

CAPÍTULO 7

SISTEMAS DE FILOSOFÍA HÍBRIDA EN BIOMEDICINA

**Alejandro Pazos, Nieves Pedreira,
Ana B. Porto, María D. López-Seijo**

*Laboratorio de Redes de Neuronas Artificiales y Sistemas Adaptativos
Universidad da Coruña*

En este artículo se analizan las ventajas que puede aportar la utilización de sistemas híbridos en el campo de la biomedicina. Ya que los Sistemas Híbridos están compuestos por componentes de diferente origen o tipo, es necesario analizar el papel que debe representar cada uno de estos componentes, en este caso las diferentes técnicas utilizadas, y la forma de integrarlos todos para obtener un trabajo global.

7.1 INTRODUCCIÓN

Ventajas de la utilización de Sistemas distribuidos de filosofía híbrida.

Hay diversos motivos que nos inducen a la utilización de este tipo de sistemas en biomedicina:

- En la naturaleza casi nunca se abren todas las puertas con una única llave.
- Se considera oportuno utilizar cada método (técnica o procedimiento) para aquellos problemas que abordan mejor.

- La conjunción de diferentes métodos para resolver problemas complejos es una estrategia que, en la mayoría de los casos, mejora los resultados.

Lo que se busca con los sistemas de filosofía híbrida distribuida es:

- *Mejorar el ajuste* del sistema a las necesidades del Dominio, incrementando su *adaptación* a entornos cambiantes y a procesos dependientes del tiempo.
- Facilitar la incorporación de *nuevos conocimientos*.

Hasta el momento, los estudios en biomedicina relacionados con sistemas híbridos, tratan de aproximaciones generales e intentos de integración entre métodos dos a dos:

- Sistemas Expertos con Bases de Datos.
- Redes de Neuronas Artificiales con Sistemas Expertos.
- Redes de Neuronas Artificiales con Algoritmos Genéticos.

Los sistemas distribuidos de filosofía híbrida que se proponen en este artículo, cuentan con los siguientes componentes:

- Redes de Neuronas Artificiales o Sistemas Conexionistas
- Algoritmos Genéticos
- Sistemas Expertos o Sistemas Basados en los Conocimientos, que reflejarán en forma de reglas los conocimientos de los médicos especialistas, relacionando síntomas con diagnósticos.
- Bases de Datos Relacionales, Orientadas a objetos, etc. y Sistemas Gestores de Bases de Datos. En estas Bases de Datos se guardará toda

la información referente a pacientes y a enfermedades. Esto incluye datos en diferentes formatos: resultados de análisis, radiografías, ecografías, etc.

- Interfaces Avanzadas de Usuario: facilitan el uso de estos sistemas por parte de los médicos y también de los pacientes. En este punto es importante destacar la necesidad de contar con la colaboración de los futuros usuarios para el desarrollo de estas interfaces.

La parte más compleja de estos sistemas compuestos por tanta variedad de componentes, consiste precisamente en la integración de los mismos. Para abarcar este problema con la mayor facilidad posible, se descompone la integración en varios niveles:

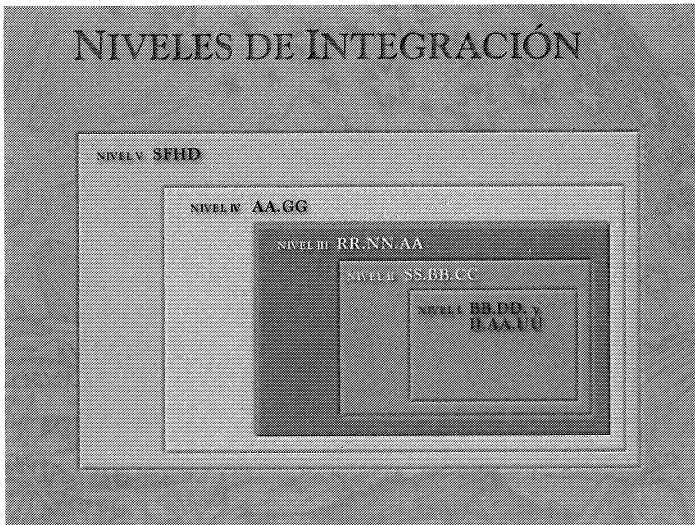


Figura 1: Niveles de Integración.

7.2 NIVEL I: INTEGRACIÓN DE BASES DE DATOS E INTERFACES AVANZADAS DE USUARIO

En este nivel se estudiará la manera óptima de aportar al usuario la interfaz oportuna en cada caso concreto. Para ello es necesario tener almacenadas en una Base de datos las diferentes pantallas que se pueden presentar al usuario, así como información relativa a la función de cada una de ellas.

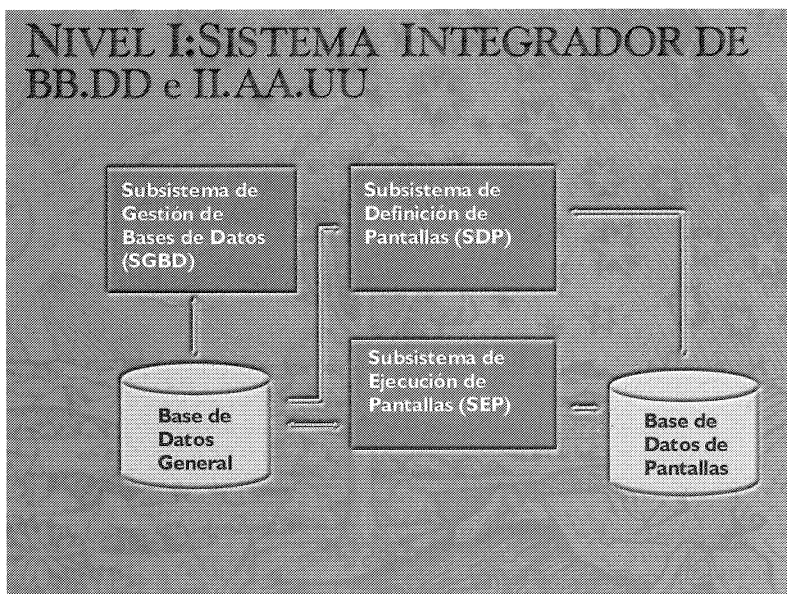


Figura 2: Nivel I: Sistema Integrador de Bases de Datos e Interfaces Avanzadas de Usuario.

7.3 NIVEL II: SISTEMA INTEGRADOR DEL NIVEL I CON SISTEMAS BASADOS EN LOS CONOCIMIENTOS

Los objetivos de este nivel son los siguientes:

- Diseño de un nivel de integración simbólico “experto” integrado con el nivel I.
- Aportación de una solución satisfactoria a la problemática derivada de dominios de trabajo complejos con una elevada tasa de cambio de los conocimientos: en el ámbito de la Biomedicina son muchos los factores que pueden influir en un diagnóstico, pero es necesario tenerlos todos en cuenta. Hacer esto de manera consciente requiere un esfuerzo intelectual grande que se facilita al utilizar este tipo de sistemas.
- Desarrollo de los esquemas de representación de los conocimientos, control y razonamiento óptimos en la integración de Sistemas Basados en los Conocimientos con otras técnicas de Inteligencia Artificial e Informática en general.
- Análisis de las posibilidades de manipulación de grandes Bases de Datos mediante su integración con Sistemas Basados en los Conocimientos.



Figura 3: Nivel II: Sistema Integrador de Sistemas Basados en los Conocimientos con el Nivel I.

Se puede considerar que este nivel está dividido en dos subniveles de abstracción:

- Subnivel de Abstracción Superior: Utiliza un mecanismo de razonamiento basado en Reglas de Producción (técnica muy contrastada):
 1. Evento, Acción - Actualización y Consulta.
 2. Etiquetas semánticas para la Señalización de los Registros del

Nivel I que satisfacen cada una de las reglas.

- Subnivel de Abstracción Inferior:

Por un lado se ocupa del mecanismo de Razonamiento Basado en Restricciones:

- Aconsejable en dominios grandes.
- Restricciones: Relación de compatibilidad entre pares (variable-valor)

Por otro, se encarga de la Generación del Espacio de Restricciones:

- Diseñadas Inicialmente por el Ingeniero de Conocimiento.
- Adaptación de Casos Análogos soportados por Bases de Datos.
- Además, en tiempo de ejecución, se pueden establecer restricciones que se definen en función de las reglas del nivel de abstracción superior.

7.4. NIVEL III: INTEGRACIÓN DE REDES DE NEURONAS ARTIFICIALES CON EL SISTEMA DEL NIVEL II.

En biomedicina, como la búsqueda de soluciones se desarrolla en espacios grandes y complejos, se requiere capacidad de adaptación para trabajar con datos incompletos, imprecisos, inconsistentes e inciertos, además de dependientes del tiempo.

Las Redes de Neuronas Artificiales se han demostrado en multitud de dominios y situaciones como unas herramientas eficientes para manejar este tipo de datos.

Se plantean como tareas en este nivel:

- Explorar las ventajas, para todas las fases del desarrollo de las redes de neuronas artificiales. (diseño, entrenamiento, test, etc.), de su incorporación en los sistemas resultantes de los niveles I y II.
- Diseñar un nuevo esquema de manipulación de múltiples jerarquías de redes de neuronas artificiales. que mejore los desarrollos conexionistas convencionales.
- Extraer nuevos conocimientos y relaciones de los datos residentes en las Bases de Datos.
- Atender aquellas facetas en las que los sistemas del nivel II no se muestran eficientes.

La integración de Redes de Neuronas Artificiales y Bases de Datos implica al sistema:

- Modelizar el dominio
- Preprocesar los datos y automatizar e incrementar las capacidades de los conjuntos de entrenamiento y test
- Facilitar la Manipulación y Direccionamiento de jerarquías de las Redes de Neuronas Artificiales
- Incorporar integridad, consistencia, restricciones y seguridad a las Redes de Neuronas Artificiales y a sus conjuntos de entrenamiento y test.

Además, la integración de Bases de Datos y Redes de Neuronas Artificiales facilita:

- La reutilización modular de las Redes de Neuronas Artificiales
- La incorporación de las Redes de Neuronas Artificiales en entornos distribuidos en red
- La investigación en arquitecturas, diseño, rendimiento, resultados, etc. de las Redes de Neuronas Artificiales.

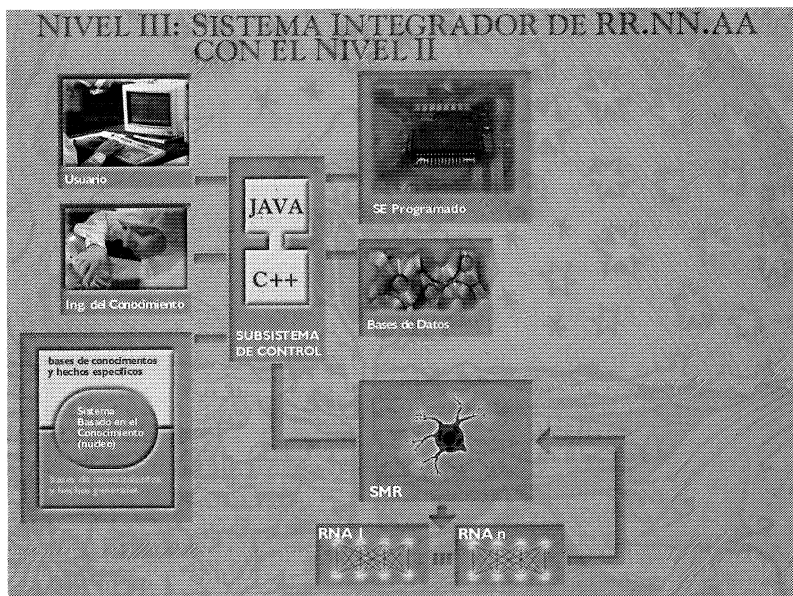


Figura 4: Nivel III: Sistema Integrador de Redes de Neuronas Artificiales con el Nivel II.

7.5 NIVEL IV DE INTEGRACIÓN DE ALGORITMOS GENÉTICOS CON EL NIVEL III

Lo que se busca en este nivel es lo siguiente:

1. El estudio empírico del diseño de las Redes de Neuronas Artificiales.
2. La mejora de los resultados alcanzados con el sistema del nivel III.
3. La Selección, para cada RNA, de conjuntos de entrenamiento optimizados.

Tareas vinculadas con este nivel:

- Utilización de Bases de Datos para el entrenamiento de grandes jerarquías de Redes de Neuronas Artificiales mediante Algoritmos Genéticos distribuidos, para incrementar considerablemente las capacidades y resultados de este tipo de sistemas.
- Estudio de la integración, dentro del esquema general, de un módulo evaluador de arquitecturas conexionistas, mediante Algoritmos Genéticos, para la configuración automatizada de las arquitecturas del nivel III, en función del tipo de problema a resolver.
- Armonización y automatización de las distintas fases de desarrollo de Redes de Neuronas Artificiales: diseño de los conjuntos de entrenamiento, ajuste de los parámetros de las arquitecturas y procesos de entrenamiento.
- Análisis de las posibilidades de mejora de la adaptabilidad de los sistemas de nivel III a la resolución de problemas de naturaleza temporal.

Resultados que se pueden obtener del desarrollo automático de redes de neuronas Artificiales mediante Algoritmos Genéticos:

- Selección automática de características de diseño.
- Ahorro de un 80-90% de tiempo de entrenamiento.
- Selección de los conjuntos de entrenamiento óptimos en problemas temporales.
- Atenuación Temporal.



Figura 5: Nivel IV: Sistema Integrador de Algoritmos Genéticos con el Nivel III.

7.6 NIVEL V DE REDISTRIBUCIÓN: INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DISTRIBUIDOS DE FILOSOFÍA HÍBRIDA.

Los objetivos de este nivel consisten en:

- Mejorar los resultados aportando la flexibilidad y adecuación precisa de los sistemas resultantes a las necesidades de dominios complejos.
- Garantizar la consistencia e integridad del sistema global, mediante un sistema de control independiente a todos los niveles anteriormente descritos.
- Facilitar el control centralizado de tareas distribuidas, mediante una arquitectura “en bus”, pudiendo llevarse a cabo las tareas en paralelo.

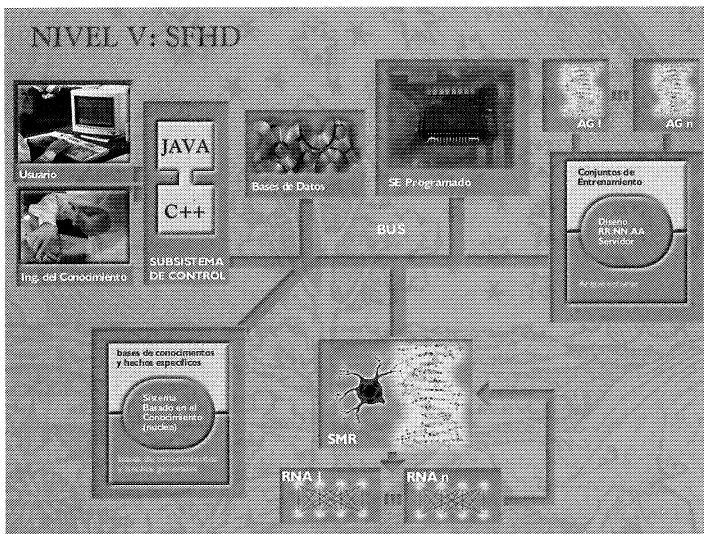


Figura 6: Nivel V: Sistemas de Filosofía Híbrida Distribuidos.

Lo que se consigue con esta fase es:

- Se aprovechan las ventajas de las redes de datos y las arquitecturas de procesamiento distribuido.
- Se independizan los diferentes niveles o módulos de integración entre sí, adecuando el alcance de las técnicas utilizadas a las necesidades específicas del dominio a tratar.
- También se independizan dichos niveles de integración de los desarrolladores de aplicaciones e, incluso, de las plataformas “hardware” y “software” utilizadas.
- Se aprovechan las posibilidades y ventajas del acceso a Bases de Datos remotas (del dominio de aplicación, del dominio conexas, del dominio evolutivo, etc.)

Se sigue el principio de “Divide y Vencerás” emulando el esquema de funcionamiento de las actuales arquitecturas de computadores “en bus”.