

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

DOUGLAS COSTA ROSSI

GEANINE INGLAT

LUIS FELIPE MAZZUCHETTI ORTIZ

SISTEMAS FUZZY

TRABALHO PRÁTICO

CURITIBA

2016

1 INTRODUÇÃO

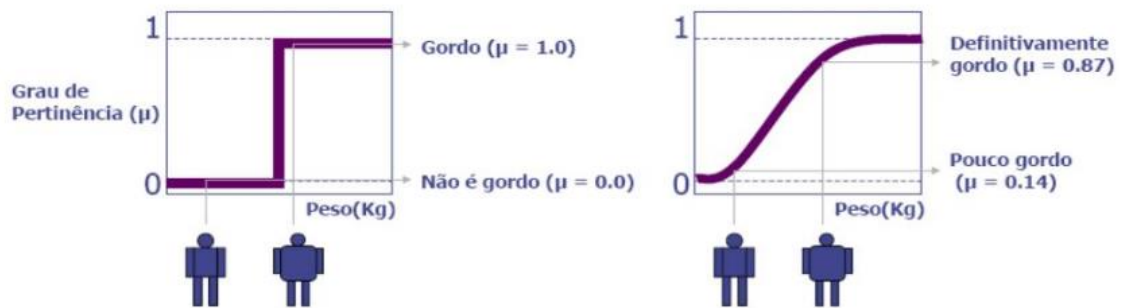
1.1 Lógica Fuzzy

De forma diferente da lógica booleana, onde existem apenas os dois extremos, falso ou verdadeiro, a Lógica Fuzzy admite uma premissa com grau de verdade de 0 à 1, podendo ser parcialmente falsa ou parcialmente verdadeira. Esta lógica é baseada na teoria dos conjuntos Fuzzy.

O termo Fuzzy foi proposto pelo professor Lofti A. Zadeh pela primeira vez na década de 60 em sua proposta de teoria dos conjuntos. Afim de resolver o problema do aspecto vago da informação, Lofti desenvolveu a Teoria das Possibilidades e, através da lógica Fuzzy, permitiu aos dispositivos de controle tratarem estados indeterminados. A lógica Fuzzy é baseada em graus de verdade ou pertinência, incluindo diversos estados entre 0 e 1, tornando possível avaliar conceitos não-quantificáveis, como por exemplo a avaliação do peso de uma pessoa (gordo, magro, obeso, médio). A função de pertinência é o que caracteriza um conjunto Fuzzy.

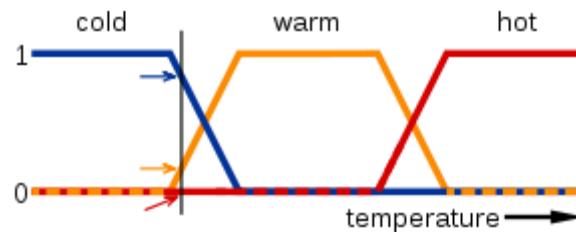
A lógica Fuzzy representa uma lógica mais próxima do nível do pensamento das pessoas, trabalhando com informações incertas ou vagas ao invés de verdadeiro ou falso, o que permite melhor modelagem de tomadas de decisão. Esta lógica pode ser utilizada em sistemas que geram estimativas, sistemas de controle e sistemas de tomada de decisão.

No caso da avaliação do peso de uma pessoa a variável analisada é contínua. Utilizando a lógica Fuzzy é possível mapear o valor de um peso entre um valor verdade de 0 à 1. Através da função de pertinência com limites imprecisos é possível determinar se uma pessoa está acima do peso ou não. A figura abaixo mostra um exemplo de função de pertinência em conjuntos com limites imprecisos.



Fonte: Introdução a Sistemas Fuzzy no Matlab e uso do Simulink Alexandre Arduini da Silva e Oliveira Jorge Chaves Barbosa.

Através deste tipo de análise também é possível determinar o significado de expressões como “frio”, “morno” ou “quente”, representando-as em funções de escalas de temperatura, como pode-se observar na seguinte figura:



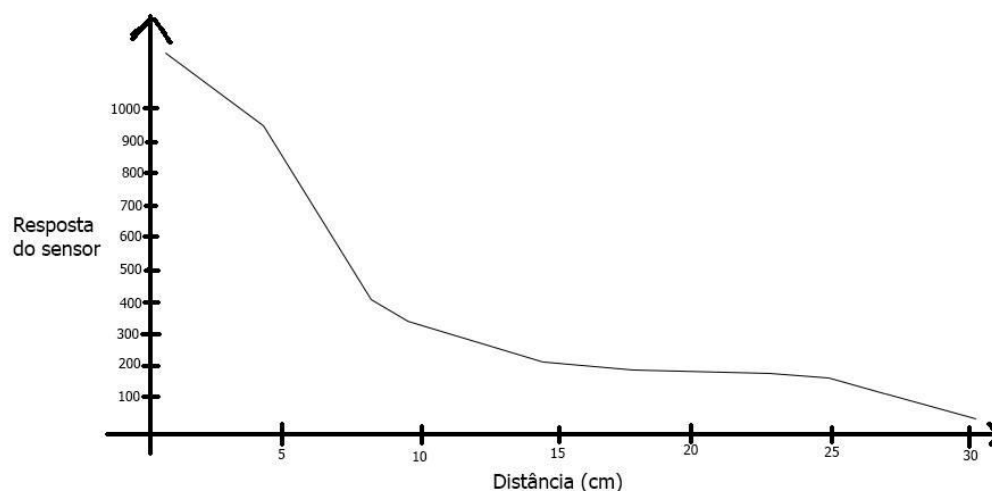
1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho consiste em desenvolver um sistema de controle Fuzzy para o controle do desvio de obstáculos do robô K-Júnior, utilizando o ambiente de simulação V=REP.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Robô K-Junior

O robô K-Junior tem como objetivo aprimorar a didática de programação em robótica. O K-Junior contém 10 sensores, sendo 6 de proximidade e detecção de luz e o restante sensores de seguidor de linha. Para a realização deste trabalho foram utilizados 5 sensores localizados na parte frontal do robô e 1 sensor localizado na parte traseira. Todos os sensores utilizados contêm um emissor e um receptor de infravermelho. No K-Junior um fototransistor é utilizado como um medidor de luz. Primeiro uma luz é emitida por um LED e, então, a luz que retorna ao sensor infravermelho é medida pelo fototransistor. Quando há algum objeto na frente do sensor, quanto mais próximo estiver, mais luz infravermelha será refletida, porém, a quantidade de infravermelho refletida pode variar conforme o material e a cor do objeto. Alterando distâncias do K-Junior em relação a um objeto foi possível obter as medições da leitura do robô, conforme a figura abaixo. A resposta obtida foi exponencial, mostrando que não há uma relação linear entre o valor lido e a distância do obstáculo.

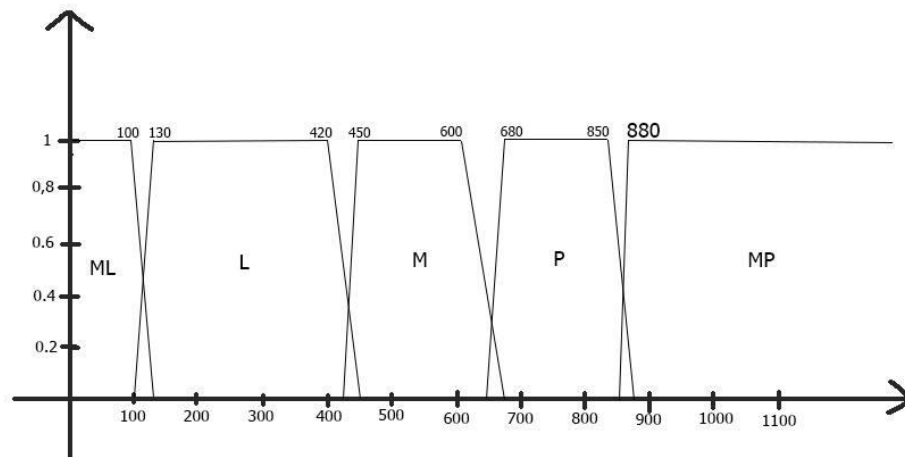


2.2 Implementação

Para implementar o código do robô a equipe utilizou uma biblioteca desenvolvida pelo professor da disciplina, contendo várias funções que facilitam o funcionamento do K-Junior. Tais funções realizam tarefas como a

leitura dos sensores, essencial para o desenvolvimento do projeto. Após o estudo e compreensão da biblioteca disponibilizada a equipe foi capaz de iniciar o trabalho.

O gráfico abaixo ilustra as funções trapezoidais utilizadas para representar o conjunto Fuzzy relacionado às distâncias:



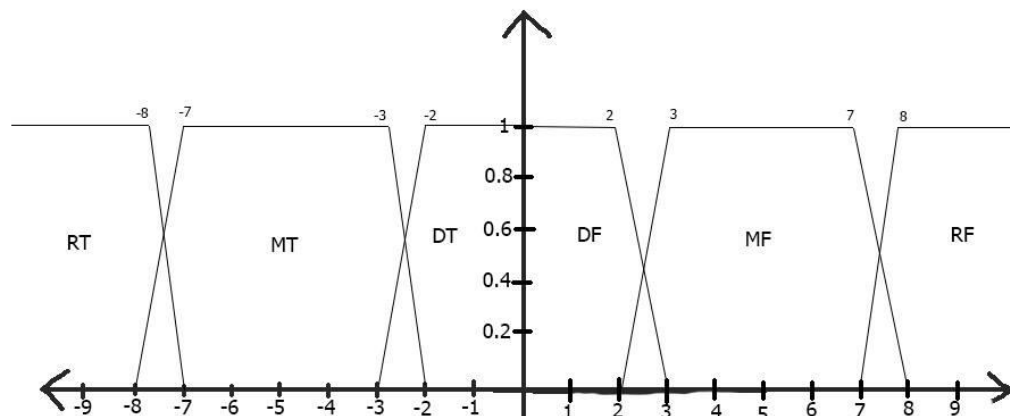
Onde:

- ML – Muito Longe
- L – Longe
- M – Médio
- P – Perto
- MP – Muito Perto

Os valores do gráfico acima são representados pela seguinte fórmula:

$$\text{trapmf}(x; a, b, c, d) = \max\left(\min\left(\frac{x - a}{b - a}, 1, \frac{d - x}{d - c}\right), 0\right)$$

Da mesma forma, a representação da velocidade foi definida por funções trapezoidais, conforme a figura abaixo:



Onde:

- RT – Rápido Trás
- MT – Médio Trás
- DT – Devagar Trás
- DF – Devagar Frente
- MF – Médio Frente
- RF – Rápido Frente

Afim de obter controle total sobre o robô a equipe precisou criar 34 regras para cada motor presente no K-Junior. No total são dois motores, um do lado esquerdo e outro do lado direito. No caso de vários sensores sendo ativados ao mesmo tempo, os sensores com leitura mais próxima de zero interferem com maior peso nas regras que são ativadas. As regras criadas pela equipe podem ser observadas nas listas abaixo. A ordem utilizada foi: Sensores Esquerda, Sensores Frente, Sensores Direita e Resposta Motor.

MOTOR DA DIREITA

Regras para ir para a frente:

Muito Perto com sensor da esquerda - girar K-Junior para a direita

"MP", "P", "P", "RF";

"MP", "P", "M", "RF";

"MP", "P", "L", "RF";

"MP", "P", "ML", "RF";

"MP","M","P","RF";
 "MP","M","M","RF";
 "MP","M","L","RF";
 "MP","M","ML","RF";

"MP","L","P","RF";
 "MP","L","M","RF";
 "MP","L","L","RF";
 "MP","L","ML","RF";

Médio com sensor da esquerda - girar K-Junior para a direita

"M","P","P","RF";
 "M","P","M","RF";
 "M","P","L","RF";
 "M","P","ML","RF";

"M","M","P","RF";
 "M","M","M","RF";
 "M","M","L","RF";
 "M","M","ML","RF";

"M","L","P","RF";
 "M","L","M","RF";
 "M","L","L","RF";
 "M","L","ML","RF";

Muito Perto com sensor da direita - girar K-Junior para a esquerda

"P","P","MP","RF";
 "M","P","MP","RF";
 "L","P","MP","RF";
 "ML","P","MP","RF";

"P","M","MP","RF";
 "M","M","MP","RF";

"L","M","MP","RF";
 "ML","M","MP","RF";

"P","L","MP","RF";
 "M","L","MP","RF";
 "L","L","MP","RF";
 "ML","L","MP","RF";

Médio com sensor da direita - girar K-Junior para a esquerda

"P","P","M","RF";
 "M","P","M","RF";
 "L","P","M","RF";
 "ML","P","M","RF";

"P","M","M","RF";
 "M","M","M","RF";
 "L","M","M","RF";
 "ML","M","M","RF";

"P","L","M","RF";
 "M","L","M","RF";
 "L","L","M","RF";

Regras para ir para trás:

Muito perto com sensor frontal

"P","MP","P","RT";
 "MP","MP","MP","RT";

Regras de ajuste:

Ir para a direita:

"P","L","L","RF";
 "L","M","M","RF";
 "L","M","M","RF";

"L","ML","ML","RF";

Ir para a esquerda:

"ML","M","M","RT";

"ML","P","P","RT";

MOTOR DA ESQUERDA

Regras para ir para a frente:

Muito Perto com sensor da esquerda - girar K-Junior para a direita

"MP","P","P","RT";

"MP","P","M","RT";

"MP","P","L","RT";

"MP","P","ML","RT";

"MP","M","P","RT";

"MP","M","M","RT";

"MP","M","L","RT";

"MP","M","ML","RT";

"MP","L","P","RT";

"MP","L","M","RT";

"MP","L","L","RT";

"MP","L","ML","RT";

Médio com sensor da esquerda - girar K-Junior para a direita

"M","P","P","RT";

"M","P","M","RT";

"M","P","L","RT";

"M","P","ML","RT";

"M","M","P","RT";

"M","M","M","RT";

"M","M","L","RT";
 "M","M","ML","RT";

"M","L","P","RT";
 "M","L","M","RT";
 "M","L","L","RT";
 "M","L","ML","RT";

Muito Perto com sensor da direita - girar K-Junior para a esquerda

"P","P","MP","RF";
 "M","P","MP","RF";
 "L","P","MP","RF";
 "ML","P","MP","RF";

"P","M","MP","RF";
 "M","M","MP","RF";
 "L","M","MP","RF";
 "ML","M","MP","RF";

"P","L","MP","RF";
 "M","L","MP","RF";
 "L","L","MP","RF";
 "ML","L","MP","RF";

Médio com sensor da direita - girar K-Junior para a esquerda

"P","P","M","RF";
 "M","P","M","RF";
 "L","P","M","RF";
 "ML","P","M","RF";

"P","M","M","RF";
 "M","M","M","RF";
 "L","M","M","RF";
 "ML","M","M","RF";

"ML","M","M","RF";

"M","L","M","RF";

"L","L","M","RF";

Regras para ir para trás:

Muito perto com sensor frontal

"P","MP","P","RT";

"MP","MP","MP","RT";

Regras de ajuste:

Ir para a direita:

"P","L","L","RT";

"L","M","M","RT";

"L","M","M","RT";

"L","ML","ML","RT";

Ir para a esquerda:

"ML","M","M","RF";

"ML","P","P","RF";

O projeto apresentou alguns problemas, onde acredita-se que possa haver algum conflito de regras ou há um mal tratamento nos valores recebidos pelos sensores. Isso leva o robô Kjunior à não desviar de obstáculos em certas situações. O vídeo do resultado final do projeto pode ser visto em: <https://www.youtube.com/watch?v=bsbA-J-7c3E>

3 CONCLUSÃO

Nem todos os problemas do mundo real podem ser resolvidos pela lógica clássica booleana. De fato, a maioria dos problemas apresenta diversas imprecisões e incertezas que não são consideradas no sistema “verdadeiro ou falso”. A lógica Fuzzy, devido à seus valores de pertinência entre zero e um, possui uma capacidade mais avançada de solução para os problemas atuais, uma vez que traz uma visão mais próxima da forma de pensar das pessoas. Para a modelagem dos problemas é possível criar diversas regras, tornando, geralmente, mais simples as soluções de problemas antes considerados complexos.

O sistema de controle de desvio de obstáculos pode ser modelado de forma eficiente através da lógica Fuzzy. Devido à capacidade de lidar com limites incertos, esta lógica tornou-se útil para a solução de problemas que apresentam valores imprecisos provenientes de problemas do mundo real, como imperfeição de objetos e distorção de valores pelo sensor.

Apesar dos problemas obtidos no resultado final, o objetivo inicial do trabalho foi alcançado pela equipe, ampliando o conhecimento dos alunos envolvidos. Através da implementação de um sistema na prática foi possível relacionar os conteúdos aprendidos em sala e assimilar a teoria de uma forma mais sólida.