UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

GUÍA DOCENTE *CURSO: 2009/10*

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*

Descriptores B.O.E.

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

Temario

MÓDULO I. INTRODUCCIÓN. (4 Horas).
Bibliografia: [Rojas-96], [Simpsom-90], [Hecht-Nilssen-90a], [Hertz-91, [Dayhoff-90], [Crick-86], [McClelland-86b], [Kahanna-90]

TEMA I.1
COMPUTACIÓN NEURONAL: PARADIGMA BIOLÓGICO Y ARTIFICIAL
1.1. Introducción.
1.2. La Computación Neuronal (CN): Concepto, y Descrpción.
1.3.- Inspiracion 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. (10 Horas).
Bibliografia: [Fogelman-87], [Rojas-96], [Wolfram-94], [Weisbuch-90], [Hertz-91], [Simpsom-90], [Skapura-96], [Freeman-91], [Freeman-94], [FINE-99], [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

TEMA II.2
FUNDAMENTOS DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES
2.1. Antecedentes.
2.2.- Redes Neuronales Artificiales y Lógica de Umbral
2.3.- Caracterización General de las Redes Neuronales Artificiales.
2.4.- Sobre las Unidades de Proceso en las Redes Neuronales Artificiales.
2.5.- Arquitectura de Red.
2.5.1.- Topologia de Conexiones
2.5.2.- Neurodinámica: Modelos de Computación Local Lineales y de Base Radial.
2.5.3.- Proposito de la Red.
2.6.- Paradigmas y Organización de las Redes Neuronales Artificiales.
2.7.- Estabilidad y Convergencia.
2.8.- Simulación de las RNAs.

TEMA II.3
MECÀNICA 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) Horas).
Bibliografia: [Rojas-96], [Hertz-91], [Nilsson-90], [Simpsom-90], [Judd-90], [Sutton-98], [Arbib-98], [Eggermont/90], [Hecht-Nielsen/90a], [Kohonen/89a], [Dayhoff/90], [Rumel-hart/86c], [Maren/90], [Nelson/91], [Hebb/49], [Widrow/85] [Carling/92], [Kung/93], [Caudill-92], [Hay-kin/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 Biologica. 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. (12 Horas).
Bibliografía: [Rojas-96], [Hertz-91], [Nilsson-90], [Simpsom-90], [Arbib-98], [Skapu-ra-96], [Freeman-91], [Freeman-94], [Hecht-Nilssen-90a], [Kohonen-97], [Rumel-hart-86b], [Dayhoff-90], [Carling/92], [Wasserman/89], [Davalo/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].

TEMA IV.1
REDES NEURONALES ARTIFICIALES SUPERVISADAS MULTICAPA
1.1. Introducción.
1.2. Redes Neuronales de Mapping.
1.3. Teorema del Kolmogorov.
1.4. El Madaline
1.5. El Perceptrón.
1.6.- Convergencia y Complejidad del Algoritmo del Perceptrón.
1.7. Red Neuronal Backpropagation

TEMAIV.2
REDES NEURONALES NO SUPERVISADAS. MAPAS AUTO-ORGANIZATIVOS DE KOHONEN
2.1.- Introducción.
2.2.- Aprendizaje no Supervisado mediante Competición
2.3.- Análisis de Convergencia para Aprendizaje Competitivo.
2.4.- Redes Neuronales para Análisis de Componentes Principales
2.6.- Modelo de Kohonen.
2.7.- Mapas Topológicos de Características Autoorganizados de Kohonen.
2.8.- Aplicaciones de las Redes Neuronales no supervisadas estudiadas.

TEMA IV.3
REDES NEURONALES ASOCIATIVAS Y ESTOCÁSTICAS
3.1.- Introducción.
3.2.- El Asociador Lineal.
3.3.- Redes Neuronales Asociativas Recurrentes (Red de Hopfield).
3.4.-La Máquina de Boltzman.

Requisitos Previos

Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Cálculo Multivariante. Probabilidad y Estadística Básica. Algebra Líneal. Teoría de Autómatas y Redes Neuronales. Programación. Conocimientos básicos de estructura de datos.

Objetivos

El objetivo global de esta asignatura es conocer, comprender, manejar y aplicar, de forma rigurosa, el nuevo enfoque de computación distinto de la computación programada, LA computación por redes neuronales artificiales.
La obtención de este objetivo global se consigue mediante objetivos específicos siguientes:

• Comprender los fundamentos teóricos de la computación neuronal
• Conocer, comprender, analizar y manejar los elementos básicos de las redes neuronales artificiales (RNAs): neurodinámica, topología de conexiones y mecanismos de adaptabilidad (aprendizaje).
• Comprender y analizar las principales arquitecturas neuronales.
• Discernir el tipo de enfoque computacional óptimo para usar en cada aplicación de distintos dominios de conocimiento.
• Diseñar, probar y validar arquitecturas neuronales, de forma cooperativa.
• Analizar los resultados obtenidos por diferentes grupos de diseñadores. Valorar los diseños realizados por otros grupos, en comparación con el propio.
• Aplicar y practicar con los diseños de distintos grupos de la clase diferente al propio.

• Discutir las innovaciones de los diseños realizados
• Presentar de forma escrita y oral los diseños realizados.

La teoría construida alrededor de las RNAs es inmensa y no podemos esperar cubrirla toda en un curso de ingeniería informática de reducida dedicación temporal. Así, nosotros procuraremos imprimir a nuestros alumnos un entendimiento de la materia de acuerdo con el sentimiento de que dicho entendimiento consistirá no sólo en conocer el qué, sino también conocer el cómo, especialmente y conocer cómo continuará. Con esto como lema en nuestro programa no nos conformaremos, normalmente, con presentar o deducir un resultado determinado, sino intentar mostrar al alumno cómo pensar acerca de él cómo manejarlo y cómo mantenerlo y validarlo.
Con lo expuesto conseguiremos que el alumno obtenga la información adecuada (objetivos informativos) y que el alumno sea capaz de comprender, asociar, integrar, aplicar, y transformar la información recibida (objetivos formativos).

Metodología

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. Fomentanel trabajo en equipo del profesor y los alumnos, y de los alumnos entre sí. La 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 ---> Ejecu-tar, 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 entendiemiento. 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 uasada en las defensas de las practicas desarrolladas.

Criterios de Evaluación

Realizaremos una evaluación continua, lo que prepara de forma más global, completa y compacta al estudiante, además de proporcionar mayor rendimiento a su esfuerzo promoviendo su motivación. El proceso evaluativo consta de la realización obligatoria, y superación, de diversas actividades de carácter tanto presencial como virtual, trabajos teórico-prácticos, prácticas de laboratorio y una evaluación mediante examen. La asignatura será superada por el alumno cuando todas estas partes sean evaluadas positivamente. Las Prácticas deben ser realizadas y superadas para poder aprobar la Asignatura. La nota final se obtendrá con la asignación porcentual siguiente:

Prácticas + Totalidad de actividades (presenciales + virtuales): 40% NF; Examen: 60%NF, donde NF = Nota Final.
En el examen, así como en la parte práctica, se debe obtener un mínimo de un 45% de la nota total para poder aprobar la Asignatura.
En el caso de que solo se supere la parte práctica (actividades y ejercicios), el tiempo que se mantiene aprobada dicha parte se ajustará a la normativa docente de la ULPGC.

Descripción de las Prácticas

Práctica nº1 Implementación Software de las Redes Neuronales Artificiales (RNAs: Estudio y manejo de distintas herramientas). 9 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 Softaware de RNAs, como son: Entornos de Desarrollo, Neurosoftawre, Lenguajes de alto nivel. Distinción con los Simuladoires neuronales. Aplicación con Redes Neuronales Supervisadas y de Base Radial.
Material de laboratorio recomendado: PC-ALTAS PRESTACIONES EN VELOCIDAD Y MEMORIA. Windows XP, LINUX, SNNS-JNNS, Neural Network Toolbox MATLAB, INTERNET

Práctica nº2. Desde las Redes Neuronales Artificiales Monocapa hasta la estructura Multicapa. 5 Horas.
a) Resolución de la Función OR-EXCLUSIVO usando ACL.
Descripción: Resolver el problema XOR usando ACL (Adaptive Linear Combiner) mediante una Red Neuronal Multicapa. Implementación utilizando lenguaje de alto nivel (LAN).
b) Reconocimiento de Patrones Visuales Simples mediante un Perceptron Monocapa
Descripción: Discriminación de patrones simples usando un perceptrón monocapa. Diseñar un Perceptrón Monocapa para discriminar lineas verticales de líneas horizontales. Proponer diseños de perceptrones monocapas con capacidad de generalización en el reconocimiento de lineas simples. Implementación con LANs.
Objetivos:
1) Estudiar el método de aprendizaje del tipo corrección de errores. Regla de convergencia del perceptrón y Regla Delta.
2) Estudiar el ACL y las capacidades y limitaciones de las arquitecturas neuronales mono y multicapa.
3) Familiarizarse con la implementación software de redes neuronales artificiales mediante LANs.
4) Estudio de las redes neuronales artificiales supervisadas monocapa. Análisis del Perceptrón de Rossenblatt. Diferencia entre redes monocapa y multicapa. 5) Estudio de la capacidad de generalización de las redes neuronales artificiales (RNAs) supervisadas. Entendimiento de la necesidad de la RNA BackPropagation.

Material de laboratorio recomendado: PC-ALTAS PRESTACIONES EN VELOCIDAD Y MEMORIA. Windows XP, LINUX, INTERNET.

Práctica nº3.Clasificación y Reconocimiento con BackPropagation. 4.5 Horas.
Descripción:
a) Resolver el problema XOR mediante un Back-Propagation.
b) Reconocimiento de diversos tipos de patrones, utilizando conjuntos de datos bien estructurados y testeados.
Ambas implementaciones deben ser realizadas con el SNNS (JNNS).
Objetivos:
1) Estudio y análisis de la Arquitectura Backpropagation: Estudiar el comportamiento de una Backpropagation frente al conjunto de parámetros de la red: Ratio de aprendizaje, Nº de

Iteraciones, Nº de elementos neuronales en la capa oculta, Nº de capas ocultas, etc. Estudiar el decrecimiento del error de la red.
2) Estudio del proceso de aprendizaje, comparando las superficies de error de un ALC y un Backpropagation.
3) Estudio de la influencia de la representación de la información en el aprendizaje de la Backpropagation así como en su capacidad de realización.
4) Análisis del sobreentrnamiento y la capacidad de generalización de la red.
5) Familiarización con la implementación de redes neuronales artificiales usando simuladores de RNAs, y con el uso de repositorios de datos.
Material de laboratorio recomendado: PC-ALTAS PRESTACIONES EN VELOCIDAD Y MEMORIA. Windows XP, LINUX, SNNS-JNNS, Neural Network Toolbox MATLAB, INTERNET.

Práctica nº4. Reducción de dimensionalidad de un entorno de información mediante redes neuronales tipo Sanger. 3 Horas.
Descripción: Análisis de la obtención de componentes principales de un conjunto de patrones estructurados reales utilizando una red de Sanger.
Objetivos: Estudiar la Red Neuronal de Sanger y distintas implementaciones neuornales para PCA. Estudiar y entender su capacidad de compactación de información.
Material de laboratorio recomendado: PC-ALTAS PRESTACIONES EN VELOCIDAD Y MEMORIA. Windows XP, LINUX.

Práctica nº5. Clusterización de distintos conjuntos de datos usando una Red de KOHONEN (SOM). 4.5 Horas.
Descripción: Obtener un mapa espacial de distintos conjuntos de datos reales estricturados y testeados, bien procedentes de repositorios de datos u otros generados como las letras de distintos alfabetos. Optimización del mapa mediante la optimización de los parámetros configurables de la red. Implementación de la Red con patologias 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 comportamiento de la SOM frente a los procesos de incialización. Plausibilidad biológica.
Usar un entorno de desarrollo o lenguaje de alto nivel desarrollando una implementación propia.
Material de laboratorio recomendado: PC-ALTAS PRESTACIONES EN VELOCIDAD Y MEMORIA. Windows XP, LINUX, SNNS-JNNS, Neural Network Toolbox MATLAB, INTERNET.

Práctica nº6. Recuperación de Caracteres Alfanuméricos Ruidosos. 4 Horas.
Descripción: Diseño, implementación y utilixación 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.
Material de laboratorio recomendado: PC-ALTAS PRESTACIONES EN VELOCIDAD Y MEMORIA. Windows XP, LINUX, SNNS-JNNS, Neural Network Toolbox MATLAB, INTERNET.

Bibliografía

[1 Básico] SNNS [

: Stuttgart neural network simulator.
University of Stuttgart,, Stuttgart : (2008)

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

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

[3 Básico] Building neural networks /

David M. Skapura.
Addison-Wesley,, Reading (Massachusetts) : (1996)
0201539217

[4 Básico] Neural network architectures: an introduction.

Dayhoff, Judith F.
Van Nostrand Reinhold,, New York : (1990)
0442207441

[5 Básico] Neurocomputing.

Hecht-Nielsen, Robert
Addison-Wesley,, Reading, Mass : (1990)
0201093553

[6 Básico] Neural network design and the complexity of learning /

J. Stephen Judd.
, Cambridge, Massachusetts, (1990)
0-262-10045-2

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

James A. Freemsn, David M. Skapura.
Addison-Wesley,, Reading, Mass : (1991)
0201513765

[8 Básico] Introduction to the theory of neural computation /

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

[9 Básico] Understanding neural networks: computer explorations /

Maureen Caudill, Charles Butler.
MIT Press,, Cambridge, Mass : (1992)
0262531038

[10 Básico] The mathematical foundations of learning machines /

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

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

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

[12 Básico] Neural Networks: a systematic introduction.

Rojas, Raúl
Springer,, Berlin : (1996)
3540605053

[13 Básico] Digital neural networks /

S.Y. Kung.
Prentice-Hall,, Englewood Cliffs, N. J : (1993)
0136123260

[14 Básico] Foundations of neural networks /

Tarum Khanna.
Addison-Wesley,, Reading (Massachusetts) : (1990)
0201500361

[15 Básico] Neural networks and simulation methods.

Wu, Jian-Kang
Marcel Dekker,, New York : (1994)
0824791819

[16 Recomendado] Principles of artificial neural networks /

Daniel Graupe.
World Scientific,, Singapore : (1997)
981-02-2516-4

[17 Recomendado] Neural networks: theoretical foundation and analysis /

edited by Clifford Lau.
Institute of Electrical and Electronics Engineers,, New York : (1992)
0879422807

[18 Recomendado] Self-organizing map formation: foundations of neural computation /

edited by Klaus Obermayer and Terrence J. Sejnowski.
MIT Press,, Cambridge, Massachusetts : (2001)
0-262-65060-6

[19 Recomendado] Neurocomputing: algorithms, architectures and applications /

edited Françoise Fogelman Soulié, Jeanny Hérault.
Springer-Verlag,, Berlin : (1990)
3-540-53278-1

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

Gérard Weisbuch.
Addison-Wesley,, Redwood City (California) : (1991)
0-201-62732-9(pbk)

[21 Recomendado] Simulating neural networks with Mathematica /

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

[22 Recomendado] Principal component neural networks: theory and applications /

K. I. Diamantaras, S. Y. Kung.
John Wiley & Sons,, New York [etc.] : (1996)
0471054364

[23 Recomendado] Artificial neural networks: concepts and theory /

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

[24 Recomendado] Reinforcement learning: an introduction.

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

[25 Recomendado] Feedforward neural network methodology /

Terrence L. Fine.
Springer,, New York : (1999)
0-387-98745-2

[26 Recomendado] Self-organizing maps /

Teuvo Kohonen.
Springer,, Berlin : (2001) - (3rd ed.)
3540679219

[27 Recomendado] Neurocomputing applications [Vídeo].

IEEE., Piscataway, NJ :

Equipo Docente

CARMEN PAZ SUÁREZ ARAUJO *(COORDINADOR)*
Categoría: TITULAR DE UNIVERSIDAD
Departamento: INFORMÁTICA Y SISTEMAS
Teléfono: 928458725 **Correo Electrónico:** carmenpaz.suarez@ulpgc.es

Resumen en Inglés

The course of Theory of Neural Computation emphasizes in the theoretical aspects of the neural computation. The neural computation is a parallel and distributed computation, adaptive and self-programming, and it is the first alternative to the programmed computation or Von Neumann type computation. Its main structure of information processing are the artificial neural networks (ANN) which are constituted by many computational elements (neurons) highly interconnected. Its behaviour emerges from learning processes.
The subject covers, essentially, two paradigms; Theory and Modelling. The theory is supported by the mathematics and the modelling (abstraction) by the scientific method. This course includes the following: The foundations and mathematical tools of the
neural computation, the structural and functional elements of ANN, connection topology,
neurodynamic and learning and a theoretical and practical study of a paradigmatic set of neural architectures.
The global objective of this course is to introduce and to supply a rigorous formation to the student in the Neural Computation, the computation using ANN. We could reach this general objective by means of a set of operative objectives:
1. To get knowledge on the theoretical foundations of the neural computation
2. To provide to the student a suitable knowledge of the basic elements of the artificial neuronal networks. To understand and to use the neurodynamic, topology of
connections and mechanisms of adaptability of the ANN.
3. To get knowledge about the main neural architectures from a theoretical and practical point of

view.
4. Capacity for using these architectures, and to decide about the most suitable ANN and even to most appropriate computational approach for each application.
5. To design and to validate neural architectures in a cooperative way.
6. To analyse the results obtained for different student's groups.
7. Discussions about the neural architectures designed by the different students groups.
8. Discussion on the innovations in the neural architectures
9. Oral and written presentations of the different designs.
We will try to give to our students an understanding of the subject concerning with knowledge of what, how and will how continue. With this idea we will try to show a result to the student and how to think about such result, how to use it and how to validate it.