

INE5430 - Inteligência Artificial

Trabalho T4 - Sistemas Fuzzy

Caique Rodrigues Marques
c.r.marques@grad.ufsc.br

Fernando Jorge Mota
contato@fjorgemota.com

Introdução

A base para a execução deste trabalho está no uso de conceitos do sistema *fuzzy* ou sistema nebuloso, composto de lógica *fuzzy* e de conjunto *fuzzy*. O estudo de conjuntos *fuzzy* foi introduzido por Lofti Zadeh, em 1965, e é uma extensão da teoria de conjuntos clássica. A lógica *fuzzy* é uma lógica multivalorada onde a informação, ao contrário da lógica booleana, não é atribuída a um ou zero, mas podendo estar entre esses dois valores.

O cerne do raciocínio *fuzzy* é da transformação de informações linguísticas (podendo ser dúvidas e vagas) em valores numéricos para que possam ser trabalhadas matematicamente e computacionalmente, depois, é realizado o inverso para que as soluções sejam avaliadas.

O sistema

O sistema utilizado consiste em fazer um caminhão estacionar na vaga especificada, em marcha ré, usando uma série de regras *fuzzy*. As variáveis que devem ser consideradas são: a posição x (y é considerado como o topo) do caminhão; a direção no qual ele está e o ângulo em que o volante está virado.

Variáveis do sistema

As variáveis entrada do sistema são valores x , apontando a posição inicial do caminhão (y é sempre considerado o topo), e a direção, que consiste onde a frente do caminhão está apontado (este dado é obtido a partir da conversão do ângulo atual no qual o caminhão se encontra). A partir desses dados, um ângulo é gerado como saída, mostrando qual o ângulo do volante do caminhão deve ser modificado antes de executar o próximo movimento a ré, num intervalo que vai de -30° até 30° . Outro ponto a notar é a delimitação das variáveis: o eixo x está limitado ao intervalo $(0, 1)$; as direções envolvem cima, baixo, esquerda e direita e são definidas a partir de seus valores respectivos em uma escala de 0° a 360° ; Já o ângulo é delimitado de -30° até 30° , embora seja enviado para o servidor como um intervalo que vai de -1 a 1 . Como esses intervalos fazem parte do funcionamento do sistema, vamos especificar e listar as condições que classificam um determinado valor fornecido pelo servidor dado em um termo que pode ser usado numa regra de forma mais simples. Segue a lista:

- **X**
 - **tooLeft** - Intervalo entre 0 e 0.3;
 - **left** - Intervalo entre 0.1 e 0.5;
 - **half** - Intervalo entre 0.4 e 0.6;
 - **right** - Intervalo entre 0.5 e 0.9;
 - **tooRight** - Intervalo entre 0.7 e 1.
- Direção (**direction**, no código)
 - **left** - Intervalo entre 90 e 270;
 - **right** - Intervalo entre 0 e 90 e intervalo entre 270 e 360;
 - **up** - Intervalo entre 0 e 180;
 - **down** - Intervalo entre 180 e 360.

Além dos termos acima, também definimos um termo que é usado como retorno para cada regra e que respeita intervalos similares ao do termo X:

- Ângulo (`angle`, no código)
 - `tooLeft` - Intervalo entre -1 e -0.4;
 - `left` - Intervalo entre -0.8 e -0.2;
 - `center` - Intervalo entre -0.4 a 0.4;
 - `right` - Intervalo entre 0.2 e 0.8;
 - `tooRight` - Intervalo entre 0.4 a 1.

Regras

A partir das definições especificadas na seção anterior, uma série de 40 regras são definidas para determinar qual caminho o caminhão deve percorrer. Todas as regras são condicionais (**IF**, **THEN**), sendo que dados os x e a direção, então o ângulo do volante deve ser uma das cinco posições especificadas na listagem anterior e são aplicados cálculos de lógica *fuzzy* para encontrar o valor que será retornado. Alguns exemplos dessas regras são encontrados abaixo:

x	direction	angle
<code>tooLeft</code>	<code>left</code>	<code>tooLeft</code>
<code>tooLeft</code>	<code>right</code>	<code>tooRight</code>
...
<code>tooRight</code>	<code>down</code>	<code>tooRight</code>

Note que os exemplos acima são apenas uma pequena amostra das 20 regras definidas, que não serão todas apresentadas aqui devido à sua extensão. Todas as regras podem ser vistas no arquivo `remoteDriver.fcl`.

Método de defuzzificação

Defuzzificação transforma os valores de entrada numa variável de saída que é interpretada pelo programa para qual a angulação do volante que deve estar, partindo do ponto e da direção iniciais. Essa transformação é através de alguma transformação numérica, o método aqui utilizado é o mais tradicional de defuzzificação: o cálculo do centroide (ou baricentro). O método envolve o cálculo do ponto central da função *fuzzy* de saída baseando-se nas operações feitas sobre os parâmetros de entrada, tal ponto indica a angulação do volante que o caminhão irá fazer.

Problemas encontrados

Dependendo dos parâmetros x e do ângulo com o qual o programa é iniciado, é possível encontrar pontos em que o programa simplesmente não consegue responder com as direções para que o caminhão estacione corretamente. Em alguns pontos, o caminhão consegue estacionar, outras vezes, ele acaba indo mais para a esquerda ou mais para a direita, errando o alvo, mas ainda assim chegando bem próximo ao esperado.

Como são poucos casos em que isso ocorre, acreditamos que se trata apenas de uma questão simples de probabilidade proporcionado pela lógica *fuzzy* e, portanto, acreditamos que é um problema aceitável dado a natureza probabilística deste trabalho. As condições em que o caminhão estaciona erroneamente acontece com mais frequência nas regiões de baixo, visto que o caminhão não consegue espaço o suficiente para conseguir virar em direção ao estacionamento.