

# Redes Neurais Profundas para Análise e Síntese de Imagens e Vídeos

## Lista 2: MLP e PCA

PROF. GILSON A. GIRALDI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pós-Graduação em Modelagem Computacional  
LNCC, RJ, Brazil  
{gilson}@lncc.br

**Abstract.** Ano 2024.

**Pode ser feita em DUPLA**

**DEADLINE: 16 Agosto, 2024**

**Cuidado: Perde 2,0 por cada dia de atraso**

**Não serão aceitos listas/trabalhos após a entrega da correção**

**OBS:Justifique todas as suas respostas!!.**

### 1 IMPORTANTE

- **Não serão aceitos** códigos como explicação de solução de exercícios.
- **Não serão aceitos** trabalhos escritos manualmente. Somente serão aceitos trabalhos em pdf gerados usando Word, Latex, ou equivalentes
- Forneça detalhes de implementação: linguagem, operadores, otimizador, inicialização dos pesos e bias, valores dos hyperparametros da função de perda, bibliotecas usadas, TODOS os parâmetros necessários para executar o programa, etc. O leitor tem que ser capaz de reproduzir sua implementação a partir da descrição da implementação.
- Os códigos podem ser enviados em um arquivo ZIP ou RAR ou via links.
- Usar corretamente os editores de fórmulas matemáticas de cada sistema de edição
- Justificar sua afirmações e conclusões
- Discutir os resultados apresentados nos gráficos e figuras. **Nunca** colocar um gráfico ou figura sem alguma explicação acompanhando.

## 2 ITENS PARA CONSIDERAR NOS EXERCICIOS 3

- Preparacao dos dados,
  - Analise dos dados para verificar diferencas significativas entre escalas de variacao de atributos, etc.
  - Normalizacao: especificar a normalizacao sendo usada
  - Verificar desbalanceamento de classes no conjunto de dados e discutir
  - Foi usado aumento de dados? Especificar.
- Escolher uma estrategias para treinamento, validacao e teste: K-fold, etc. See [2, 4]. Especificar a estrategia usada
- Qual estrategia para inicializacao foi usada?
- Considere as medidas de desempenho para classificacao descritas em [4].
  - Escolher uma medida para avaliar o modelo
  - Usar Matriz de confusao
  - Exclarecer se os resultados/matriz apresentados foram obtidos sobre o conjunto de treinamento, validacao ou teste.
- Qual funcao de ativacao foi usada?
- Qual funcao de perda foi usada? Escrever a formula correspondente. Justificar a escolha?
- Qual otimizador esta sendo usado? Especificar seus hiperparametros.
- Valor do batch size?
- Usou Batch normalization?
- valores dos demais hiperparametros: da funcao de perda, da arquitetura da rede, etc.
- Como especificou os hiperparametros? Tentativa e erro? Ou utilizou algum metodos para otimizacao dos hiperparametros disponiveis em bibliotecas como TensorFlow? Especificar!
- Estrategias de regularizacao
  - Dropout
  - Inclusao de novos termos na funcao de perda

### 3 Exercises

1. Consider a database and a classification problem. Apply leave-one-out multi-fold cross-validation explained in section 8.5 of [4], with  $K = 4$ , for a MLP model. Use the facilities available in libraries for neural network implementation, like Keras, Tensor flow, scikit-learn, Matlab, etc. [7].  
OBS: For image databases, convert each image to grayscale and use the image histogram for feature extraction.
  - (a) Show the graphical representation of the evolution of training and validation stages (see Figure 8.8 of the course monograph).
  - (b) Perform a statistical analysis of the performance (section 8.6) of the four models applied over the  $\mathbb{D}_{te}$ .
  - (c) Analyze the influence of optimizer hyperparameters
2. Give the worst-case computational complexity for the training process of MLP model depicted in Figura 9.6 of the monography [4]. Suppose a generic activation function and a generic loss function.
3. Study the theory of PCA for small sample size problems, where the number of data points is smaller than the data space dimension (see [3] or section 12.1.4 of [1]). Choose an image database ([6], for example) convert the images to grayscale and apply the theory of ‘PCA for small sample size problems’ for dimensionality reduction.
  - (a) If  $\bar{x}$  is the sample mean (centroid of the dataset) and  $p_1$  is the principal component, visualize the result of expression:
$$x = \bar{x} + \alpha p_1, \quad (1)$$
where  $\alpha \in \{-\beta\lambda_1, 0, \beta\lambda_1\}$  with  $\lambda_1$  being the eigenvalue associated to  $p_1$  and  $\beta$  a scalar factor (see [5]).
  - (b) Study the spectrum of the matrix  $X^T X$  to perform dimensionality reduction. Visualize some images in the space of reduced dimension.
  - (c) Construct an image generator using the  $d$  principal components chosen in item (b)

### 4 Bibliography

#### References

- [1] Christopher M. Bishop. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, 2006.
- [2] Thomas G. Dietterich. Approximate Statistical Tests for Comparing Supervised Classification Learning Algorithms. *Neural Computation*, 10(7):1895–1923, 10 1998.
- [3] Gilson A. Giraldi. *Small Sample Size Problem and PCA*. <http://www.lncc.br/~gilson/GA-023/Notas-Aula/Small-Sample-Size.pdf>, 2021.
- [4] Gilson A. Giraldi. *Fundamentals of Neural Networks and Statistical Learning*. <http://www.lncc.br/~gilson/book.pdf>, 2024.
- [5] Laura Costa Pereira Miranda. Abordagens computacionais para calcular componentes principais ponderadas com aplicações em análise de imagens de faces humanas. Master’s thesis, Laboratório Nacional de Computação Científica, Petrópolis, RJ, 2023. Orientador: Gilson Antonio Giraldi. Co-orientador Diego Barreto Haddad.
- [6] C.E. Thomaz. Fei face database. <https://fei.edu.br/~cet/facedatabase.html>, 2012. Acesso em: 2022-09-26.
- [7] Wikipedia. *Comparison of deep-learning software*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_deep-learning\\_software](https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_deep-learning_software).