



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA

PROYECTO DOCENTE CURSO: 2004/05

12706 - TEORÍA DE LA COMPUTACIÓN NEURONAL

ASIGNATURA: 12706 - TEORÍA DE LA COMPUTACIÓN NEURONAL

CENTRO: Escuela de Ingeniería Informática

TITULACIÓN: Ingeniero en Informática

DEPARTAMENTO: INFORMÁTICA Y SISTEMAS

ÁREA: Ciencia De La Comp. E Intel. Artificial

PLAN: 10 - Año 199 **ESPECIALIDAD:**

CURSO: Tercer curso **IMPARTIDA:** Primer semestre **TIPO:** Obligatoria

CRÉDITOS: 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

Descriptor B.O.E.

Fundamentos y Herramientas Matemáticas. Redes de Autómatas. Automátas Celulares. Neurodinámica. Formalismos de Adaptación: Aprendizaje. Arquitecturas de Redes Neuronales.

Temario

MÓDULO I. INTRODUCCIÓN. (3 Horas).

Bibliografía: [Rojas-96], [Simpson-90], [Hecht-Nilssen-90a], [Hertz-91], [Dayhoff-90], [Crick-86], [McClelland-86b]

TEMA I.1

COMPUTACIÓN NEURONAL: PARADIGMA BIOLÓGICO Y ARTIFICIAL

1.1. Introducción.

1.2. La Computación Neuronal (CN): Concepto, y Descripción.

1.3.- Inspiración desde la Neurociencia.

1.4.- Evolución Histórica de las Redes Neuronales Artificiales.

1.5.- Interés, Ventajas y Aplicabilidad de la Computación Neuronal.

1.6.- Computación y Computabilidad: La Computación Neuronal.

1.7.- Modelos de Computación.

1.8.- Sistema Biológico: La Neurona.

1.9.- Transmisión de Información.

1.10.- La Neurona: Un Sistema Auto-Organizativo.

1.11.- Las Redes Neuronales Artificiales como Aproximación de Funciones.

MÓDULO II. FUNDAMENTOS Y HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS Y DE MODELADO.
(11.5 Horas).

Bibliografía: [Fogelman-87], [Rojas-96], [Wolfram-94], [Weisbuch-90], [Hertz-91], [Simpson-90], [Skapura-96], [Freeman-91], [Freeman-94], [Hecht-Nilssen-90a],[Kohonen-97], [Rumelhart-86b].

TEMA II. 1

COMPUTACIÓN SOBRE REDES DE AUTÓMATAS

1.1.- Introducción

1.2.- Redes de Autómatas

- 1.3.- Conceptos Matemáticos Básicos para la Computación con Redes de Autómatas:
 - 1.3.1.- Espacios Vectoriales.
 - 1.3.2.- Calculo Matricial.
 - 1.3.3.- Análisis PCA.
- 1.4.- Computación sobre Redes de Autómatas
- 1.5.- Modelos de Automatas Celulares para Auto-Organización en Sistemas Biológicos.

TEMA II.2

FUNDAMENTOS DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES

- 2.1. Antecedentes.
- 2.2.- Redes Neuronales Artificiales y Lógica de Umbral
- 2.3.- Sobre la Síntesis de Funciones Booleanas
- 2.3.- Caracterización General de las Redes Neuronales Artificiales.
- 2.4.- Sobre las Unidades de Proceso en las Redes Neuronales Artificiales.
- 2.5.- Neurodinámica: Modelos de Computación Local:
 - 2.5.1.- Redes Neuronales de Base Radial.
- 2.6.- Paradigmas y Organización de las Redes Neuronales Artificiales.
- 2.7.- Simulación de las RNAs.

TEMA II.3

MECÁNICA ESTADÍSTICA FORMAL DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES

- 3.1.- Antecedentes.
- 3.2.- La Distribución de Boltzmann-Gibbs
- 3.3.- Energía Libre y Entropía
- 3.4.- Mecánica Estadística de Sistemas de Materiales Magnéticos
- 3.5.- Redes Estocásticas

MÓDULO III. APRENDIZAJE: PROCESOS, LEYES Y ALGORITMOS. (4.5 Horas).

Bibliografía: [Rojas-96], [Hertz-91], [Nilsson-90], [Simpson-90], [Judd-90], [Sutton-98], [Arbib-98], [Eggermont/90], [Hecht-Nielsen/90a], [Kohonen/89a], [Dayhoff/90], [Rumelhart/86c], [Maren/90], [Nelson/91], [Hebb/49], [Widrow/85] [Carling/92], [Kung/93], [Haykin/94], [Diamantaras/96].

TEMA III.1

CONCEPTOS, FUNCIONES, METODOS Y LEYES DE APRENDIZAJE EN REDES NEURONALES ARTIFICIALES: BASES BIOLÓGICAS

- 1.1.- Antecedentes.
- 1.2.- Plasticidad en la Red Neuronal Biológica. Aprendizaje
- 1.3.- Aspectos Sobre Funciones y Adaptación en las Redes Neuronales Artificiales.
- 1.4.- Modelo y Protocolo de Aprendizaje
- 1.5.- Aprendizaje por Coincidencia.
- 1.6.- Aprendizaje de Realización.
- 1.7.- Algoritmo de Aprendizaje Supervisado: Convergencia y Complejidad
- 1.8.- Aprendizaje Competitivo.
- 1.9.- Aprendizaje Espaciotemporal.

MÓDULO IV. ARQUITECTURAS DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES. (11 Horas).

Bibliografía: [Rojas-96], [Hertz-91], [Nilsson-90], [Simpson-90], [Arbib-98], [Skapura-96], [Freeman-91], [Freeman-94], [Hecht-Nielsen-90a], [Kohonen-97], [Rumelhart-86b], [Dayhoff-90], [Carling/92], [Wasserman/89], [Davallo/90], [Lippman/87], [Khanna/90], [Maren/90], [Widrow/60], [Jian-Kang Wu/94], [Kung/93], [Haykin/94], [Kohonen/88a], [Kohonen/88b], [Kohonen/89a], [Hopfield/82], [Mehra/92].

Metodología de la Asignatura

La metodología "método" = "camino hacia", empleada pretende encontrar las vías más adecuadas que conduzcan a los objetivos propuestos. Asimismo será una metodología motivacional, ya que la motivación es la condición emocional que despierta y mantiene el aprendizaje.

Usamos esencialmente "métodos germinales", combinados con los expositivos y activos puros. El protagonismo es compartido por profesor-alumno, según el momento del proceso educativo. Esta metodología se desarrolla en las distintas actividades docentes que conforman el proceso educativo, en nuestro caso:

Clases de Teoría. El tipo de actividad didáctica desarrollada es Exponer ---> Captar, Plantear ---> Investigar, Orientar ---> Ejecutar . Por último, una actividad didáctica que aunque es más propiamente evaluativa que formativa, también puede tener un efecto de realimentación tanto en la actuación docente del profesor como en los propios conocimientos adquiridos y comprensiones obtenidas por el alumno en la clase, Evaluar <--- Ejecutar.

Clases Abiertas. Constituyen un buen complemento a las clases de Teoría y de Ejercicios. Fomentan el trabajo en equipo del profesor y los alumnos, y de los alumnos entre sí. Las actividades didácticas usadas por nosotros como marco operativo de las clases abiertas son:

Plantear ---> Debatir y Comentar <---> Comentar.

Clases de Ejercicios. Las actividades didácticas propias de esta clase son: Orientar ---> Ejecutar, Demostrar ---> Practicar y Plantear ---> Investigar.

Clases Prácticas. Entendemos por tales aquellas en las que se plantean un conjunto de actividades prácticas o proyectos, a realizar por el alumno, que responden a dos propuestas básicas, por un lado los trabajos de encargo por parte del profesor, y por otro, los de propia iniciativa que realice el estudiante para completar su formación, basados en la formación recibida a través de las clases citadas en líneas anteriores sobre la materia a profundizar en su conocimiento y entendimiento. Debemos encargar trabajos para conseguir que el alumno adquiera agilidad en la resolución de problemas, sin la monotonización del profesor. Las actividades didácticas usadas en estas clases serán: Plantear ---> Investigar, Comentar <---> Comentar y Plantear ---> Debatir, esta última esencialmente usada en las defensas de las prácticas desarrolladas.

Evaluación

Realizaremos una evaluación continua lo que prepara de forma más global, completa y compacta al estudiante, lo cual además lo motiva y le proporciona mayor rendimiento a su esfuerzo. Esta consta de la realización y superación, simultáneamente, de ejercicios prácticos, prácticas de laboratorio y una evaluación mediante examen. La nota se obtendrá con la asignación porcentual especificada en el párrafo siguiente:

Ejercicios prácticos: 10%, Prácticas: 25%, Examen: 65%

Las Prácticas deben ser realizadas para poder aprobar la Asignatura.

En el Examen se debe obtener un mínimo de un 45% de la nota total para poder aprobar la Asignatura.

Cuando un alumno no supere la totalidad de la asignatura y solo lo haga de la parte práctica, esta se le mantendrá con la nota obtenida para las convocatorias extraordinarias del curso académico correspondiente.

Descripción de las Prácticas

Práctica nº1 Implementación Software de las Redes Neuronales Artificiales (RNAs: Estudio y manejo de distintas herramientas). 10 Horas.

Descripción: Familiarización y manejo de varias herramientas software de RNAs:

Objetivos: Adquirir conocimiento, habilidades de manejo y distinción de los distintos tipos de Herramientas Software de RNAs, como son: Entornos de Desarrollo, Neurosoftware, Lenguajes

de alto nivel. Distinción con los Simuladores neuronales. Aplicación con Redes Neuronales Supervisadas y de Base Radial.

Práctica nº2. Redes Neuronales Artificiales Monocapa y Multicapa: Resolución de la Función OR-EXCLUSIVO. 3 Horas

Descripción: Resolver el problema XOR mediante un ACL(Adaptive Linear Combiner) y con una Red Neuronal Multicapa. Estudio Comparativo. Implementación utilizando lenguaje de alto nivel (LAN).

Objetivos:

- 1) Estudiar el método de aprendizaje del tipo corrección de errores. Regla Delta. Profundización en el método base de los algoritmos de aprendizaje de arquitecturas mono y multicapa supervisadas.
- 2) Estudiar la arquitectura ACL sus limitaciones y las capacidades de las arquitecturas multicapa.
- 3) Familiarizarse con la implementación software de redes neuronales artificiales mediante LANs.

Práctica nº3. Reconocimiento de Patrones Visuales Simples mediante un Perceptron Monocapa. 3.5 Horas.

Descripción: Discriminación de patrones simples usando un perceptrón monocapa. Diseñar un Perceptrón Monocapa para discriminar líneas verticales de líneas horizontales. Implementación con LANs.

Objetivos: Estudio de las redes neuronales artificiales supervisadas monocapa. Análisis del Perceptrón de Rosenblatt, aplicación en el reconocimiento de formas. Estudio de un caso simple. Diferencia entre redes monocapa y multicapa. Entendimiento de la necesidad de la RNA BackPropagation.

Práctica nº4. Clasificación y Reconocimiento con BackPropagation. 4.5 Horas.

Descripción: a) Resolver el problema XOR mediante un Back-Propagation.

b) Reconocimiento de Caracteres Alfanuméricos con y sin ruido utilizando el Back-propagation.

Ambas implementaciones deben ser realizadas con el SNNS.

Objetivos:

- 1) Estudio y análisis de la Arquitectura Backpropagation: Estudiar el comportamiento de una Backpropagation frente a la ratio de aprendizaje, Nº de Iteraciones, Nº de elementos neuronales en la capa oculta. Estudiar el decremento del error de la red.
- 2) Estudio geométrico del proceso de aprendizaje, comparando las superficies de error de un ALC y un Backprop.
- 3) Familiarización con la implementación de redes neuronales artificiales usando simuladores de RNAs.

Práctica nº 5. Clasificación de letras de un Alfabeto usando una Red de KOHONEN (SOM). 5 Horas.

Descripción: Obtener un mapa espacial de las letras de distintos alfabetos. Optimización del mapa mediante la optimización de los parámetros configurables de la red. Implementación de la RED con patologías determinadas y/o con problemas en la entrada de la información. Estudiar la implementación a realizar: Con lenguaje de alto nivel y con un simulador de Redes Neuronales Artificiales (SNNS).

Objetivos: Estudiar la Red Neuronal de Kohonen (SOM): Funcionamiento, topología, neurodinámica, aprendizaje y aplicabilidad. Estudiar y entender la capacidad de auto-organización espacial de la misma. Plausibilidad biológica.

Saber discernir cuándo se debe usar un entorno de desarrollo y cuando un lenguaje de alto nivel desarrollando una implementación propia.

Práctica nº6. Recuperación de Caracteres Alfanuméricos Ruidosos. 4 Horas.

Descripción: Diseño, implementación y utilización de una red de Hopfield para la Recuperación

de Caracteres Alfanuméricos Ruidosos utilizando el SNNS y la red de hopfield sincrona y asincrona.

Objetivos: Estudio del comportamiento de la red de Hopfield

Alcanzar conocimiento de su potencialidad en problemas de optimización. Análisis de la característica de sincronía y asincronía en las RNAs.

Relacion entre RNAs y Física Estadística

Bibliografía

[1] Neural networks in C++: an objects-oriented framework for building connectionist systems.

Blum, Adam

John Wiley & Sons., New York : (1992)

[2] Building neural networks /

David M. Skapura.

Addison-Wesley., Reading (Massachusetts) : (1996)

0201539217

[3] Neural Network Architectures. An Introduction

Dayhoff, J

Van Nostrand Reinhold - (1990)

[4] Neurocomputing: algorithms, architectures and applications /

edited Françoise Fogelman Soulié, Jeanny Hérault.

Springer-Verlag., Berlin : (1990)

3-540-53278-1

[5] Complex systems dynamics: an introduction to automata networks /

Gérard Weisbuch.

Addison-Wesley., Redwood City (California) : (1991)

0-201-62732-9(pbk)

[6] Neurocomputing

Hecht-Nielsen, R

Addison-Wesley Company - (1990)

[7] Neural network design and the complexity of learning /

J. Stephen Judd.

, Cambridge, Massachusetts, (1990)

0-262-10045-2

[8] Simulating neural networks with Mathematica /

James A. Freeman.

Addison-Wesley., Reading (Massachusetts) : (1994)

020156629X

[9] Neural networks: algorithms, applications and programming techniques /

James A. Freeman, David M. Skapura.

Addison-Wesley., Reading, Mass : (1991)

0201513765

[10] Introduction to the theory of neural computation /

John Hertz, Anders Krogh, Richard G. Palmer.
Addison-Wesley,, Redwood City (California) : (1991)
0201515601

[11] The mathematical foundations of learning machines /

Nils J. Nilsson.
Morgan Kaufmann,, San Mateo (California) : (1990)
1558601236

[12] Artificial neural networks: concepts and theory /

Pankaj Mehra and Benjamin W. Wah.
IEEE Computer Society Press,, Los Alamitos, California : (1992)
0818689978

[13] Artificial neural systems: foundations, paradigms, applications, and implementations /

Patrick K. Simpson.
Pergamon Press,, New York : (1990)
0080378943

[14] Neural Networks - A Systematic Introduction

Raul Rojas
Springer Verlag - (1996)

[15] Reinforcement learning: an introduction.

Sutton, Richard S.
MIT,, Cambridge (Massachusetts) : (1998)
0262193981

[16] Self-Organizing Map

T. Kohonen
Springer-Verlag - (1997)

Equipo Docente

CARMEN PAZ SUÁREZ ARAUJO

(COORDINADOR)

Categoría: TITULAR DE UNIVERSIDAD

Departamento: INFORMÁTICA Y SISTEMAS

Teléfono: 928458725 **Correo Electrónico:** carmenpaz.suarez@ulpgc.es