

Nome: _____ RA: _____ Turma: _____

Justifique todas as suas respostas. Boa sorte!

1. Seja N uma negação fuzzy e t uma t -norma. Considere o operador $I : [0, 1] \times [0, 1] \rightarrow [0, 1]$ definido por

$$I(x, y) = N(x t N(y)) \forall x, y \in [0, 1].$$

- (a) Mostre que I representa uma implicação fuzzy. [1.5 pts]
 (b) Seja $N(x) = 1 - x$ e $t(x, y) = x t y = 0 \vee (x + y - 1) \forall x, y \in [0, 1]$. Mostre que I é da forma $I(x, y) = N(x) s y \forall x, y \in [0, 1]$, onde $s(x, y) = x s y = 1 \wedge (x + y) \forall x, y \in [0, 1]$. (Dica: $-(x \vee y) = (-x) \wedge (-y) \forall x, y \in \mathbb{R}$.) [1 pt]
 (c) Determine a R -implicação \Rightarrow_R de t usando a equação seguinte e compare \Rightarrow_R com I [1.5 pts]

$$x \Rightarrow_R y = \bigvee \{z \in [0, 1] : x t z \leq y\}.$$

2. Considere um sistema de “cruise control” comumente utilizado em carros no mercado norte-americano. Este sistema serve para manter automaticamente uma velocidade desejada no highway.

Suponha que o “cruise control” é implementado em um carro japonês através de um SBRF tipo Mamdani. Seja $x = v - v_0$, onde v e v_0 são respectivamente a velocidade atual e a velocidade desejada em km/h. Seja y o ângulo do pedal do acelerador em graus.

Seja c o ângulo do pedal do acelerador apropriado (em graus) para manter o carro na velocidade v_0 em um caminho reto sem subida ou descida. Suponha que $v_0 = 100$ e $c = 45$. Seja y o ângulo do pedal do acelerador (em graus) obtido pelo SBRF depois da fase de defuzzificação. Considere as regras seguintes:

R¹: Se x é Z , então y é C .

R²: Se x é P , então y é L .

R³: Se x é N , então y é M .

Aqui os antecedentes N, Z e P são respectivamente modelados por $(-30; -30; -10; 0)$, $(-10; 0; 10)$ e $(0; 10; 30; 30)$ em $\mathcal{F}(X)$, onde $X = [-30, 30]$. Os consequentes L, C e M são respectivamente modelados por $(c - 20; c - 10; c)$, $(c - 10; c; c + 10)$ e $(c; c + 10; c + 20)$ em $\mathcal{F}(Y)$, onde $Y = [c - 20, c + 20]$.

- (a) Interprete os antecedentes Z, P e N e os consequentes L, C e M graficamente [0.5 pts].
 (b) Suponha que o carro entra em descida e a velocidade do carro aumenta atingindo aproximadamente 105 km/h. Para levar a incerteza na medida de velocidade em conta, aplique o SBRF com entrada fuzzy $\tilde{A} = (2; 5; 7)$ e obtenha uma saída fuzzy $\tilde{B} \in \mathcal{F}(Y)$. [2 pts].
 (c) Determine o ângulo resultante do pedal através do método de defuzzificação “centro dos máximos” [0.5 pts].

Veja a questão no verso!

3. Considere os dados da questão anterior (Questão 2). Porém, utilize o seguinte SBRF motivado pelo Modus Ponens Generalizado para calcular uma saída \bar{B} :

Sejam $A^1 = Z, A^2 = P, A^3 = N \in \mathcal{F}(X)$ e $B^1 = C, B^2 = L, B^3 = M \in \mathcal{F}(Y)$. Seja \Rightarrow_G a R-implicação da t-norma do mínimo. Defina

$$\mathcal{R}^k(x, y) = A^k(x) \Rightarrow_G B^k(y) \quad \forall k = 1, 2, 3, \quad \mathcal{R}(x, y) = \bigwedge_{k=1}^3 \mathcal{R}^k(x, y).$$

- (a) Deduza a fórmula para a R-implicação do mínimo. [0.5 pts]
- (b) Suponha que o carro encontre uma subida e a velocidade do carro diminui atingindo exatamente 95 km/h. Dado a entrada crisp $\bar{A} = \chi_{\{-5\}} = \{-5\}$, gere a saída fuzzy $\bar{B} = \mathcal{R}(\bar{A}) = \bar{A} \circ \mathcal{R}$, onde \circ representa a composição $\vee\text{-}\wedge$. [2 pts]
- (c) Determine o ângulo do pedal resultante deste SBRF utilizando o método de defuzzificação “centroide” [0.5 pt]. Lembre-se que para $B \in \mathcal{F}(X)$ temos:

$$G(B) = \frac{\int yB(y)dy}{\int B(y)dy}.$$