

# IA048 – Aprendizado de Máquina

Prova – 23/05/2024

Turma A – 1º semestre de 2024

Prof: Levy Boccato Email: lboccato@dca.fee.unicamp.br

Prof: Romis Attux Email: attux@unicamp.br

## Questão 1

As redes neurais generativas adversárias (GANs, *generative adversarial networks*) trouxeram uma abordagem inovadora para a área de aprendizado de máquina.

- (a) (0,8) Explique por que as redes geradora e discriminadora são consideradas adversárias.
- (b) (0,8) Tendo em vista os papéis desempenhados por cada rede, discorra sobre a função custo proposta por Goodfellow et al. (2014)<sup>1</sup> para o treinamento da GAN. Complementando essa análise, comente também sobre como a rede geradora consegue aprender as características típicas dos dados reais.

## Questão 2

(1,2) Explique os conceitos de mapa de características (*feature map*), neurônio, campo receptivo e compartilhamento de pesos no contexto de uma camada convolucional de uma CNN (*convolutional neural network*).

## Questão 3

Tendo em mente a teoria subjacente às máquinas de vetores-suporte (SVMs, do inglês *support-vector machines*):

- (a) (0,5) Defina margem de classificação no contexto de um problema linearmente separável e explique por que a maximização da margem é, intuitivamente, uma abordagem segura de projeto.
- (b) (0,5) Por que a formulação matemática relacionada à obtenção do classificador de máxima margem possui similaridades com as ideias de regularização (e.g. Tikhonov / *ridge regression*) vistas no curso?

## Questão 4

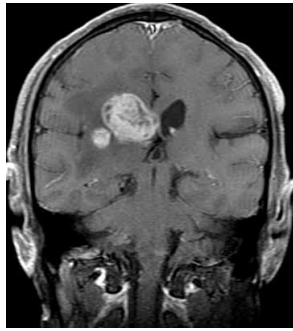
(1,2) Numa importante conferência da área de inteligência computacional, foi lançada uma competição no âmbito de um problema de classificação de imagens. Duas jovens pesquisadoras decidiram, então, empregar uma CNN já consolidada na literatura (e.g. uma ResNet) para resolver a tarefa. Partindo de uma inicialização aleatória para os pesos da rede escolhida, e utilizando apenas os dados disponíveis na competição, elas, ao final do treinamento, observaram um nível de acurácia bastante adequado. No entanto, quando exposta a novos padrões de entrada (conjunto de teste), esta rede não atingiu um bom desempenho, tendo ficado muito abaixo das expectativas iniciais de projeto. Recomende (com argumentos bem fundamentados) duas estratégias para amenizar este problema.

## Questão 5

(1,4) Considere o problema de identificação de tumores cerebrais a partir de um conjunto de 1500 imagens de ressonância magnética (MRI) do crânio, de dimensão  $200 \times 200$ , em tons de cinza (veja um exemplo na Figura 1). As possíveis classes do problema são: (0) glioma; (1) meningioma; (2) pituitário; (3) saudável (normal). Descreva detalhadamente como uma rede MLP (*multilayer perceptron*), com uma única camada intermediária, poderia ser aplicada a este problema, indicando aspectos referentes à arquitetura da rede, bem como à metodologia como um todo (e.g. tratamento dos dados, treinamento do modelo etc.).

---

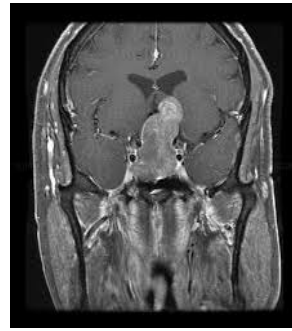
<sup>1</sup>Goodfellow, I. J., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A., Bengio, Y., “Generative Adversarial Networks”, Proceedings of the 27th International Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS), pp. 2672-2680, 2014.



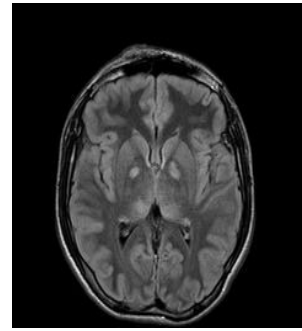
(a) Glioma



(b) Meningioma



(c) Pituitário



(d) Normal

Figura 1: Amostras da base de dados de imagens de ressonância magnética do crânio.

### Questão 6

Ao realizar um processo de PCA sobre uma base de dados, um pesquisador obteve os seguintes autovalores para a matriz de autocorrelação:

$$\lambda = \begin{bmatrix} 0,2 \\ 2,3 \\ 1,5 \\ 3 \\ 0,05 \\ 0,15 \\ 0,5 \\ 0,3 \end{bmatrix}$$

- (0,3) Qual é a dimensão do espaço original dos dados?
- (0,7) Caso se busque uma preservação de ao menos 90% do conteúdo energético dos dados, qual é o menor número possível de componentes principais empregadas? Justifique.

### Questão 7

Considere que uma CNN tenha sido aplicada à classificação de imagens de retina em três classes: normal, glaucoma e catarata. Na etapa de teste, a seguinte matriz de confusão foi obtida:

Classe real	Classe estimada		
	Normal	Glaucoma	Catarata
Normal	410	15	25
Glaucoma	10	100	40
Catarata	55	25	100

- (0,4) Considerando a classe ‘Glaucoma’ como positiva, obtenha as quantidades de verdadeiros positivos (TP), falsos positivos (FP), verdadeiros negativos (TN) e falsos negativos (FN).
- (0,6) Determine o valor da acurácia balanceada atingida pela CNN, mostrando explicitamente os valores das métricas intermediárias necessárias para o cálculo.

### Questão 8

- (1,0) Explique como funciona o mecanismo de auto-atenção de um *transformer*.
- (0,6) De que maneira um *transformer* consegue aproveitar possíveis interdependências de curto e longo prazo em uma sequência de entrada apesar de não ter recorrência?