



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA



FICHA DE COMPONENTE CURRICULAR

COURSE OUTLINE

CÓDIGO / COURSE CODE :		COMPONENTE CURRICULAR / COURSE TITLE : Reconhecimento de Padrões / Pattern Recognition		
UNIDADE ACADÊMICA OFERTANTE / ORGANIZATION : Faculdade de Engenharia Elétrica - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica Faculty of Electrical Engineering - Postgraduate Program in Electrical Engineering				SIGLA / ACRONYM : FEELT - PPGEELT
CH TOTAL TEÓRICA / LECTURE HOURS : 45 horas / hours	CH TOTAL PRÁTICA / LABORATORY HOURS : 0 horas / hours	CH TOTAL / TOTAL HOURS : 45 horas / hours	CRÉDITOS / CREDITS : 3	TIPO / TYPE: Optativa / Elective
Curso / Degree : Mestrado e Doutorado / Master and PhD		Requisito / Requirement : Sem requisitos / No Requirements		

1. OBJETIVOS / STUDY GOALS

Ao final do curso o estudante será capaz de desenvolver algoritmos para classificação e reconhecimento de padrões aplicados a área de Ciências Exatas, Engenharia e Computação usando técnicas matemáticas, estatísticas, e Redes Neurais Artificiais.

At the end of the course the student will be able to develop algorithms for classification and pattern recognition applied to the area of Exact Sciences, Engineering and Computing using mathematical techniques, statistics, and Artificial Neural Networks.

2. EMENTA / COURSE CONTENTS

Introdução. Teoria Bayesiana. Máxima verossimilhança e estimação de parâmetros Bayesiana. Técnicas não paramétricas. Função discriminante linear. Redes neurais multicamadas. Métodos Estocásticos. Métodos não lineares. Aprendizado não supervisionado e agrupamento (*clustering*).

Introduction. Bayesian Theory. Maximum likelihood and Bayesian parameter estimation. Non-parametric techniques. Linear discriminant function. Multilayer neural networks. Stochastic Methods. Nonlinear methods. Unsupervised learning and clustering.

3. PROGRAMA / PROGRAM

1. Introdução.

- 1.1. Máquinas perceptrons.
- 1.2. Sistemas de reconhecimento de padrões.
- 1.3. Aprendizado e adaptação.

2. Teoria Bayesiana.

- 2.1. Teoria da decisão Bayesiana.
- 2.2. Classificação com taxa-mínimo-erro.
- 2.3. Classificador com função discriminante e superfície de decisão.
- 2.4. Função densidade normal.
- 2.5. Função discriminante para a densidade normal.
- 2.6. Teoria da decisão Bayesiana.

3. Máxima verossimilhança e estimação de parâmetros Bayesiana.

- 3.1. Estimação por máxima verossimilhança.
- 3.2. Estimação Bayesiana.
- 3.3. Estimação de parâmetros para o caso Gaussiano.
- 3.4. Teoria geral de estimação Bayesiana.
- 3.5. Análise de componentes e discriminantes.

3.6. Maximização da esperança

3.7. Cadeias de Markov (*HMM*).

4. Técnicas não paramétricas.

4.1. Introdução.

4.2. Estimação da densidade (*pdf*).

4.3. Janela de Parson.

4.4. Estimação usando o k-vizinhos mais próximos.

4.5. Regra do vizinho mais próximo.

5. Função discriminante linear.

5.1. Função discriminante linear e superfície de decisão.

5.2. Função discriminante linear generalizada.

5.3. Caso separável de duas classes.

5.4. Minimização da função critério *Perceptron*.

5.5. Comportamento não separável.

5.6. Processo do erro quadrático mínimo.

5.7. Procedimento *Ho-Kashyap*.

5.8. Máquina de vetor suporte.

5.9. Generalização de multi-categorias.

6. Redes neurais multicamadas.

6.1. Introdução.

6.2. Operação *feedforward* e classificação.

6.3. Algoritmo *back-propagation*.

6.4. Superfície do erro.

6.5. *Back-propagation* como mapas de características.

7. Métodos Estocásticos.

7.1. Introdução.

7.2. Procura estocástica.

7.3. Aprendizado de Boltzmann.

7.4. Redes de Boltzmann.

8. Métodos não lineares.

8.1. Introdução.

8.2. Árvore de decisão.

8.3. CART.

8.4. Reconhecimento de *strings*.

9. Aprendizado não supervisionado e agrupamento.

9.1. Introdução.

9.2. Mistura de densidades e identificabilidade.

9.3. Estimação da verossimilhança máxima.

9.4. Aplicações em densidade normal.

9.5. Aprendizado não supervisionado Bayesiano.

9.6. Agrupamento e descrição de dados.

9.7. Função critério para agrupamento.

9.8. Agrupamento hierárquico.

1. Introduction.

1.1. *Perceptron machines*.

1.2. *Pattern recognition systems*.

1.3. *Learning and adaptation*.

2. Bayesian Theory.

- 2.1. Bayesian decision theory.
- 2.2. Classification with minimum error rate.
- 2.3. Classifier with discriminant function and decision surface.
- 2.4. Normal density function.
- 2.5. Discriminant function for normal density.
- 2.6. Bayesian decision theory.

3. Maximum likelihood and Bayesian parameter estimation.

- 3.1. Maximum likelihood estimation.
- 3.2. Bayesian Estimation.
- 3.3. Parameter estimation for the Gaussian case.
- 3.4. General Bayesian estimation theory.
- 3.5. Component and discriminant analysis.
- 3.6. Maximizing expectation.
- 3.7. Markov Chains (HMM).

4. Non-parametric techniques.

- 4.1. Introduction.
- 4.2. Density estimation (pdf).
- 4.3. Parson's Window.
- 4.4. Estimation using k-nearest neighbors.
- 4.5. Nearest neighbor rule.

5. Linear discriminant function.

- 5.1. Linear discriminant function and decision surface.
- 5.2. Generalized linear discriminant function.
- 5.3. Separable case of two classes.
- 5.4. Minimization of the perceptron criterion function.
- 5.5. Non-separable behavior.
- 5.6. Least squared error process.
- 5.7. Ho-Kashyap Procedure.
- 5.8. Support vector machine.
- 5.9. Multi-category generalization.

6. Multilayer neural networks.

- 6.1. Introduction.
- 6.2. Feedforward operation and classification.
- 6.3. Back-propagation algorithm.
- 6.4. Error surface.
- 6.5. Backpropagation as feature maps.

7. Stochastic Methods.

- 7.1. Introduction.
- 7.2. Stochastic search.
- 7.3. Boltzmann Learning.
- 7.4. Boltzmann Networks.

8. Nonlinear methods.

- 8.1. Introduction.
- 8.2. Decision tree.
- 8.3. CART.
- 8.4. String recognition.

9. Unsupervised Learning and Clustering.

- 9.1. Introduction.
- 9.2. Density mix and identifiability.
- 9.3. Maximum likelihood estimation.
- 9.4. Applications at normal density.
- 9.5. Bayesian unsupervised learning.
- 9.6. Data grouping and description.
- 9.7. Criteria function for grouping.
- 9.8. Hierarchical grouping.

4. BIBLIOGRAFIA BÁSICA / TEXT BOOK

1. DUDA, R. O., HART, P. E.; STORK, D. G. **Pattern Classification**. 2. ed. [S.l.]: Wiley, 2001. 680 p.
2. FUKUNAGA, K. **Introduction to Statistical Pattern Recognition**. 2. ed. Estados Unidos: Morgan Kaufmann, 1990.
3. MITCHELL, T. M. **Machine Learning**. 1. ed. [S.l.]: McGraw-Hill Education, 1997. 432 p. ISBN 978-0070428072.

1. DUDA, R. O., HART, P. E.; STORK, D. G. **Pattern Classification**. 2. ed. [S.l.]: Wiley, 2001. 680 p.
2. FUKUNAGA, K. **Introduction to Statistical Pattern Recognition**. 2. ed. Estados Unidos: Morgan Kaufmann, 1990.
3. MITCHELL, T. M. **Machine Learning**. 1. ed. [S.l.]: McGraw-Hill Education, 1997. 432 p. ISBN 978-0070428072.

5. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR / ADDITIONAL READING

1. KUNCHEVA, L. I. **Combining Pattern Classifiers: Methods and Algorithms**. 1. ed. New York: Wiley-Interscience, jul. 2004. DOI: 10.1002/0471660264.
2. HAYKIN, S. O. **Neural Networks and Learning Machines**. 3. ed. [S.l.]: Pearson, 2008. 936 p. ISBN 978-0131293762.
3. FUGUNAGA, K. **Introduction to Statistical Pattern Recognition**. 2. ed. Estados Unidos: Academic Press, 1990. 626 p. ISBN 978-0122698514.
4. KAUFMAN, L.; ROUSSEEUW, P. J. **Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis**. 1. ed. [S.l.]: Wiley & Sons, 1990. 368 p. DOI: 10.1002/9780470316801.
5. THEODORIDIS, S.; KOUTROUMBAS, K. **Pattern Recognition**. 4. ed. [S.l.]: Elsevier, 2009. 984 p.
6. SEMENOGLOU, Artemios-Anargyros; SPILLOTIS, E.; ASSIMAKOPOULOS, V. Image-based time series forecasting: A deep convolutional neural network approach. **Neural Networks**, v. 157 - p. 39-53, 2023. DOI: 10.1016/j.neunet.2022.10.006.
7. ALFARO-CONTRERAS, María *et al.* Few-shot symbol classification via self-supervised learning and nearest neighbor. **Pattern Recognition Letters**, v. 167 - p. 1-8, 2023. DOI: 10.1016/j.patrec.2023.01.014.

1. KUNCHEVA, L. I. **Combining Pattern Classifiers: Methods and Algorithms**. 1. ed. New York: Wiley-Interscience, jul. 2004. DOI: 10.1002/0471660264.
2. HAYKIN, S. O. **Neural Networks and Learning Machines**. 3. ed. [S.l.]: Pearson, 2008. 936 p. ISBN 978-0131293762.
3. FUGUNAGA, K. **Introduction to Statistical Pattern Recognition**. 2. ed. Estados Unidos: Academic Press, 1990. 626 p. ISBN 978-0122698514.
4. KAUFMAN, L.; ROUSSEEUW, P. J. **Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis**. 1. ed. [S.l.]: Wiley & Sons, 1990. 368 p. DOI: 10.1002/9780470316801.
5. THEODORIDIS, S.; KOUTROUMBAS, K. **Pattern Recognition**. 4. ed. [S.l.]: Elsevier, 2009. 984 p.
6. SEMENOGLOU, Artemios-Anargyros; SPILLOTIS, E.; ASSIMAKOPOULOS, V. Image-based time series forecasting: A deep convolutional neural network approach. **Neural Networks**, v. 157 - p. 39-53, 2023. DOI: 10.1016/j.neunet.2022.10.006.
7. ALFARO-CONTRERAS, María *et al.* Few-shot symbol classification via self-supervised learning and nearest neighbor. **Pattern Recognition Letters**, v. 167 - p. 1-8, 2023. DOI: 10.1016/j.patrec.2023.01.014.

6. APROVAÇÃO / APPROVAL

Ficha de Disciplina homologada na 366ª Reunião Ordinária do Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.
Curricular Component approved at 366th Regular Board Meeting of the Postgraduate Program in Electrical Engineering.

PROF. DR. LUIZ CARLOS GOMES DE FREITAS
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Head of the Postgraduate Program in Electrical Engineering
Portaria de Pessoal UFU Nº 3675, de 30 de Junho de 2023

PROF. DR. SÉRGIO FERREIRA DE PAULA SILVA
Diretor da Faculdade de Engenharia Elétrica
Director of the Faculty of Electrical Engineering
Portaria de Pessoal UFU Nº 1225, de 31 de Março de 2021



Documento assinado eletronicamente por **Luiz Carlos Gomes de Freitas, Coordenador(a)**, em 02/02/2024, às 13:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5155090** e o código CRC **C72DFB17**.