

## INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA AL ANÁLISIS DE DATOS

**Dra. Estíbaliz Martínez Izquierdo**  
**Profesora E.T.S. de ingenieros informáticos**  
**de la Universidad Politécnica de Madrid**

**E**n la realidad actual, en el ámbito de la extracción y análisis de la información, implícita en grandes volúmenes de datos, se utiliza la Inteligencia Artificial (IA) en muchos campos de aplicación. Su objetivo es el tratamiento de forma masiva y automática, con una potencia de cálculo suficiente, de información que pudiera ser compleja, contenida en ficheros de datos almacenados. Forma parte junto con la Estadística, de las bases en las que se apoya la Minería de Datos (Data Mining). De manera simplificada se puede indicar que la Estadística, tiende a inferir a situaciones más generales, los resultados obtenidos en un caso estudiado, mientras que la IA ofrece soluciones a problemas planteados, mediante integración algorítmica y automatización de procesos, tratando de optimizar su coste computacional.

Para definir de alguna manera lo que es la Inteligencia Artificial, quizás la primera cuestión que debería plantearse es qué es lo que se entiende por inteligencia. Por ejemplo se podría indicar que se trata de la capacidad para adquirir y aplicar conocimiento, o la facultad de pensar y razonar. Ya en 1950 Turing, en un artículo para la revista *Mind* (*Computing Machinery and Intelligence*) propuso una definición operacional basada en un test para identificar la inteligencia de una máquina. Está superaba el test de inteligencia, si un ser humano, después de plantearle algunas cuestiones, no podía discriminar si las respuestas obtenidas procedían o no de una persona.

Cuando al término Inteligencia se le añade Artificial (acuñado por John McCarthy en los años cincuenta) ninguna de las definiciones propuestas por diversos científicos, son universalmente aceptadas. Una buena definición podría expresarse como la simulación de la inteligencia humana por un computador, con el fin de hacer que la máquina sea capaz de identificar y utilizar el “conocimiento” en una etapa determinada de la solución de un problema planteado. Es por ello, que a menudo también se denomina Inteligencia Computacional.

La IA se abre a un gran horizonte de aplicaciones y en particular, desde hace algún tiempo, sus algoritmos incluidos en las técnicas de la Inteligencia Computacional (IC), son aplicados con mucho éxito en tareas de procesamiento de imagen, teniendo en cuenta los estrictos requisitos que son inherentes a este campo científico, para tener resultados óptimos en cualquier aplicación planteada. Se le añade además que hay un tipo de imágenes, pesadas desde un punto de vista computacional, cuyos ficheros contienen un gran volumen de información, como son las utilizadas en el campo de la Teledetección; la IA, con sus características comentadas, se plantea como una buena alternativa para procesar y analizar los datos contenidos en estas imágenes.

Quizás es el momento de mostrar algunos ejemplos de aplicación de la Inteligencia Computacional a imágenes registradas mediante Teledetección.

## Aplicación de Redes Neuronales Artificiales en la detección de áreas afectadas por fuegos

Una característica típica de las Redes Neuronales Artificiales es que son claramente de inspiración biológica. Su diseño como su nombre indica, está inspirado principalmente en la estructura del cerebro humano. En lugar de adoptar la arquitectura de procesamiento serie del tipo clásico Von Neumann, una red neuronal artificial consta de un gran número de unidades de computación o neuronas, que están interconectadas masivamente entre sí al igual que las neuronas reales en el cerebro humano están interconectadas con los axones y las dendritas. De una manera resumida, se puede indicar que cada una de las conexiones entre las neuronas artificiales se caracteriza por poseer un peso ajustable que puede ser modificado a través de un proceso de entrenamiento, de tal manera que el comportamiento global de la red cambia de acuerdo a la naturaleza de ejemplos específicos de entrenamiento proporcionados, recordando los procesos de aprendizaje humano.

El modelo de este ejemplo (Figura 1), denominado GCS (Growing Cell Structures) es un tipo de mapa autoorganizativo (SOM) que tiene una arquitectura dinámica soportada por la inserción y eliminación de neuronas durante el proceso de adaptación de la red. Se engloba dentro del grupo de métodos no supervisados, es decir la red tiene una capacidad de adaptación, sin necesidad de un "tutor" que monitorice el proceso de entrenamiento.

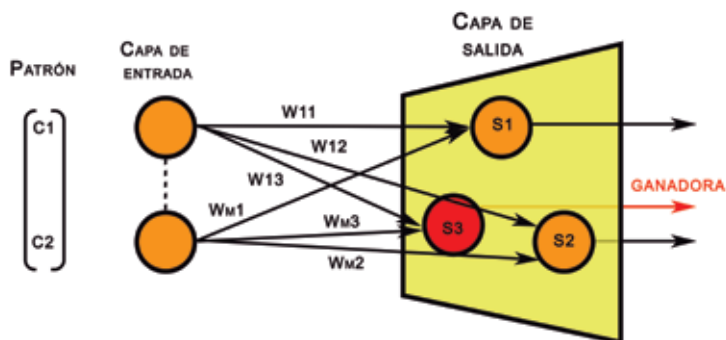


Figura 1. Esquema de un ejemplo de una arquitectura de una red GCS con tres neuronas.

En este ejemplo, se muestra el potencial de las redes GCS en la detección de áreas afectadas por incendios registrados en imágenes MODIS. Se comprueba que en tipologías de cubiertas terrestres es capaz de discriminar este modelo de red. Además se utiliza como base para el estudio de índices espectrales que discriminen las zonas de la imagen que corresponden con áreas que se estén quemando del resto de cubiertas. El resultado obtenido es el que está reflejado en la imagen representada en la Figura 2.



Figura 2. Resultados de detección de áreas afectadas por incendios en Asturias (18-22 Marzo de 2009).

## Aplicación de Algoritmos Genéticos en la clasificación Fuzzy de imágenes de satélite

La lógica difusa es utilizada frecuentemente por los seres humanos para describir sucesos cotidianos, o como por ejemplo, para apreciar la altura de un edificio o la velocidad de un vehículo. Normalmente hay una tendencia a indicar sin dar valores numéricos, referencias lingüísticas (alto, rápido) que evalúan aproximadamente a que nivel de velocidad o de altura se refieren. Para imitar este aspecto de la cognición humana en una máquina, la lógica difusa evita la asignación arbitraria de un valor numérico particular a una sola clase en un proceso de clasificación. En su lugar, se definen cada una de esas clases como un conjunto difuso en lugar de como uno clásico, y se asigna un conjunto de valores de pertenencia difusa en el intervalo  $[0,1]$  para cada clase. Así expresa el grado de pertenencia del valor numérico particular, en la clase, generalizando así el concepto de grados de pertenencia a una clase.

En ciertas imágenes registradas por teledetección, la presencia de zonas de heterogeneidad espectral en la imagen, puede conducir a resultados poco satisfactorios cuando se aplican métodos clásicos de clasificación temática. Otros clasificadores, como los

difusos o basados en lógica difusa, incluyen información adicional en el proceso de clasificación mediante sistemas basados en reglas. Los píxeles u objetos pueden ser clasificados mediante la aplicación de una serie de reglas basadas en unos términos lingüísticos y en sus atributos.

La generación de un conjunto de reglas es el paso crítico en el proceso de clasificación. Estas reglas se pueden generar de manera subjetiva por un experto humano, o de manera automática. Por lo tanto, resulta muy útil disponer de algoritmos que permitan realizar esta tarea de adquisición de conocimiento, de manera objetiva y automática. Los métodos difusos están orientados principalmente a la adquisición de reglas difusas tipo IF-THEN que se traducen a código binario y conjuntos difusos. Una de sus ventajas es que la adquisición se hace a partir de datos numéricos, por lo que el método es especialmente útil en dominios en los que no existe un experto o bien éste no tiene un conocimiento sobre él.

Los algoritmos genéticos son algoritmos evolutivos que pertenecen a un grupo de técnicas estocásticas que utilizan los conceptos de evolución biológica. Actúan sobre una población de soluciones potenciales aplicando los principios de diversidad de individuos y supervivencia del más fuerte, para producir mejores aproximaciones a una solución. La idea subyacente en los algoritmos genéticos de adquisición de datos difusos, es la obtención de un conjunto de reglas óptimo: Mínimo número de reglas que resuelvan el problema que se esté tratando, mediante la aplicación de los operadores genéticos: Mutación y entrecruzamiento.

La imagen multispectral utilizada en este ejemplo es una escena, registrada por el sensor Landsat TM, situada geográficamente en los alrededores de Madrid. El proceso de construcción del sistema de clasificación difusa se inicia con la generación de reglas y reducción de la base de reglas mediante algoritmos genéticos. Posteriormente se aplica el método de clasificación a nuevos patrones con las reglas adquiridas, lo que constituye la inferencia del modelo. La información de partida para el desarrollo de este proceso, la constituye un conjunto de patrones de entrenamiento etiquetados de acuerdo a las clases estimadas para los elementos del dominio en estudio. Asimismo se deben establecer los atributos, sus términos lingüísticos (valores cualitativos) y las funciones miembro (valores cuantitativos) que constituyen las particiones del dominio de aplicación de la metodología (Figura 3).

En la Figura 4 se muestra el diagrama que representa el algoritmo de generación del conjunto de reglas.

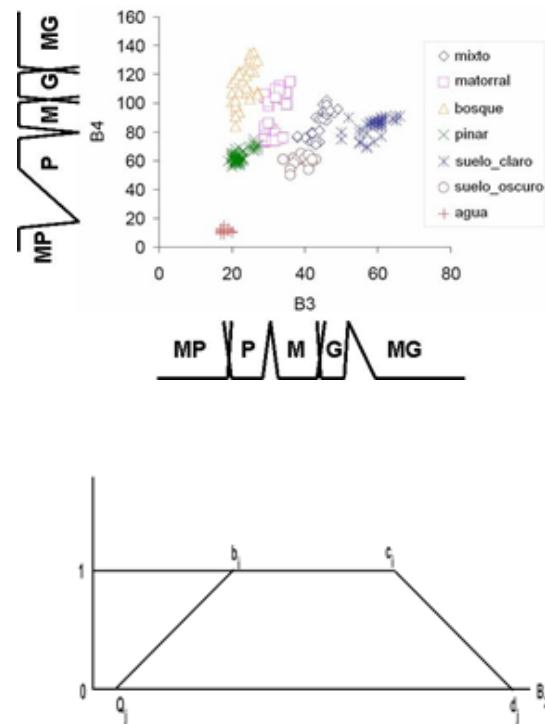
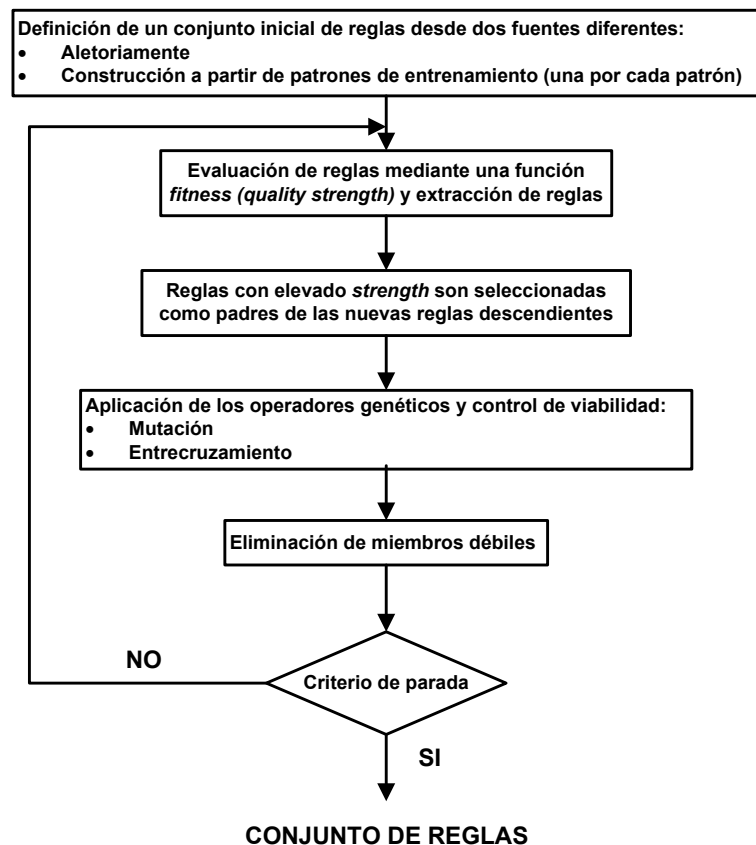


Figura 3. Diagrama de dispersión 2D (B3/B4 de una imagen LANDSAT) de áreas de entrenamiento (en valores de niveles digitales entre 0 y 255) correspondientes a las clases detectadas, junto con la definición de los términos lingüísticos (Muy Pequeño, Pequeño, Medio, Grande y Muy Grande).

Figura 4. Diagrama de generación de reglas difusas.



El conjunto de reglas obtenidas para el ejemplo expuesto se refleja en la Tabla 1.

REGLAS (Ri)
R1: IF B3=muy pequeño, B4=pequeño THEN pinar 1,0000;
R2: IF B3=pequeño, B4=pequeño THEN pinar 1,0000;
R3: IF B3=muy grande, B4=pequeño THEN suelo claro 1,0000;;
R4: IF B3=muy grande, B4=medio THEN suelo claro 1,0000;
R5: IF B3=grande, B4=medio THEN mixto 1,0000;
R6: IF B3=medio, B4=pequeño THEN matorral 1,0000;
R7: IF B3=medio, B4=medio THEN matorral 1,0000;
R8: IF B3=medio, B4=pequeño THEN suelo oscuro 1,0000;
R9: IF B3=grande, B4=pequeño THEN suelo oscuro 1,0000;
R10: IF B3=pequeño, B4=medio THEN bosque 1,0000;
R11: IF B3=muy pequeño, B4=muy pequeño THEN agua 1,0000;
R12: IF B3=pequeño, B4=muy pequeño THEN agua 1,0000;

Tabla 1 . Cuadro de reglas obtenidas para el ejemplo.

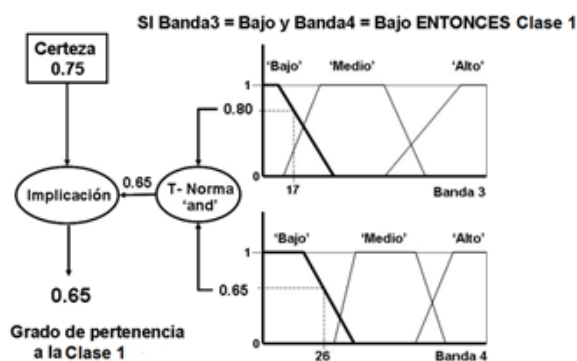
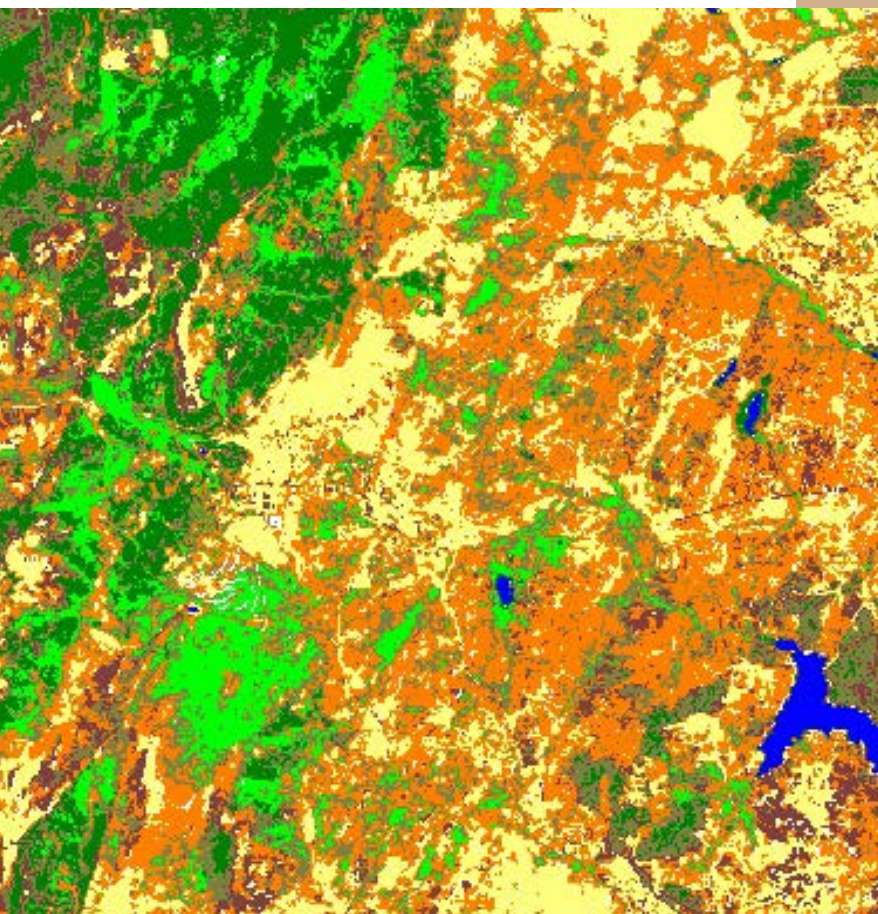


Figura 5. Ejemplo de aplicación del Modus Ponens Difuso al problema de clasificación de patrones.

La inferencia aplicada a la clasificación de patrones es un caso particular del Modus Ponens Difuso, donde la diferencia fundamental es que los patrones se definen sobre valores numéricos y no sobre términos lingüísticos. De esta forma, el consecuente de la regla está constituido por una clase. Como se puede observar en la Figura 5, se ilustra la inferencia del modelo con un ejemplo de clasificación. El resultado de clasificación se refleja en la Figura 6.



Se verificó mediante análisis de error de la clasificación, que la fiabilidad global del resultado superaba el 96%.

En estos dos ejemplos mostrados se comprueba como la Inteligencia Artificial es una buena alternativa para el análisis de este tipo de datos.

Autor:  
Estíbaliz Martínez Izquierdo.  
Profesora E.T.S. de Ingenieros Informaticos  
de la Universidad Politecnica de Madrid.

Fig 6. Imagen LANDSAT clasificada.

