



Nome: \_\_\_\_\_ Matrícula: \_\_\_\_\_

## RESOLUÇÃO - 2ª PROVA ICIN 2º/2012

**Questão 1:** As seguintes sentenças são Verdadeiras ou Falsas? Caso considere algum item falso, é necessário justificar. (Se alguma parte da sentença é falsa, considere a sentença falsa. É necessário indicar todas as partes falsas).

- (0,5) A lógica binária é largamente adotada atualmente por ser, eletronicamente, uma implementação tolerante a ruídos (uma faixa de valores de tensão é reconhecida como “0” e outra faixa, complementar, da excursão da tensão de alimentação é reconhecida com “1”). Uma lógica multivalorada, como a lógica fuzzy, implica, portanto, em sistemas de inferência com redução expressiva na relação sinal-ruído (SNR).
- (0,5) Um sistema ANFIS pode ser implementado como um sistema adaptativo se a alteração das regras também ocorrer na fase de operação do sistema ANFIS. Como não se conhecem os dados que serão apresentados ao sistema a priori, não é possível garantir o desempenho deste sistema ao longo do tempo.
- (0,5) ANFIS como todo sistema de inferência fuzzy é um mapeamento não linear sem memória (sem dinâmica). Assim não é possível implementar um controlador fuzzy dinâmico (e.g., fuzzy-integral-derivativo).
- (0,5) A verificação da sintaxe em linguagens de programação não garante que o programa esteja correto (semântica). O ser humano, por outro lado, age em função de um conjunto de regras armazenadas no cérebro. A inferência produzida pelo processo decisório humano acomoda eventuais conflitos entre as regras.
- (0,5) Uma área de pesquisa em controle são os sistemas conhecidos por “man-in-the-loop”. Exemplos corriqueiros são a direção de veículos, a operação de retro-escavadeiras e, mais recentemente, a robótica cirúrgica. A psicologia do processo decisório humano (funções de pertinência, preferências pessoais etc.) não se aplicam nestes casos pois, e.g., “as regras de trânsito são as mesmas para todos os motoristas”.
- (0,5) Se tivermos as equações matemáticas que descrevem um certo processo dinâmico não linear não há nenhuma razão para se implementar um sistema F.I.D. (Fuzzyfication, Inference, Defuzzyfication).

---

- F – O cálculo das regras fuzzy é feito em computadores digitais como uma “sequência de passos lógicos e aritméticos”, assim cada bit das variáveis utilizadas no algoritmo fuzzy tem ainda a tolerância ao ruído inerente aos computadores digitais. O algoritmo de inferência fuzzy não é mais sujeito a ruídos que outros algoritmos.
- V
- F – controladores fuzzy-integral-derivativos podem ser facilmente implementados.
- V
- F – A psicologia humana se aplica nestes casos. Uns são mais prudentes, outros mais cautelosos. Alguns ainda passam no amarelo... Há muita margem ainda para “regras pessoais de comportamento”
- F – as equações descrevem o modelo nominal. A imprecisão do modelo, o que fazer quando as medidas reais não correspondem ao modelo poderia ser definido por um sistema de inferência fuzzy. Regras fuzzy poderiam também acomodar o comportamento desejado do controlador (um ser humano especialista na aplicação).

**2ª Questão:** Para cada um dos sistemas a seguir comente o tipo de conhecimento especialista necessário que justifique a utilização de um sistema *fuzzy*. Em cada caso ilustre com um conjunto de sensores, atuadores e regras típicas da aplicação.

- a) (2,0) Conforto térmico de um ambiente predial equipado como dois aparelhos de ar condicionado de janela, um do lado poente e outro do lado nascente. Número de ocupantes variável ao longo do dia, entre 0 e 30 pessoas.
- b) (2,0) Proponha um sistema, no âmbito de sua área de pesquisa.

--

a) Conhecimento especialista: Processo térmico é multivariável a parâmetros distribuídos.  
Regra para economia de energia: “utilizar com maior potência o aparelho que está na sombra”.  
Sensores de temperatura interna (na posição de interesse – cabeça do usuário) e externa.  
Atuador: energizar o aparelho de ar condicionado de janela.

Controlador fuzzy tem duas entradas: DiffExt e DiffTemp

Controlador fuzzy tem uma saída para cada aparelho: potência do aparelho – PWM

Regras:

IF DiffExt1 is Big AND DiffTemp1 is Big THEN Pow1 is High

IF DiffExt1 is Big AND DiffTemp1 is Low THEN Pow1 is Low

IF DiffExt1 is Low AND DiffTemp1 is Big THEN Pow1 is High

IF DiffExt1 is Low AND DiffTemp1 is Low THEN Pow1 is High

IF DiffExt1 is Low AND DiffTemp2 is Big THEN Pow2 is High

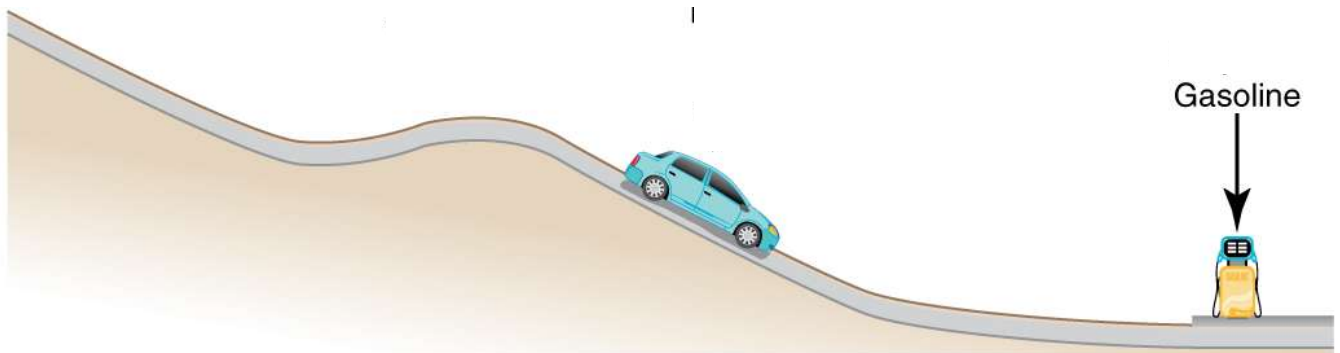
IF DiffExt1 is Low AND DiffTemp2 is Low THEN Pow2 is Low

IF DiffExt1 is Big AND DiffTemp2 is Big THEN Pow2 is High

IF DiffExt1 is Big AND DiffTemp2 is Low THEN Pow2 is High

b)

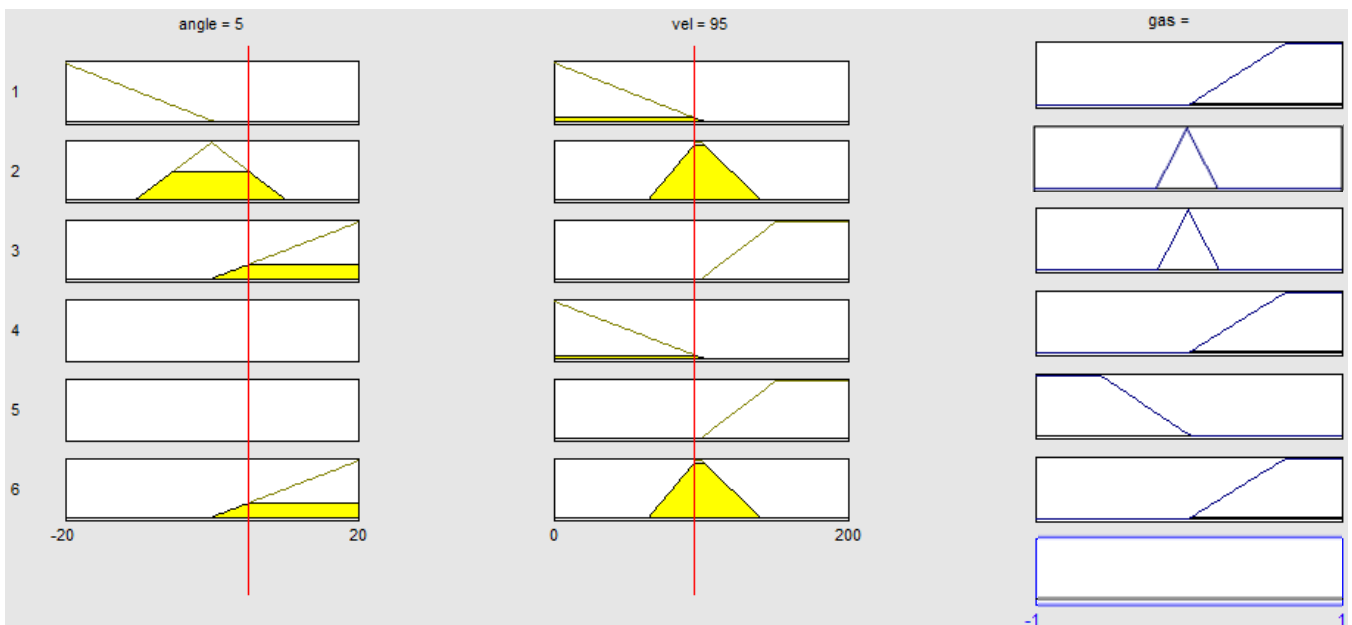
**Questão 3** (3 Pts) Considere um Sistema de Inferência Fuzzy cujo propósito é economizar energia em conjunto com um controle automático de velocidade (“cruise control” ou “Tempomat”). Isto significa que a velocidade do carro deveria se manter praticamente constante *E* o consumo de gasolina deveria ser o menor possível. A inclinação da estrada (*angle*) e a velocidade atual do carro (*vel*) devem ser consideradas pelo sistema de inferência fuzzy. A variável controlada (*gas*), quando positiva, acelera o veículo. Um valor negativo de *gas*, para simplificar o modelamento, significa utilizar o freio para reduzir a velocidade do carro.



**Rule Base**

1. If (angle is desc) and (vel is low) then (gas is acel) (1)
2. If (angle is horiz) and (vel is med) then (gas is maintain) (1)
3. If (angle is asc) and (vel is high) then (gas is maintain) (1)
4. If (vel is low) then (gas is acel) (1)
5. If (vel is high) then (gas is break) (1)
6. If (angle is asc) and (vel is med) then (gas is acel) (1)

a) (1,5) Considerando um sistema fuzzy de Mamdani com inferência Min-Max, as funções de pertinência dadas e defuzzyficação pelo centróide da área, esboce na última coluna o grau de compatibilidade de cada regra para *angle* = 5 e *vel* = 95. Obtenha a agregação fuzzy resultante e o valor resultante aproximado para o valor de *gas*.



b) (0,5) Qual o significado de “raciocínio aproximado” no contexto de sistemas fuzzy?

c) (1,0) Em um sistema de inferência fuzzy com duas entradas ( $u_1, u_2$ ) e uma saída ( $y$ ) cuja superfície  $y = f(u_1, u_2)$  é próxima de um plano, mas não passa pela origem, o que poderia ser dito da utilização do paradigma fuzzy de projeto em comparação com outras abordagens de engenharia disponíveis? (E.g., bom, ruim, prático, caro, simples, complicado, direto etc. pois ...)

---

**Answers Question 4** (3.0 Pts)

a) (2.0)

