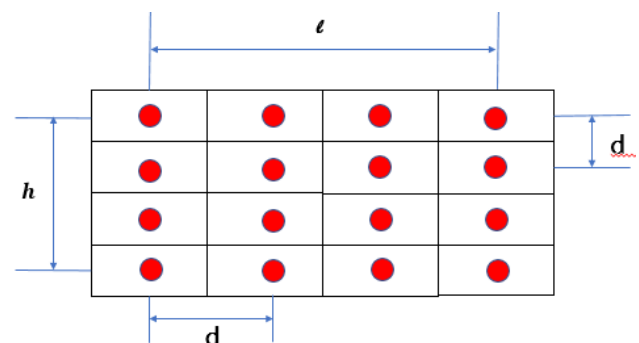


Figura 1 Tamanho Matriz

As considerações seguintes se resumem na velocidade do veículo de 1 m/s, a velocidade angular dos motores retiradas de um *datasheet* do micro servo SG90 para Arduino de 0,1 segundos/60° e a distância que serão computadas as informações de leitura, o  $\Delta S$  de 2 metros (figura 2).

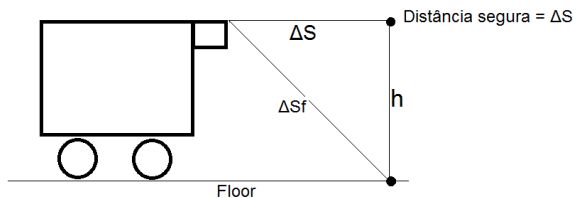


Figura 2 – Visão lateral.

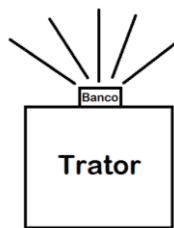


Figura 3 – Visão Superior.

#### 4. Cálculos

Para analisar a resposta teórica do modelo, é importante ter conhecimento do tempo que o sistema composto por motor e sensores demora para fazer uma leitura, expresso por  $T_{total}$  varredura da equação[1]. Com este tempo e considerando uma distância de leitura de 2 metros é possível entender a distância que o veículo irá parar caso identifique um objeto através da equação [2].

$$(1) T_{total} \text{ varredura} = nv \left( \frac{\Delta\theta v}{\omega v} + \frac{\Delta S}{v_{som}} \right)$$

onde  $nv$  é o número de pontos verticais e

$$(2) \text{ Dist Máxima} = \text{disp padrão} - V_{veículo} \times T_{total} \text{ varredura}$$

Aplicando os valores considerados anteriormente nas fórmulas obtêm-se o tempo total de varredura igual a 23 segundos e Distância Máxima de 1,77 metros para 15 pontos verticais de leitura.

#### 5. Conclusões

Os resultados obtidos teoricamente mostram que para baixas velocidades e um banco de sensores com um número razoável de pontos horizontais de medição o modelo garante resposta em um curto período de tempo levando em consideração a distância de segurança de 2 metros com algum possível objeto que esteja à frente do veículo. Apesar de haver uma distorção da matriz de pontos devido ao tempo de varredura não ser instantâneo, a velocidade baixa do veículo ajuda garantir que não haja um choque entre objeto e uma pessoa ou um objeto

simplesmente. O custo do banco de sensores é baixo atendendo um dos requisitos do projeto para que a solução consiga abranger o maior número possível de público. A implantação do modelo é simplificada em relação as soluções baseadas em Lidar e GPS, pois placas Arduino e RaspberryPi capazes de receber as informações dos sensores e processá-las são difundidas e apresentam diversas bibliotecas na internet, tornando a solução viável financeiramente e aplicável.

#### 6. Referências

- [1] <http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/sustainable-development-goals.html>
- [2] NOGUCHI, Noboru; BARAWID JUNIOR, Oscar C.. Robot Farming System Using Multiple Robot Tractors in Japan Agriculture. In: PREPRINTS OF THE 18TH IFAC WORLD CONGRESS, 18., 2011, Milano. **Congresso**. Milano: Ifac, 2011. p. 633 - 637.
- [3] GROOVER, Mikell P.. **AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL E SISTEMAS DE MANUFATURA**. Bethlehem: Pearson Education Ltd, 2016.