

## Universidade Federal do Rio Grande do Norte

### Inteligência Artificial - DCA0200 - T01 2021.2

**Docente:** Profº Drº Marcelo Augusto Costa Fernandes

**Discentes:** Alisson Sousa Moreira - 20200149004

Ângelo Leite Medeiros de Góes - 20200000545

Iago Pereira Cassel - 20200150186

Tiago Felipe de Souza - 20190153105

#### Prova 2 -

#### 1 -

Usando uma rede neural convolucional (CNN) é possível extrair *features* e treinar um modelo que reconheça padrões nas imagens rotuladas de raio X, a fim responder à questão proposta para qualquer entrada. A arquitetura da CNN pode ser composta por:

- uma camada de entrada (comprimento x altura x canais de cores);
- uma camada convolucional (e.g.  $k$  kernels  $n \times n$  e stride  $s$ );
- função de ativação (e.g. ReLU);
- uma camada de pooling (e.g. MaxPooling  $n \times n$  e stride  $s$ );
- uma camada *fully connected* (e.g.  $m$  neurônios);
- função de ativação (e.g. Sigmóide)

**Explicação:** A camada de entrada terá seu número de nós equivalente ao tamanho do raio X e se este for colorido ou não. A primeira camada convolucional será responsável por extrair *features* pela aplicação de filtros (*kernels*). *Stride* se refere a quanto se move o filtro a cada convolução. Depois passa pela função de ativação ReLU para eliminar valores negativos.

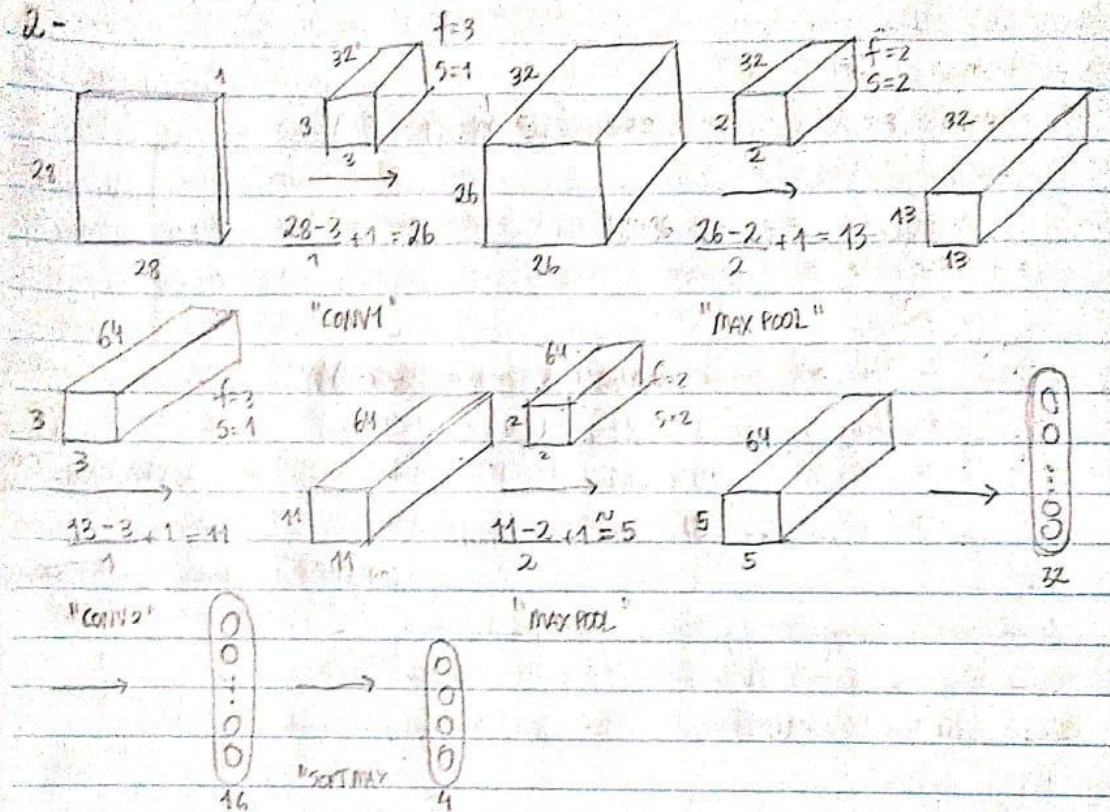
A próxima camada de pooling faz redução de dimensionalidade, selecionando o maior valor dentro do *kernel*, movendo *stride* espaços. A camada *fully connected*, ou totalmente conectada recebe essas *features* normalizadas e alimenta a função de ativação sigmóide que idealmente terá saída 1, caso seja detectado COVID, e 0 caso não.

Para o treinamento, se alimenta o modelo com imagens (*feedforward*), calcula o erro e propaga-o para trás (*backpropagation*) atualizando todos os parâmetros. Repete-se o mesmo processo para diversas entradas, diversas vezes.

$$N^{\circ} \text{ PARÂMETROS CONV} = ((LARGURA \times ALTURA \times N^{\circ} \text{ FILTROS NO ANTERIOR}) + 1) \times \text{DOVERTEL DO REJEL}$$

$$N^{\circ} \text{ PARÂMS FC} = ((N^{\circ} \text{ NEURÔNIOS ATUAL} \times N^{\circ} \text{ NEURÔNIOS ANTERIOR}) \times N^{\circ} \text{ FILTROS ATUAL}) + 1 \times N^{\circ} \text{ NEURÔNIOS ATUAL}$$

$$SAÍDA = \frac{\text{ENTRADA} - f}{s} + 1$$



CAMADA 1: CONV1; f=3; s=1; K=32 → (26, 26, 32)

$$P = (((3 \cdot 3 \cdot 1) + 1) \cdot 32) = 320$$

CAMADA 2: MAXPOOL; f=2; s=2 → (13, 13, 32)

$$P = 0$$

CAMADA 3: RELU → (13, 13, 32)

CAMADA 4: CONV2; f=3; s=1; K=64 → (11, 11, 64)

$$P = (((3 \cdot 3 \cdot 32) + 1) \cdot 64) = 18496$$

CAMADA 5: MAXPOOL; f=2; s=2 → (5, 5, 64), P=0

CAMADA 6: RELU → (5, 5, 64)

CAMADA 7: FULLY CONV; n=32 → (32, 1), P=32 · (5 · 5 · 64) + 32 = 51232

CAMADA 8: FULLY CONV; n=16 → (16, 1), P=16 · 32 + 16 = 528

CAMADA 9: SOFTMAX; n=4 → (4, 1), P=4 · 16 + 4 = 68

TOTAL = 70644 PARÂMETROS

O sistema fuzzy de tipo mamdani é composto por 5 etapas:

1. **Fuzzificação de variáveis:** Primeiramente se transforma as entradas de valores precisos para valores difusos, representados por funções de pertinência, que medem o nível de compatibilidade de um elemento com o conceito do conjunto.
2. **Operação:** se criam as regras de produção que vão servir para fazer a inferência, procedimento responsável por chegar a uma conclusão. Elas tem o formato IF x é A (antecedente) THEN y é B (consequente). Dada determinada entrada, as regras são avaliadas e ativadas parcialmente, gerando um resultado. Isso se dá aplicando os operadores no antecedente (geralmente AND ou OR).
3. **Implicação:** Usa-se o resultado das operações e a função de pertinência da saída com um operador de implicação (geralmente mínimo ou o produto).
4. **Agregação:** Cada regra dará uma função resultante da implicação, após isso se une todos os conjuntos de implicação gerados, formando um único polígono. Este é resultado da agregação, geralmente após aplicar o método máximo.
5. **Defuzzificação:** Processo de transformar resultados difusos de volta em resultados precisos. Isso é feito geralmente através do método do centróide, onde o valor no eixo x do centróide do polígono representa a resposta real.

Todas as etapas foram exploradas no exemplo a seguir, que tem como objetivo determinar quanto se deve dar de gorjeta em um restaurante, a depender da qualidade da comida e do atendimento.

O PROBLEMA A SER RESOLVIDO É QUANTO DAR DE GORJETA (%) EM UM RESTAURANTE, BASEADO NAS ENTRADAS: QUALIDADE DA COMIDA E QUALIDADE DO SERVIÇO.

• DESCRIÇÃO DAS ENTRADAS (ETAPA 1):

→ QUALIDADE DA COMIDA (QC):

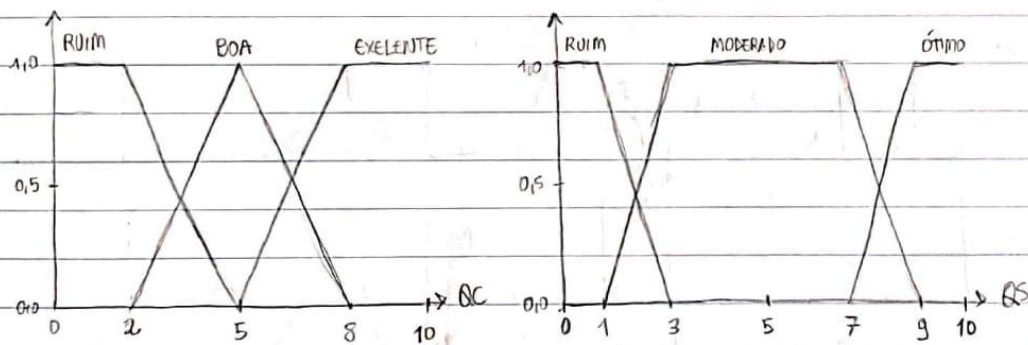
↳ INTERVALO UNIVERSO:  $[0; 10]$

↳ FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA: RUIM; BOA; EXCELENTE

→ QUALIDADE DO SERVIÇO (QS):

↳ INTERVALO UNIVERSO:  $[0; 10]$

↳ FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA: RUIM; MODERADO; ÓTIMO

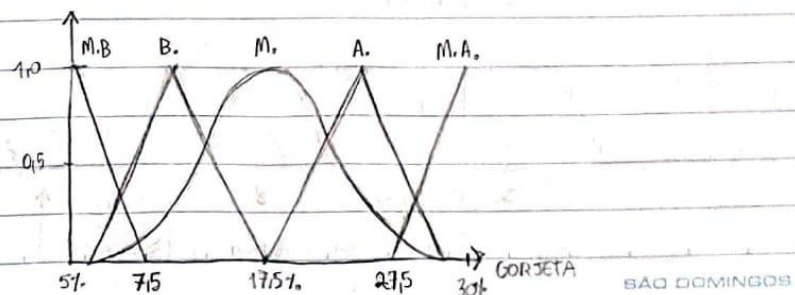


• DESCRIÇÃO DA SAÍDA:

→ GORJETA:

↳ INTERVALO UNIVERSO:  $[5\%; 30\%]$

↳ FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA: MUITO BAIXA, BAIXA, MÉDIA, ALTA, MUITO ALTA

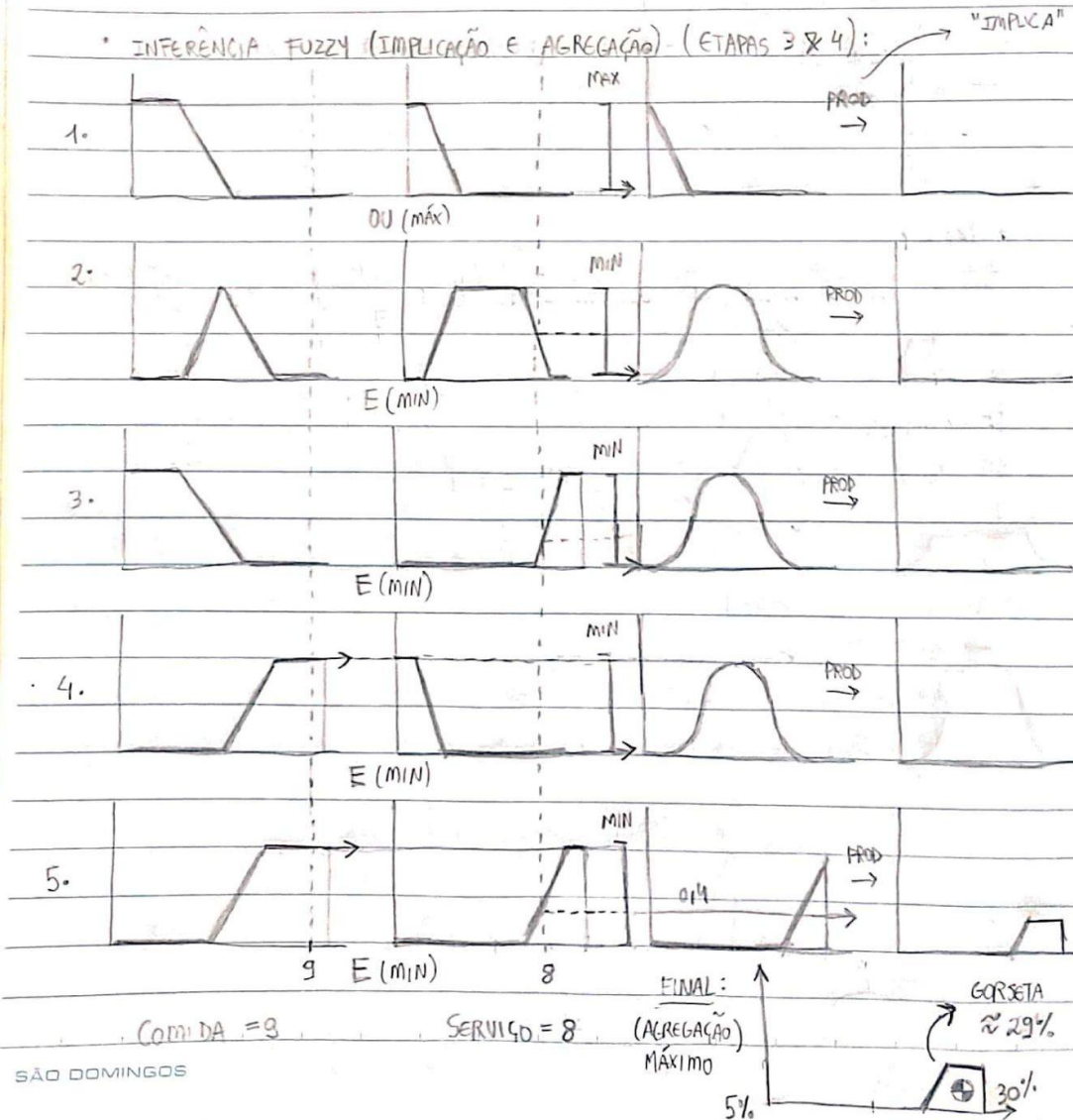




DEFININDO REGRAS (ETAPA 2):

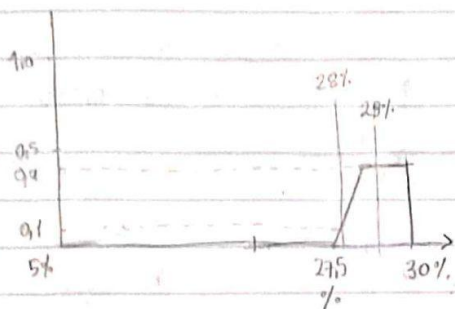
1. SE COMIDA É RUIM OU SERVIÇO É RUIM ENTÃO GORJETA É MUITO BAIXA
2. SE COMIDA É BOA E SERVIÇO É MODERADO ENTÃO GORJETA É MÉDIA
3. SE COMIDA É RUIM E SERVIÇO É ÓTIMO ENTÃO GORJETA É MÉDIA
4. SE COMIDA É EXCELENTE E SERVIÇO É RUIM ENTÃO GORJETA É MÉDIA
5. SE COMIDA É EXCELENTE E SERVIÇO É ÓTIMO ENTÃO GORJETA É MUITO ALTA

INFERÊNCIA FUZZY (IMPLICAÇÃO E AGREGAÇÃO) - (ETAPAS 3 & 4):



D S T Q Q S S

• DEFUZZIFICAÇÃO POR CENTROÍDE (ETAPA 5):



$$C = \frac{0,28 \cdot 0,1 + 0,29 \cdot 0,4 + 0,3 \cdot 0,4}{0,1 + 0,4 + 0,4}$$

$$C \approx 0,293 = 29,3\% //$$

4 -

A principal diferença entre o método Sugeno para o Mamdani é que a regra no consequente para o Sugeno é uma expressão matemática das variáveis de entrada, ao invés de um conjunto difuso. Como IF x é A THEN y = f(x). Além disso, no processo de defuzzificação, ao invés de fazer o método do centróide como no mamdani, se faz uma média ponderada dos impulsos implicados.

Refazendo a questão 3 com o mesmo problema é possível aproveitar a fuzzificação das variáveis de entrada. No entanto é preciso refazer o resto do processo a partir das regras de implicação:

• DEFININDO AS REGRAS:

1. SE COMIDA É RUIM OU SERVIÇO É RUIM ENTÃO  $Y = 0,005u_1 + 0,005u_2$

2. SE COMIDA É BOA E SERVIÇO É MODERADO ENTÃO  $Y = 0,015u_1 + 0,01u_2$

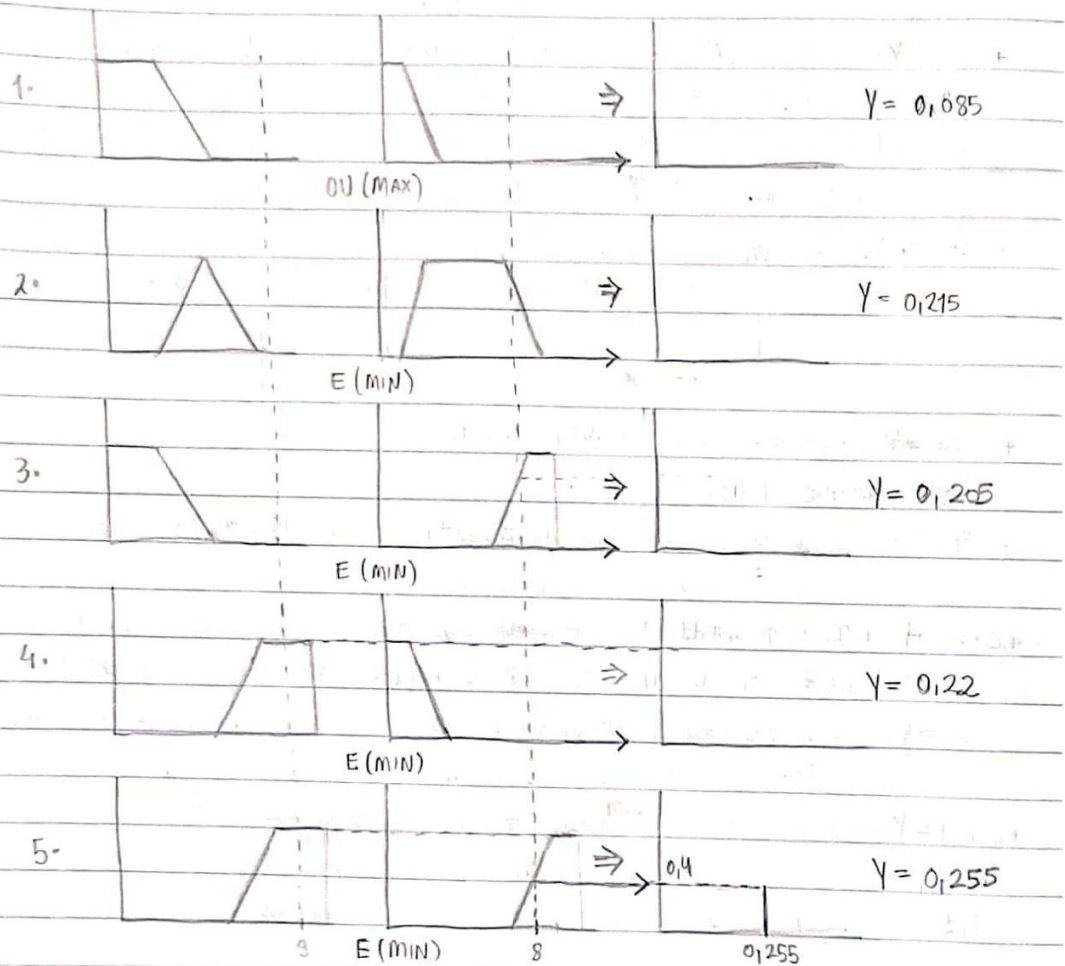
3. SE COMIDA É RUIM E SERVIÇO É ÓTIMO ENTÃO  $Y = 0,005u_1 + 0,02u_2$

4. SE COMIDA É EXCELENTE E SERVIÇO É RUIM ENTÃO  $Y = 0,02u_1 + 0,005u_2$

5. SE COMIDA É EXCELENTE E SERVIÇO É EXCELENTE ENTÃO  $Y = 0,015u_1 + 0,015u_2$

LÓGICA:  $10x + 10y = 0,3 \text{ (30\%)} \rightarrow x + y = 0,03 //$

• INFERÊNCIA FUZZY :



COMIDA = 9

SERVIÇO 8

• DEFUZZIFICAÇÃO POR MÉDIA PONDERADA:

$$MP = \frac{(0,255 \cdot 0,4)}{0,4} = 0,255 = 25,5\% //$$

AGREGAÇÃO  
(MÉTODO MÁXIMO)