

ENSEÑANZA DEL ENFOQUE CONEXIONISTA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA UNIVERSIDAD DE A CORUÑA

Julián Dorado de la Calle
Departamento de Computación
Facultad de Informática
Universidade da Coruña
E-mail: cijulian@udc.es

Perspectiva Genérica

La Facultad de Informática de Universidade da Coruña tiene todavía una corta tradición en la enseñanza de temas de Inteligencia Artificial, debido a que hace tan solo 6 años de la implantación del segundo ciclo de la carrera de Informática en esta Facultad. Debido a esta juventud, no ha sido hasta hace un par de años que la asignatura de Redes de Neuronas Artificiales ha llegado a un periodo de madurez tanto en contenidos, con las lógicas ampliaciones anuales para complementar la asignatura, como en prácticas, al conseguir equipos y software de prácticas adecuado a la teoría que se imparte. Sin embargo, la llegada del nuevo plan de estudios consigue, de nuevo, que haya que reestructurar las asignaturas para ajustar los contenidos entre el primer y el segundo ciclo. Este cambio supone el gran avance de repartir la docencia en asignaturas que van a tener una componente más técnica y más práctica en el primer ciclo y más filosófica, de investigación y de últimas tecnologías en el segundo ciclo. Con esto los alumnos que obtengan el título de Ingeniero Técnico habrán podido experimentar y construir Redes de Neuronas a la vez que tienen la base suficiente para llegar a comprender los modelos complejo o los últimos avances en este campo. Mientras que los alumnos de segundo ciclo complementan la formación del primero con un análisis pormenorizado de los fundamentos de las redes y trabajan sobre las últimas tendencias en Redes de Neuronas y su relación con otros campos de la Inteligencia Artificial y de la Informática en general.

El nuevo plan llega el próximo año al segundo ciclo de la Ingeniería Superior, por lo que en este momento están conviviendo las asignaturas anuales del plan antiguo con las cuatrimestrales del plan nuevo. Por lo tanto, aquí en Coruña, estamos en este momento en una época de transición, a la que, como es natural, seguirá de nuevo una fase de asentamiento de un par de años. Pensamos entonces, que para dentro de tres años, cuando el nuevo plan ya lleve funcionando un par de años, la docencia tanto teórica como práctica en el campo de las Redes de Neuronas Artificiales, esté lo suficientemente madura como para prorrogar la docencia sin cambios significativos.

Asignaturas

Actualmente existen tres asignaturas sobre la rama conexionista de la IA.

Una es del plan antiguo, Redes de Neuronas Artificiales, es una asignatura optativa y tiene carácter anual. En conjunto, teoría y prácticas, supone 13 créditos. Esta es una asignatura de 4º curso de la Licenciatura y este es el último año que se imparte, al extinguirse el plan antiguo.

Las otras dos asignaturas son del plan nuevo. La primera es la sustituta de Redes de Neuronas Artificiales (que se empezará a impartir en el curso 97/98), se denominará igual pero pasa a ser cuatrimestral, sigue siendo optativa y tiene aproximadamente la mitad de créditos, 4,5 de teoría y 3 de práctica. La asignatura que falta se denomina Sistemas Conexionistas, se imparte en 2º curso de la Ingeniería Superior como troncal aunque los alumnos de las otras dos carreras (Ingenierías Técnicas) pueden estudiarla como optativa. Los créditos de esta asignatura son 3 de teoría y 1,5 de práctica y pretende ser una introducción a la asignatura de 4º.

Objetivos del curso

Obviamente, la orientación y los objetivos de las asignaturas conexionistas han cambiado con la llegada de los planes nuevos. Antes de darse esta situación, existía una única asignatura en la que se intentaba impartir todos los conocimientos posibles de esta área. Así, se impartía tanto una base bastante sólida de fundamentos biológicos de las redes de neuronas naturales, su estructura y funcionamiento, como los conceptos de cibernética y, por fin, los modelos de redes de neuronas artificiales. Como se puede suponer los 13 créditos del curso se quedaban un poco pequeños para enseñar todos estos conceptos de forma adecuada.

Estos problemas esperamos que se terminen con la introducción de la nueva asignatura de Sistemas Conexionistas en 2º curso. El contenido de esta asignatura, aunque introduce también los fundamentos biológicos, se centra fundamentalmente en lo que son las distintas arquitecturas de RNA y los algoritmos de aprendizaje. Esto favorece que la asignatura de Redes de 4º se pueda centrar tanto en el tema de la relación de las neuronas naturales con las artificiales, estudiando el comportamiento e interconexión de los elementos del cerebro, como en las nuevas tendencias en el campo de las RNA, como son las redes temporales, los sistemas híbridos, la relación con la lógica fuzzy o con la programación evolutiva

Contenidos

Temario Sistemas Conexionistas:

1. Introducción os Sistemas Conexionistas
2. Modelo de Elemento de Procesamiento
3. Entrenamiento y Aprendizaje
4. Reglas de Aprendizaje
5. Adaline y Madaline
6. Neocognitrón
7. Redes de Propagación hacia Atrás
8. BAM
9. Redes de Hopfield
10. Redes de Contrapropagación
11. Mapas Autoorganizativos
12. LVQ
13. Redes ART1 y ART2

Temario Redes de Neuronas Artificiales (plan viejo):

1. CARACTER MULTIDISCIPLINARIO DE LAS RNAs
2. EVOLUCION HISTORICA DE LAS RNAs
 - 2.1. Antecedentes Históricos
3. CARACTERISTICAS PROPIAS DEL MODELO A EMULAR
 - 3.1. Problemática del Conocimiento en el "Mundo Real"

- 3.2. Categorías de Razonamiento
- 3.3. Técnicas de Representación del Conocimiento
- 3.4. El Conexionismo y la Representación del Conocimiento
- 4. NEUROLOGIA
- 4.1 Organización del Sistema Nervioso
- 5. NEUROBIOLOGIA
- 5.1. La Neurona
- 5.2. Metabolismo del Sistema Nervioso
- 5.3. Regeneración y Degeneración en el Sistema Nervioso Central
- 5.4. Formación de la Mielina
- 6. NEUROEMBRIOLOGIA
- 7. NEUROANATOMIA
- 8. NEUROFISIOLOGIA
- 8.1. Transporte a través de la Membrana Celular
- 8.2. Potenciales de Membrana: de Reposo y Acción
- 8.3. Neurotransmisión
- 8.4. La Sinapsis
- 9. NEUROPSICOLOGIA
- 10. SISTEMA GLIAL
- 11. CIBERNETICA
- 11.1. Concepto y Definición
- 11.2. Origen y Precursores
- 11.3. Fundamentos
- 12. NOCIONES SOBRE SISTEMAS Y MODELOS
- 12.1. Formas de Modelización
- 13. ANALISIS CIBERNETICO DE LA SINAPSIS
- 14. ANALISIS CIBERNETICO DE LA NEURONA
- 15. CORRECCION DE ERRORES EN LA COMUNICACIÓN Y EN EL CALCULO
- 15.1. Recursos del Sistema Nervioso para Incrementar su Fiabilidad
- 15.2. Von Neumann
- 15.3. Teoría de Shannon
- 16. TEORIA DE COWAN-WINDGRAD
- 17. LA NEURONA ARTIFICIAL, NEURONA FORMAL O MODULO
- 17.1. Concepto
- 17.2. Activación
- 17.3. Modelo de Von Neumann Formal
- 17.4. Modelo de Caianello de Neurona Formal
- 17.5. Modelo de McCulloch y Pitts de Neurona Formal
- 18. REDES DE NEURONAS O ESTRUCTURA RETICULAR MODULAR
- 18.1. Componentes Anatómicos de una RNA
- 18.2. Unidades de Proceso
- 18.3. Patrones de Conexiones
- 18.4. Reglas de Propagación
- 18.5. Funciones de Activación
- 19. APRENDIZAJE EN CONEXIONISMO
- 19.1. Definición de Aprendizaje
- 19.2. Clasificación de las Técnicas de Aprendizaje
- 19.3. Reglas o Procedimientos de Aprendizaje en RNA
- 20. TIPOS DE RNA
- 20.1. Perceptron
- 20.2. Informon

- 20.3. Asociador Lineal
- 20.4. BAM
- 20.5. Brain-State in a Box
- 20.6. Máquina de Boltzman
- 20.7. ART 1
- 20.8. Cognitron y Neocognitron
- 20.9. Mapas Autoorganizativos de Kohonen
- 20.10. Redes de Grosberg
- 20.11. Redes de Contrapropagación
- 20.12. Redes Competitivas
- 20.13. Redes de Hopfield

Temario Redes de Neuronas Artificiales (plan nuevo):

1. NEUROFISIOLOGÍA ELEMENTAL Y MODELIZACIÓN DE LA NEURONA NATURAL

- 1.1. Fisiología de una Neurona Individual
- 1.2. La Unión Sináptica
- 1.3. Circuitos Neuronales y Computación
- 1.4. Modelo de Aprendizaje en RN Naturales: Aprendizaje de Hebb

2. MODELOS DE REDES DE NEURONAS ARTIFICIALES

- 2.1. El Elemento General de Procesamiento
- 2.2. El Perceptrón
- 2.3. Adaline y Madaline
- 2.4. Backpropagation
- 2.5. Redes de Hopfield y Memorias Asociativas
- 2.6. Redes de ContraPropagación
- 2.7. Mapas Autoorganizativos
- 2.8. Teoría de la Resonancia Adaptativa

3. REDES DE NEURONAS ARTIFICIALES TEMPORALES

- 3.1. Redes Recurrentes Discretas
- 3.2. Redes Recurrentes Continuas
- 3.3. Arquitecturas

4. ALGORITMOS GENÉTICOS

- 4.1. Programación Evolutiva
- 4.2. Principios Básicos
- 4.3. Comparación con otras Técnicas de Búsqueda
- 4.4. Base Teórica del Funcionamiento de los AG
- 4.5. Evolución de los AG
- 4.6. Aplicaciones

5. DISEÑO DE RNA UTILIZANDO AG

- 5.1. Búsqueda de los Pesos de Conexión
- 5.2. Diseño de la topología
- 5.3. Regla de Aprendizaje

6. RNA Difusas (Fuzzy)

- 6.1. Lógica Difusa
- 6.2. Arquitecturas
- 6.3. Algoritmos de Aprendizaje
- 6.4. Aplicaciones

7. RNA y SSEE

- 7.1. IA Simbólica y Conexionista
- 7.2. Campos de actuación

- 7.3. Aplicaciones
- 8. SISTEMAS HIBRIDOS
- 8.1. Bases de Datos
- 8.2. Procesado Digital de Imagen
- 8.3. Otras Aplicaciones

Método de enseñanza

Actualmente, este tema también está afectado por el cambio de planes. En el plan nuevo, se dispone de más horas para clases prácticas por lo que la enseñanza mejora en cuanto a la formación del alumno. En la asignatura del plan viejo que termina este año, no es posible impartir clases prácticas durante todo el año debido a la necesidad de empezar la asignatura por los fundamentos fisiológicos y seguir con la parte de cibernética. Solo en la parte de modelos, una vez comentados, es posible distribuir prácticas para su desarrollo. Esto limita el periodo de prácticas a unos tres meses antes de fin de curso. El problema se agrava ante la masificación de alumnos en las clases. Esta asignatura cuenta solo con un grupo de teoría y dos grupos de prácticas, cuando en esta asignatura se matriculan alrededor de 80 personas cada año.

Con la introducción de las nuevas asignaturas cuatrimestrales, la situación está cambiando radicalmente. La asignatura de Sistemas Conexionistas está orientada sobre todo al estudio y experimentación de modelos, por lo que es eminentemente práctica. Actualmente con la mitad de alumnos que en la asignatura del plan viejo se mantienen los dos grupos de prácticas, facilitando la realización de estas. Una vez estos alumnos llegan al segundo ciclo, en la nueva asignatura de Redes de Neuronas Artificiales no existe la urgencia de enseñar modelos de RNA para que comiencen a hacer prácticas, sino que pueden hacer prácticas sobre aspectos más novedosos de las RNAs como pueden ser nuevos modelos de redes o trabajar en la relación de las RNA con otras técnicas de Informática (ver temario).

Como se puede ver, la introducción del nuevo plan está redundando en la mejora de la enseñanza al facilitar la aplicación práctica de los contenidos de las clases teóricas, el reparto de los estudiantes en un mayor número de optativas, desmasificando las clases y la estructuración de las materias de Redes de Neuronas Artificiales a lo largo de los dos ciclos de la carrera.

Lenguajes de Programación

En las asignaturas de Redes de Neuronas Artificiales se utilizan distintos lenguajes de programación tanto para plataforma PC como para estaciones de trabajo. Algunas prácticas sencillas se desarrollan en lenguajes C y Pascal para complementar las prácticas que se realizan con herramientas específicas de desarrollo de RNA (ver siguiente apartado). En los últimos años, en el entorno PC, también se realizan prácticas en lenguajes con buenas posibilidades gráficas con Visual Basic y Delphi.

Herramientas

En la asignatura de Sistemas Conexionistas se utiliza el programa MatLab con la ToolBox de Neural Networks. Este programa se ejecuta en un servidor SUN 2000 con 4 procesadores compartiendo la máquina con el resto de alumnos de prácticas de la Facultad. Esta herramienta un número considerable de modelos de RNA y permite la obtención de gráficas de error y convergencia a partir de un buen número de opciones.

En la asignatura de Redes de Neuronas Artificiales se ha utilizado hasta ahora la herramienta para PC NeuralWorks Explorer, que es la versión gratuita de la NeuralWorks Professional II que se utilizaba ya en la Facultad en trabajos de investigación. Esta herramienta también permite desarrollar Redes de distintos modelos aunque por medio de un entorno MS-DOS no muy amigable. La herramienta necesita muy poca máquina para funcionar y lee ficheros de entrenamiento y test en formato ascii, por lo que ha sido muy útil a la hora de que los alumnos realizasen sus prácticas incluso fuera de la Facultad.

Prácticas

Las prácticas de las dos asignaturas de Redes de Neuronas Artificiales constan de dos partes. En primer lugar los alumnos en grupos de 2 a 4 tienen que leer y comentar uno o dos artículos sobre el tema de RNA. Obviamente el contenido y profundidad de los artículos es distinta en las dos asignaturas. Después del comentario de artículos, siguiendo con los trabajos teóricos, tienen que desarrollar un tema de RNA a partir de la información de las revistas y los libros de la Biblioteca y la búsqueda de información por Internet. Estos trabajos se exponen en clase por los grupos intentando fomentar la participación de toda la clase.

Por último los alumnos tienen que, utilizando las herramientas ya comentadas y desarrollando programas propios, resolver un mínimo de tres problemas prácticos utilizando los distintos modelos de RNA. En la asignatura de Sistemas Conexionistas estas prácticas se orientan más a que aprendan la correcta utilización de los modelos básicos de RNA, mientras que en la asignatura de 4º se intenta que experimenten con modelos avanzados como RNA fuzzy, RNA temporales, etc.

Como se comenta en el artículo de Antonino Santos del Riego de estas mismas Jornadas, todos los años se organizan ciclos de conferencias sobre temas punteros de Inteligencia Artificial en nuestra Facultad que también intentan complementar y ampliar los conocimientos de nuestros alumnos con información de las últimas investigaciones en este campo comentadas por los propios autores.

Material didáctico utilizado

Asignatura de Sistemas Conexionistas:

- FREEMAN: Redes neuronales.
- M. McCOD: Neural nets.
- H. BEALE: Neural Computing.

Asignaturas de Redes de Neuronas Artificiales (plan antiguo):

- J. RIOS y otros: Estructura dinámica y aplicaciones de las RNA. Ed. CEURA, Madrid, 1991.
- M. A. ARBIB: Cerebros, máquinas y matemáticas. Ed. Alianza Universidad, 1987.
- W. R. ASHBY: Introducción a la cibernética. Ed. Nueva Visión, 1972.

Asignaturas de Redes de Neuronas Artificiales (plan antiguo):

- J. RIOS y otros: Estructura dinámica y aplicaciones de las RNA. Ed. CEURA, Madrid, 1991.
- M. A. ARBIB: Cerebros, máquinas y matemáticas. Ed. Alianza Universidad, 1987.
- W. R. ASHBY: Introducción a la cibernética. Ed. Nueva Visión, 1972.
- J. H. Holland: Adaptation in Natural and Artificial Systems. MIT Press 1992.