



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA

GUÍA DOCENTE

CURSO: 2007/08

12740 - NEUROCOMPUTACIÓN

ASIGNATURA: 12740 - NEUROCOMPUTACIÓN

Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)

1801-Ingeniería en Informática - 12740-NEUROCOMPUTACIÓN - 00

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: Cr. comunes cic**IMPARTIDA:** Primer semestre **TIPO:** Optativa

CRÉDITOS: 7,5

TEÓRICOS: 3

PRÁCTICOS: 4,5

Descriptores B.O.E.

Arquitectura y Teoría. Aprendizaje: Procesos, Leyes y Modelos. Memoria. Arquitecturas Avanzadas de Redes Neuronales. Implementación. Aplicaciones. Métodos en Modelado Neuronal.

Temario

MODULO I (6 Horas)

DESDE LA NEUROCIENCIA A LA NEUROCOMPUTACIÓN: ARQUITECTURA Y TEORÍA.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA: [Rojas/96]; [Skapura/96]; [Parks/98]; [Howlett/99]; [Hecht-Nielsen/90a]; [Simpson/90]; [Kecman/01]; [Ham/00], [Sutton/98].

TEMA1.1. INOTRODUCCIÓN A LA NEUROCOMPUTACION.

1.1.- Antecedentes.

1.2.- Una Alternativa a los Modelos de Procesamiento Símbólico: La Neurocomputación.

1.3.- Debates y Establecimientos Conceptuales y Estructurales de la Neurocomputación.

1.4.- Organización Estructural/Funcional del Sistema Nervioso Central: Corteza Cerebral.

1.5.- Procesamiento de Información en Sistemas de Neurocomputación y en Sistemas Neuronales Biológicos.

1.5.1.- Neurodinámica. Modelos de Computación Local

1.5.2.- Aprendizaje. Mecanismos Neuronales de Aprendizaje. Modelos de Aprendizaje

1.6. Métodos en Modelado Neuronal.

TEMA1.2. DISEÑO DE APLICACIÓN.

2.1.- Introducción.

2.2.- Organización del Diseño de la Aplicación.

2.3.- Representación de los Datos.

2.4.- Métodos de Representación de Patrones.

2.5.- Análisis de los Datos.

2.6.- Tecnicas para Entrenamiento y Evaluación de la Eficacia de una Red Neuronal Artificial.

2.7.- Caso Practico de Diseño de una Aplicación.

MODULO II (19 Horas)

ARQUITECTURAS AVANZADAS DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA: [Hecht-Nielsen/90a], [Freeman/91], [Fukushima/75], [Fukushima/80], [Fukushima/82], [Anderson/88], [Kung/93], [Rojas/96], [Freeman/94], [Simpson/90], [Jian-Kang-Wu/94], [Fine/99], [Zurada/99], [Skapura/96], [Sarunas/98].

TEMA II.1. REDES NEURONALES ARTIFICIALES CON APRENDIZAJE COMPETITIVO

- 1.1.- Introducción.
- 1.2.- El Cognitrón: Estructura, Arquitectura y Aprendizaje.
- 1.3.- El Neocognitrón: Estructura, Arquitectura y Aprendizaje.
 - 1.3.1.- Mecanismos de Atención en las Redes Neuronales Jerárquicas.
- 1.4.- Arquitecturas Neuronales con Aprendizaje Competitivo Suave.
- 1.5.- Arquitecturas Neuronales con Aprendizaje Competitivo Duro.

TEMA II.2. REDES NEURONALES ARTIFICIALES MODULARES

- 2.1.- Introducción
- 2.2.- Algoritmos Constructivos para Redes Neuronales Modulares. Métodos para la creación de módulos y la combinación de módulos.
- 2.3.- Arquitectura de la Red Counterpropagation
- 2.4.- Proceso y Algoritmos de Aprendizaje de la Red Counterpropagation.
- 2.5.- El Dilema Estabilidad-Plasticidad y la Teoría de Resonancia Adaptiva (ART).
- 2.6.- Arquitectura y Procesamiento de ART1.
 - 2.6.1.- Una Aplicación de la ART1.
- 2.7.- Arquitectura y Procesamiento de ART2.

TEMA II.3. REDES NEURONALES ARTIFICIALES DIFUSAS.

- 3.1.- Introducción: Lógica Difusa.
- 3.2.- Implementación de una Red Neuronal Difusa.
- 3.3.- Red Neuronal Difusa de Inferencia.
- 3.4.- Control Difuso de Algoritmos de Aprendizaje.

TEMA II.4

REDES NEURONALES ARTIFICIALES ESPACIO-TEMPORALES

- 4.1.- Introducción.
- 4.2.- Patrones Espaciotemporales.
- 4.3.- Medida de Distancia en Patrones Espaciotemporales.
- 4.4.- Red Neuronal para Reconocimiento de Patrones Espacio Temporales.
- 4.5.- Red Backpropagation Recurrente.
- 4.6.- Modelos Ocultos de Markov (HMM).

MODULO III. IMPLEMENTACION DE LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES. ENFOQUES SOFTWARE Y HARDWARE (5 Horas)

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA: [Jian-Kang-Wu/94], [Skapura/96], [Freeman/94], [Kung/93], [Ham/01], [Kecman/01], [Sundararajan/98].

TEMA III.1. IMPLEMENTACIÓN SOFTWARE DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES: NEUROSOFTWARE

- 1.1.- Introducción
- 1.2.- Conceptos sobre la Implementación en Software de Redes Neuronales.
- 1.3.- Entornos de Desarrollo para Redes Neuronales.
- 1.4.- Neurosoftware: Descripciones de Estructuras de Redes Neuronales.

1.5.- Interfaces Software entre Ordenadores y Neurocomputadores.

TEMA III.2. IMPLEMENTACION HARDWARE DE LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES. NEUROCOMPUTADORES

2.1- Introducción.

2.2.-Taxonomía de Hardware Neuronal: Neurocomputadores.

2.3.- Neurocomputadores.

2.3.1.- Neurocomputadores Digitales.

2.3.2.- Neurocomputadores Analógicos e Híbridos.

2.4.- Arquitecturas de Computadores Innovadoras.

Requisitos Previos

Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, Teoría de Autómatas y Redes Neuronales, Teoría de la Computación Neuronal, Cálculo Multivariante, Probabilidad y Estadística, Álgebra Lineal, Teoría de Grafos, Sistemas Dinámicos. Programación, Estructura de Datos.

Objetivos

El objetivo marco de esta asignatura está relacionado con el carácter de nuevo enfoque que define la disciplina en la que está inmersa, y con el hecho que a esto acompaña, como es la naturaleza cambiante de la disciplina debido al desarrollo continuo que está experimentando. En respuesta a lo expuesto, la macrointención de nuestra propuesta docente se centra en consolidar la capacidad del alumno para enfrentarse a una nueva filosofía de pensamiento en cuanto a la forma de procesamiento de la información, a la naturaleza de la representación de la misma, así como al enfrentarse a manejar y diseñar sistemas de procesamiento de información adaptativos, auto-organizativos. La preparación y base formativa para esta consolidación está contemplada en la asignatura de Teoría de la Computación Neuronal.

Nuestra propuesta programática pretende proporcionar una cobertura amplia y coherente de la disciplina de RNAs.

Dirigimos nuestro objetivo general hacia que los Ingenieros en Informática desarrollen un nivel razonable de entendimiento de cada una de las áreas temáticas y de los procesos que definen la disciplina, Arquitectura y Teoría, Implementación y Aplicaciones, una adecuada apreciación de la interrelación que existe entre ellas, así como a desarrollar un manejo riguroso de la computación por redes neuronales artificiales. Es decir, se transmitirá una firme base teórica, en conjunción con un equilibrado rigor científico, dosis de abstracción y conexión con la aplicabilidad.

Para alcanzar este macro-objetivo nos planteamos como objetivos específicos el adquirir conocimiento y manejo de los modelos de computación local más estudiados, de la neurodinámica, de la topología de conexiones y de los mecanismos de adaptabilidad (aprendizaje) o procesos y leyes de aprendizaje de las RNAs. Asimismo, transmitiremos al alumno una formación práctica profunda, adecuada para que conozca y maneje las principales arquitecturas neuronales de nivel avanzado en aplicabilidad, presentándole tanto sus conceptos teóricos como su capacidad de aplicación. El objetivo específico último será el proporcionar al alumno la suficiente formación y confianza en el campo de la neurocomputación como para que se reconozca capaz de saber discernir el tipo de enfoque computacional óptimo para cada aplicación que tenga que abordar en el desarrollo de su carrera y sea capaz de hacer un diseño de aplicación. Esto incluye la habilidad para definir un problema claramente, determinar su tratabilidad, evaluar y elegir una estrategia de solución apropiada. Evaluar alternativas y realizar análisis de riesgo sobre este diseño, e integrar tecnologías alternativas en la solución. Asimismo, se le proporcionará un conocimiento actualizado del desarrollo del campo.

Todos estos objetivos se encuentran desglosados en los módulos que componen el programa de la asignatura, los cuales abarcan las áreas especificadas.

Metodología

La metodología método = camino hacia, empleada pretende encontrar las vías más adecuadas que conduzcan a los objetivos propuestos. Asimismo será una metodología motivacio-nal, 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, Plan-tear ---> 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. La activi-dades didácticas usadas por nosotros como marco operativo de las clases abiertas son:

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

Clases Prácticas. Entendemos por tales aquellas en las que se plantean un conjunto de activi-dades 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 tra-vés 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 monotorización 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 practicas desarrolladas.

Criterios de Evaluación

La Evaluación es continua. Esta consta de la realización y superación, simultáneamente, de trabajos teórico-prácticos, prácticas, y una evaluación mediante examen. La nota se obtendrá con la asignación porcentual especificada en el párrafo siguiente:

Prácticas: 50%, Examen: 50%. La superación de la asignatura requiere la superación de ambas partes, la teórica y la práctica.

El tiempo de validez de las prácticas superadas por el alumno se ajustarán a normativa.

Descripción de las Prácticas

Las prácticas estarán organizadas en dos grandes grupos. Un grupo de prácticas que cubrirán la relación entre las redes neuronales artificiales y el modelado neuronal y un segundo grupo que se direcciona, esencialmente, a la aplicación de las RNAs en diversos dominios de aplicación, como pueden ser el estrictamente ingenieril, medioambiental biomédico, clínico, etc.

PRACTICA 1.

Descripción:

Generación de potenciales rápidos y lentos en computación retinal.

Objetivos:

Proporcionar los conceptos básicos de computación retinal por capas y realización de modelos para la generación de las señales rápidas y retardadas que llegan a la capa plexiforme interna.

Material de Laboratorio:

PC Windows XP con MatLab 6.0 o superior y todas las toolboxes.

Horas estimadas de laboratorio: 4 horas.

PRÁCTICA 2

Descripción:

Computación por las neuronas tipo ON, tipo OFF y tipo ON-OFF lineales.

Objetivos:

Realización de diferentes modelos de computación retinal lineal local, en el espacio (detección de contrastes) y en el tiempo.

Material de Laboratorio:

PC Windows XP con MatLab 6.0 o superior y todas las toolboxes.

Horas estimadas de laboratorio: 4 horas.

PRÁCTICA 3

Descripción:

Computación no-lineal local en la retina.

Objetivos:

Realización de modelos retinales no-lineales en el tiempo. Operaciones locales con inhibición divisiva y exponencial. Comparación de modelos.

Material de Laboratorio:

PC Windows XP con MatLab 6.0 o superior y todas las toolboxes.

Horas estimadas de laboratorio: 4 horas.

PRÁCTICA 4

Descripción:

Computación temporal en una vía retinal desde fotorreceptores hasta ganglionares.

Objetivos:

Integración de los resultados de las prácticas 1, 2 y 3 en un modelo único que refleje tanto el comportamiento lineal como el no lineal.

Material de Laboratorio:

PC Windows XP con MatLab 6.0 o superior y todas las toolboxes.

Horas estimadas de laboratorio: 3 horas.

PRACTICA 5.

Descripción: Diseñar una red neuronal para la predicción del tiempo.

a) Definir un esquema de representación de datos adecuado a la red diseñada.

b) Entrenar la red y evaluar su efectividad después del entrenamiento.

c) Comportamiento de la red frente a datos categóricos.

Objetivos: Habilidad del estudiante para seleccionar la arquitectura adecuada para resolver problemas determinados. Integración de conocimientos de las tres áreas de la disciplina: Teoría y Arquitectura, Implementación y Aplicaciones.

Estudiar la importancia de la representación de la información y de las funciones de activación. Manejar el diseño de aplicaciones.

Material de laboratorio recomendado: PC-ALTAS PRESTACIONES EN VELOCIDAD Y MEMORIA. Windows XP, LINUX, SNNS, Neural Network Toolbox MATLAB, INTERNET
Nº horas estimadas: 6.

Práctica nº 6. Análisis de arquitecturas neuronales con aprendizaje competitivo como Mapas Auto-Organizativos de Kohonen (SOM), Red Neural Gas, Growing Net, entre otras.

Descripción: Análisis de las arquitecturas neuronales citadas mediante la utilización de grupos de patrones con diferentes distribuciones de probabilidad simulados y datos reales a definir. Realizar el análisis frente al conjunto de valores parametrizables de cada red.

Objetivos: Estudiar y familiarizarse con el aprendizaje competitivo sus principales objetivos y las distintas arquitecturas que lo soportan. Entender la diferencia de funcionamiento entre aprendizaje supervisado y no supervisado. Adquirir capacidad para distinguir los tipos de información y de problemas que pueden y deben ser tratados por arquitecturas neuronales con este tipo de aprendizaje.

Material de laboratorio recomendado: PC-ALTAS PRESTACIONES EN VELOCIDAD Y MEMORIA. Windows XP, LINUX, SNNS, JNNS, SOM Pack, Herramienta DemoGNG, Neural Network Toolbox MATLAB, INTERNET.

Nº horas estimadas: 6.

PRACTICA 7.

Descripción: Diseñar un sistema de neurocomputación basado en ART (ART1/ART2) para clasificación automática de señales reales, con capacidad de clusterizado ciego.

Objetivos: Estudiar las arquitecturas de la familia ART. Estudio y análisis del dilema plasticidad/estabilidad. Analizar su capacidad en procesos de clusterizado automático y clusterizado ciego. Estudiar la capacidad de estas aruitecturas frente al ruido.

Material de laboratorio recomendado: PC-ALTAS PRESTACIONES EN VELOCIDAD Y MEMORIA. Windows XP, LINUX, SNNS, JNNS, Neural Network Toolbox MATLAB, INTERNET.

Nª de horas estimadas: 9

PRACTICA 8.

Descripción: Sistema para ayuda al diagnóstico clínico usando redes neuronales artificiales: Análisis y propuesta de diseño.

Objetivo: Esta es una práctica integradora donde el alumno debe estudiar y decidir la bondad de las redes neuronales artificiales para el diagnóstico médico, aplicado preferentemente, pero no exclusivamente, en el campo de las enfermedades neurodegenerativas, enfermedades relacionadas con el SNC. Debe seleccionar el tipo de datos, de entre los posibles, a usar, seleccionar la arquitectura apropiada para el desarrollo del sistema, diseño e implementación.

Estudiar el comportamiento de la red elegida frente a datos missing y categóricos.

Material de laboratorio recomendado: PC-ALTAS PRESTACIONES EN VELOCIDAD Y MEMORIA. Windows XP, LINUX, SNNS, Neural Network Toolbox MATLAB, INTERNET.

Nª de horas estimadas: 9

Bibliografía

[1 Básico] Principles of artificial neural networks /

Daniel Graupe.

World Scientific,, Singapore : (1997)

981-02-2516-4

[2 Básico] Building neural networks /

David M. Skapura.

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

0201539217

[3 Básico] Neurocomputing: algorithms, architectures and applications /

edited Françoise Fogelman Soulié, Jeanny Hérault.

Springer-Verlag,, Berlin : (1990)

3-540-53278-1

[4 Básico] Principles of neurocomputing for science and engineering /

Fredric M. Ham, Ivica Kostanic.

McGraw-Hill,, New York : (2001)

0-07-025966-6

[5 Básico] Neurocomputing.

Hecht-Nielsen, Robert

Addison-Wesley,, Reading, Mass : (1990)

0201093553

[6 Básico] Parallel distributed processing: explorations in the microstructure of cognition /

James L. McClelland, David E. Rumelhart, PDP Research Group.

MIT Press,, Cambridge, Mass : (1986)

*0262181207V1**

[7 Básico] Cognitron [: a self-organizing multilayered neural network /

Kunihiko Fukushima.

(1975)

[8 Básico] Neural Networks: a systematic introduction.

Rojas, Raúl

Springer,, Berlin : (1996)

3540605053

[9 Básico] Digital neural networks /

S.Y. Kung.

Prentice-Hall,, Englewood Cliffs, N. J : (1993)

0136123260

[10 Básico] Feedforward neural network methodology /

Terrence L. Fine.

Springer,, New York : (1999)

0-387-98745-2

[11 Básico] Neural networks and simulation methods.

Wu, Jian-Kang

Marcel Dekker,, New York : (1994)

0824791819

[12 Básico] Computer [: Artificial Neural Systems.

[13 Recomendado] Combining artificial neural nets: ensemble and modular multi-net systems /

Amanda J. C. Sharkey, ed.

Springer Verlag,, London : (1999)

1-85233-004-X

[14 Recomendado] Hardware annealing in analog VLSI neurocomputing /

Bang W. Lee, Bing J. Sheu.
Kluwer Academic,, Boston : (1991)
0792391322

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

Blum, Adam
John Wiley & Sons,, New York : (1992)

[16 Recomendado] Artificial neural networks: paradigms, applications, and hardware implementations /

edited by Edgar Sánchez-Sinencio, Clifford Lau.
IEEE press,, New York : (1992)
0879422890

[17 Recomendado] Knowledge- based neurocomputing /

edited by Ian Cloete and Jacek M. Zurada.
MIT Press,, Cambridge, Massachusetts : (1999)

[18 Recomendado] Fundamentals of neural network modeling: neuropsychology and cognitive neuroscience /

edited by Randolph W. Parks, Daniel S. Levine, and Debra L. Long.
Bradford Book,, Cambridge : (1998)
0-262-16175-3

[19 Recomendado] Artificial neural networks in medicine and biology: proceedings of the ANNIMAB-1 Conference, Göteborg, Sweden, 13-16 may 2000 /

H. Malmgren, M. Borga and L. Niklasson (eds).
Springer-Verlag,, London : (2000)
1-85233-289-1

[20 Recomendado] Simulating neural networks with Mathematica /

James A. Freeman.
Addison-Wesley,, Reading (Massachusetts) : (1994)
020156629X

[21 Recomendado] Explorations in parallel distributed processing: a handbook of models, programs, and exercises /

James L. McClelland, David E. Rumelhart.
MIT,, Cambridge (Massachusetts) : (1988)
026263113X

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

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

[23 Recomendado] Artificial neural networks in biomedicine /

Paulo J. G. Lisboa, Emmanuel C. Ifeachor and Piotr S. Szczepaniak (eds).
Springer - Verlag,, London : (2000)
1-85233-005-8

[24 Recomendado] Radial basis function networks 1: recent developments in theory and applications /

Robert J. Howlett, Lakhmi C. Jain, editors.

Physica-Verlag,, Heidelberg : (2001)

3-7908-1367-2

[25 Recomendado] Statistical and neural classifiers: an integrated approach to design /

Sarunas Raudys.

Springer Verlag,, London : (2001)

1-85233-297-2

[26 Recomendado] Learning and soft computing: support vector machines, neural networks, and fuzzy logic models /

Vojislav Kecman.

Mit Press,, Cambridge, Massachusetts : (2001)

0-262-11255-8

[27 Recomendado] Artificial neural networks for computer vision.

Zhou, Yi-Tong

Springer,, New York : (1992)

3540976833

[28 Recomendado] Neurocomputing applications [VÍdeo].

IEEE., Piscataway, NJ :

[29 Recomendado] Artificial neural networks and statistical pattern recognition.

North-Holland,, Amsterdam : (1991)

0-444-88741-5

Equipo Docente

ROBERTO MORENO DÍAZ

Categoría: CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD

Departamento: INFORMÁTICA Y SISTEMAS

Teléfono: 928458751 **Correo Electrónico:** roberto.moreno@ulpgc.es

GABRIELE SALVATORE DE BLASIO

(COORDINADOR)

Categoría: TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA

Departamento: INFORMÁTICA Y SISTEMAS

Teléfono: 928458742 **Correo Electrónico:** gabriel.deblasio@ulpgc.es

JOSÉ CARLOS RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

Categoría: PROFESOR ASOCIADO LABORAL

Departamento: INFORMÁTICA Y SISTEMAS

Teléfono: 928458742 **Correo Electrónico:** josecarlos.rodriguezrodriguez@ulpgc.es