

6. APLICACIONES BÁSICAS DE LOS SISTEMAS CONEXIONISTAS

1. RECONOCIMIENTO DE PATRONES: Voz, imágenes, objetivos en Radar, etc.
2. CLASIFICACIÓN: Etiquetar a todos los elementos iguales con la misma etiqueta.
3. AGRUPAMIENTO (CLUSTERING): Poner en un mismo grupo patrones parecidos.
4. OPTIMIZACIÓN: Reconoce el mejor patrón entre varios (Ej. Problema del viajante).
5. DIAGNÓSTICO: En función de 1 y 2 concluye una sentencia.
6. PREDICCIÓN: En función de datos previos ofrece patrones futuros. Muy adecuados en series temporales (índices socioeconómicos, de producción, de ventas, etc.), sobre todo con ventana temporal fija.
7. TOMA DE DECISIÓN: Teniendo a 5 en cuenta ordena la ejecución de una acción.
8. ADQUISICIÓN, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS, NOTICIAS Y CONOCIMIENTOS: Incluso cuando son ambiguos y/o implícitos.
9. SIMULACIÓN: Generación de patrones en función de datos, incluso dinámicos. Por ejemplo fenómenos atmosféricos, flujo cardíaco, estudios de penetración aerodinámica, etc.
10. FILTRADO: Eliminación de datos incorrectos o “ruido” en señales y/o imágenes.
11. CONTROL DE SISTEMAS: Incluso multivariados: Desde electrodomésticos a robots y vehículos móviles y articulados.
12. ALMACENAJE DE PATRONES ESPACIO-TEMPORALES: Clasificación en tiempo real.

6.1. Consideraciones a la Aplicación de Sistemas Conexionistas

- Se usan, sobre todo en tareas tediosas, molestas o inadecuadas para el ser humano o para otras técnicas de computación.
- Tener cuidado con los productos de desarrollo que se ofrecen.
- Solo se publican los éxitos, no los fracasos; y a veces, no son tales.
- Se comienza a percibir una falta de fundamentos teóricos sólidos para todas las aplicaciones que se pretenden en la actualidad por parte de algunos investigadores y, sobre todo, de las casas comerciales.
- Se espera que los Sistemas Conexionistas sean libres de error, cosa no cierta, y si fallan se descalifican totalmente sin razón.
- Se están haciendo investigaciones para dotar a los Sistemas Conexionistas de capacidad de explicación del porqué de sus conclusiones. Todavía sin demasiado éxito (Gallant).
- Pueden actuar en tiempo real.

6.2. Aplicaciones RNA

- **Biológicas:** Simbiosis con Neurociencias. Identificación del Genoma. Simulación de partes y circuitos cerebrales.
- **Económico-Financieras:** Adjudicación de créditos, reconocimiento de morosos, selección de candidatos a empleos, etc.¹¹
- **Robótica:** Control de brazos articulados, vehículos sin conductor, control de automatismos, etc. Muy útiles en situaciones críticas que requieran una respuesta rápida. Planificación de tareas.
- **Manufactura-Industria:** Control de calidad y selección de partes en cadenas de montaje, modelización de procesos químicos estables y/o reacciones dinámicas, control de sistemas de producción, etc.
- **Defensa-Policiales:** Reconocimiento de objetivos ambiguos en entornos cambiantes, discriminación de amigo-enemigo, detección de explosivos, reconocimiento de sospechosos, control de trayectorias balísticas, optimización de recursos logísticos, etc.

- **Electrónica:** Diseño y prueba de circuitos, detección de “chips” defectuosos, etc.
- **Ecología:** Predicción Atmosférica, evaluación del Impacto Ambiental, etc.
- **Telecomunicaciones:** Eliminación de ruidos de canal, adjudicación de prioridades, “routing”, encriptado de mensajes (codificación-decodificación de caracteres).
- **Visión Artificial:** Mejora de imágenes, reconocimiento de patrones con alteraciones de tamaño, angulación, incompletos, interpretación de imágenes, etc.
- **Transportes:** Planificación de viajes: horarios, itinerarios, etc. Control y pilotaje automático de trenes, coches y aviones.
- **Reconocimiento de caracteres escritos y hablados.**
- **Geología:** Reconocimiento de yacimientos y movimientos sísmicos.
- **Biomédicas:** Reconocimiento y manipulación de señales e imágenes biomédicas, toma de decisión, diagnóstico clínico, predicción de actuaciones terapéuticas, control de terapias, rehabilitación y ortopedia, etc.
- **Lenguaje:** Procesamiento de la voz, eliminación de ruido en sonidos, conversión de texto a voz y viceversa, reconocimiento de caracteres escritos, etc.
- **Informática:** Análisis y optimización de estructuras de datos y programas.
- **Neurocontrol:** Control preciso en situaciones difusas.

6.3. Hardware Conexionista

TABLAS COPROCESADORAS: Son un punto intermedio entre la simulación software en computadores digitales secuenciales, cierta dosis de procesamiento paralelo de la información; ganando, por tanto, en tiempo de ejecución y en capacidad de cómputo.

IMPLEMENTACIONES “PIPELINE” DE TECNOLOGÍA DIGITAL VLSI: Constituyen la 1ª generación de HW conexionista ya que tenían un cierto nivel de procesamiento paralelo de la información. Algunos ejemplos de productos de este tipo son: TRW, MARK III, SIGMA I, etc, los cuales se encuentran

actualmente disponibles comercialmente. Suelen tener aproximadamente 60.000 elementos de procesamiento y manejar aproximadamente 106 conexiones (aproximadamente 10-30 veces la potencia de un VAX 11/780 de Digital). Se utilizó un chip VLSI para reconocimiento de patrones de objetivos en Radar.

VERDADERO HW CONEXIONISTA: Los primeros productos datan de los años 50 y fueron desarrollados, en los laboratorios Bell, para efectuar filtrado de comunicaciones y evitar ruidos en telefonía. Estos filtros fueron perfeccionándose, desde los que tenían implementados las RNA MADALINE de Widrow y Hoff hasta los actuales con 256 elementos de proceso y 130.000 conexiones implementando “máquinas de Boltzmann”.

También en los años 50, a mediados, el Perceptrón fue implementado en Hw por F.Roseblatt en la Universidad de Cornell.

Tras pasar por casi dos décadas de ostracismo, en los primeros años 80 se vuelve a trabajar en HW conexionista, siendo los laboratorios militares los que tienen mayor actividad; por ejemplo el de DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency). También se detecta inquietud en el mundo universitario (MIT, CALTECH, CORNELL) y en el mundo empresarial (ATT-BELL; NESTOR; THINKING MACHINES; etc.).

A finales de los 80 comienzan a aparecer máquinas conexionistas con las más variadas topologías y dinámicas. (Connection Machine, Hipercubo) y también comienza la aplicación industrial más o menos generalizada (búsqueda de yacimientos petrolíferos en Denver, simulación de procesos industriales complejos, etc.).

La Connection Machine 2 multiplica por 500 la velocidad del VAX 11/780.

Estas máquinas suelen estar controladas por computadores secuenciales tipo SUN-HP-SILICON en su funcionamiento.

Con la llegada de la tecnología óptica se comienza la era de los “NEUROCOMPUTADORES ÓPTICOS” que llegan a manejar asociativamente millones de patrones de imágenes en muy poco tiempo haciendo “feedback óptico”. El uso de cristales fotoreactivos facilita el cambio de valor de las conexiones pudiéndose implementar aproximadamente 10⁸⁻⁹ pesos/cm². Este

tipo de máquinas se han probado, muy satisfactoriamente, con modelos de HOPFIELD y de BACKPROPAGATION.

En el CALTECH (Instituto Tecnológico de California) Dimitri Psaltis está desarrollando un HW electro-óptico con chips Gallium-Arsenio separados por cristales fotoreactivos alterando sus propiedades eléctricas y generando hologramas que representan el cableado entre los chips; pudiendo, de este modo, alcanzarse 109 conexiones/cm². Tiene el problema del control flujo de la información que no es excesivamente adecuado.

Últimamente, también están apareciendo implementaciones conexionistas HW para emular el funcionamiento de determinadas zonas del SW biológico; por ejemplo el “chip coclear” o un sistema que emule parte del aparato visual, otro el hipotálamo, etc.

Finalmente, comentar que el futuro parece pasar por la implementación de HW Conexionista Biológico. Esto es, utilizando elementos biológicos (en concreto proteínas con propiedades fotorreactivas como la raddomiosina) para sustituir a los elementos de proceso (EP) incrementando tanto el número de EPs como de conexiones por cm² sin padecer los problemas típicos de una excesiva integración (calor e interferencias).