

**Programa de la asignatura COMPUTADORES NEURONALES**

Departamento: Electrónica y Electromagnetismo. Profesorado: Iluminada Baturone Castillo.

**Tema 1: *Introducción y Conceptos Básicos.***

- Computación neuronal, ventajas. Comparación con la computación convencional. Los sistemas neuronales en el contexto de la inteligencia artificial. Historia de los computadores neuronales.
- De la neurona biológica a la artificial, las unidades de proceso. Arquitectura de sistemas neuronales artificiales. Tipos de aprendizaje. Aplicaciones típicas.

**Tema 2: *Redes sin realimentación de una sola capa: el Perceptrón simple y el Adaline.***

- El perceptrón simple: Consideraciones básicas. Aplicación a la representación de funciones booleanas, el problema XOR. Aplicación a la clasificación de patrones. La regla de aprendizaje del perceptrón.
- El Adaline: Consideraciones básicas. Aprendizaje como optimización de una función coste: algoritmo "steepest-descent". La regla LMS. Aplicaciones al procesamiento adaptativo de señal. Limitaciones.

**Tema 3: *Redes sin realimentación de múltiples capas: el Perceptrón multicapa.***

- Consideraciones básicas. Aplicación del MLP a la clasificación de patrones: clases linealmente separables dos a dos y clases no separables linealmente. Aplicación del MLP a la aproximación de funciones. Aprendizaje por retropropagación de errores ("backpropagation"). Ejemplos de aplicación.

**Tema 4: *Redes sin realimentación basadas en Funciones Base Radiales (RBF).***

- Introducción. Solución a tareas de clasificación complicadas. El problema de interpolación. Aprendizaje supervisado como reconstrucción de hipersuperficies. Teoría de regularización. Comparación de las redes RBF y los MLPs. Estrategias de aprendizaje. Ejemplos de aplicación.

**Tema 5: *Lógica difusa o borrosa (fuzzy logic). Sistemas neuro-fuzzy.***

- Teoría de conjuntos difusos. Razonamiento aproximado (variables lingüísticas, reglas si-entonces, el modus-ponens generalizado, métodos de inferencia). Métodos de "defuzzificación". Sistemas difusos simplificados y su relación con las redes RBF. Representación y obtención de conocimiento. Aplicaciones. Estrategias de aprendizaje.

**Tema 6: *Redes realimentadas deterministas. La red de Hopfield.***

- Introducción. La red de Hopfield: arquitectura y dinámica. Estabilidad: función energía de la red. Aprendizaje: la regla de Hebb. Aplicaciones: memorias asociativas y optimizadores.

**Tema 7: *Redes realimentadas inspiradas en la Física Estadística.***

- Introducción. Algoritmo de enfriamiento simulado ("simulated annealing"): algoritmo de Metropolis, aproximación en tiempo finito, aplicación a la resolución de problemas combinatoriales. La máquina de Boltzmann.

Tema 8: *Redes auto-organizativas.*

- Consideraciones básicas. Modelo de mapas auto-organizados de Kohonen. Algoritmos de aprendizaje en los mapas auto-organizados. Ejemplos de aplicación. Teoría de cuantificación óptima de vectores. Clasificación de patrones adaptativa. Teoría de resonancia adaptativa (ART). Aplicaciones.

Tema 9: *Redes Neuronales Celulares (CNN).*

- Introducción. Arquitectura básica. Estabilidad y convergencia. Relación con ecuaciones diferenciales y autómatas celulares. Ejemplos de aplicación al procesamiento de imágenes.

Tema 10: *Algoritmos genéticos.*

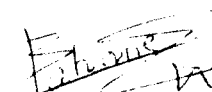
- Introducción. Naturaleza y optimización. Codificación. Operadores genéticos (de reproducción, intercambio, mutación, etc.). Programación genética. Aplicaciones.

Tema 11: *Implementación VLSI de sistemas neuronales.*

- Técnicas analógicas, digitales y mixtas. Técnicas de diseño analógico. Metodologías de diseño. Ejemplos de chips neuronales y difusos.

**BIBLIOGRAFÍA:**

- [1] S. Haykin: "Neural Networks. A Comprehensive Foundation", IEEE Press Macmillan, 1994.
- [2] J.A. Freeman and D.M. Skapura: "Redes Neuronales. Algoritmos, aplicaciones y técnicas de programación", Addison-Wesley/Díaz de Santos, 1993.
- [3] B. Martín del Brío y A. Sanz Molina: "Redes Neuronales y Sistemas Borrosos", RAMA, 1997.
- [4] M. H. Hassoun: "Fundamentals of Artificial Neural Networks", The MIT Press, 1995.
- [5] P.D. Wasserman: "Neural Computing. Theory and Practice", Van Nostrand Reinhold, 1989.
- [6] J.M. Zurada: "Artificial Neural Systems", West Publishing Company, 1992.
- [7] B.M. Muller and J. Reinhardt: "Neural Networks. An Introduction", Springer-Verlag 1991.
- [8] B. Kosko: "Neural Networks and Fuzzy Systems. A Dynamical Systems Approach to Machine Intelligence", Prentice Hall, 1992.
- [9] J.-K. Wu: "Neural Networks and Simulating Methods", Marcel Dekker, Inc., 1994.
- [10] Matlab: Neural Network Toolbox User's Guide, The MathWorks, Inc., 1998.
- [11] D. E. Goldberg: "Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning", Addison Wesley, 1989.
- [12] L. Davis: "Handbook of Genetic Algorithms", Van Nostrand Reinhold, 1991.
- [13] C. Mead and M. Ismail: "Analog VLSI Implementation of Neural Systems", Kluwer Academic Publishers, 1989.
- [14] G.W. Smith and R.C. Wood: "Principles of Analog Computation", McGraw-Hill Book Company, 1959.
- [15] R. Domínguez-Castro: "Optimizadores Neuronales Usando Circuitos Analógico-Digitales", Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, 1993.
- [16] S. Espejo: "Redes Neuronales Celulares: Modelado y Diseño Monolítico", Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, 1994.
- [17] I. Baturone: "Implementación VLSI de Controladores Difusos", Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, 1996.

Ido   
I. SAN ROMÁN