

# Diseño de un sistema híbrido neurodifuso para efectuar pre-diagnósticos de patologías cardiacas

*Design of a hybrid neuro-fuzzy system for pre-diagnosis of cardiac pathologies*

Miguel Patiño-Ortiz<sup>1</sup>, Alexander S. Balankin<sup>1</sup>, Daniel A. Vergara Zamora<sup>1</sup>, Julián Patiño-Ortiz<sup>1</sup>, Luz Yazmín Villagrán-Villegas<sup>2</sup> y Miguel A. Martínez-Cruz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Politécnico Nacional (México)  
<sup>2</sup> Universidad Veracruzana (México)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/8973>

Efectuar un pre-diagnóstico clínico de alguna patología cardíaca en una institución pública en México, toma tiempo de espera; por lo que el sistema planteado pretende disminuir el tiempo de diagnóstico, y tiene como objetivo resolver esta deficiencia, ya que al tener un algoritmo matemático puede ser programado e implementado en cualquier plataforma con un sistema operativo, reduciendo el costo del equipo, ya que solo los electrodos son requeridos. Además, puede ser implementado en equipos móviles, lo cual incrementaría su portabilidad.

La principal contribución de este trabajo es analizar y caracterizar las señales eléctricas del corazón [1], con técnicas y herramientas como las redes neuronales, sin la necesidad de un modelo matemático único para cada individuo y sin el uso de un electrocardiógrafo.

El análisis de los resultados, nos permite considerar al modelo como una posible herramienta de apoyo en el pre-diagnóstico clínico de algunas patologías cardiacas. La investigación permitirá realizar el diagnóstico adecuado de tres patologías como: taquicardia ventricular, fibrilación ventricular y fibrilación auricular, y también para detectar una señal de un corazón sano.

El sistema híbrido neuro-difuso permitirá caracterizar y modelar el comportamiento del corazón, debido a que son sensibles a las fluctuaciones de las señales analizadas.

En un diagnóstico médico donde se implementa un sistema experto, el uso de un Perceptrón Multicapa (PMC) es muy común, debido a la naturaleza no lineal del cuerpo humano, además para el análisis de cada individuo se requiere un modelo matemático distinto [2].

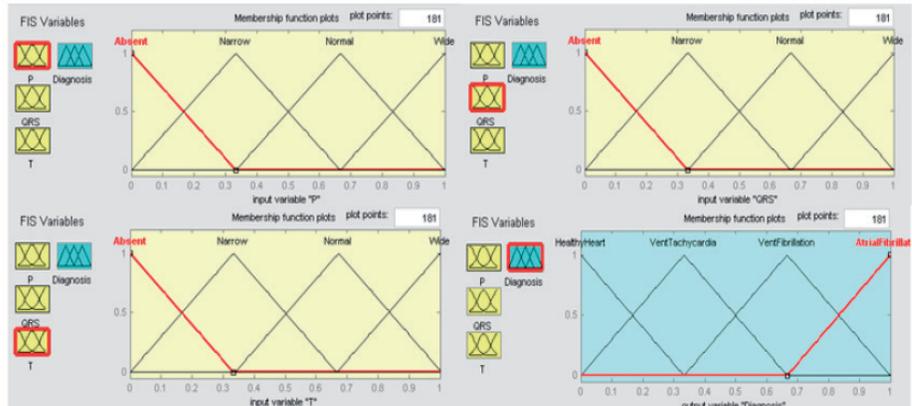


Fig. 1: Funciones de pertenencia: (a) Función de pertenencia para la onda P, (b) Función de pertenencia para el complejo QRS, (c) Función de pertenencia para la onda T y (d) Funciones de pertenencia para la salida, pre-diagnóstico

El principal resultado de este algoritmo es la propuesta y diseño de un modelo matemático de una red neuronal, capaz de caracterizar la señal eléctrica proveniente de los diez electrodos conectados a un paciente, obteniendo tres valores de salida característicos para cada onda en una señal de EKG: onda P, complejo QRS y Onda T. Se obtiene el comparador difuso para la interpretación de los valores de la red neuronal y el diagnóstico.

Para el diseño de la etapa de pre-diagnóstico se utiliza un controlador difuso Mamdani [1][3], con tres entradas (Onda P, Complejo QRS y Onda T), que son las salidas de la red neuronal PMC, y cuatro salidas (Taquicardia ventricular, fibrilación ventricular, fibrilación auricular y corazón sano) que son el pre-diagnóstico de tres patologías cardiacas y un corazón sano.

Para el diseño de las reglas se utilizan las características de cada patología cardíaca. Las características de cada complejo u onda son: ausente, estrecho, normal y grueso, de esta manera se propone implementar cuatro funciones de pertenencia para cada entrada, y cuatro funciones de pertenencia para una sola salida, que es el pre-diagnóstico, una por cada patología analizada y otra por la señal sana.

Para el diseño del conjunto de reglas se consideran las características anteriores como se muestra en la figura 1.

El análisis de los resultados permitió el desarrollo de un sistema que puede ser de utilidad para el médico en el diagnóstico y clasificación de cualquier enfermedad cardíaca.

En el curso de esta investigación, expertos de diferentes áreas han combinado su conocimiento y visión multidisciplinaria bajo un enfoque sistémico que permitió otra forma de análisis, interpretación y solución para el estudio de sistemas complejos, como el modelo propuesto cuyo objetivo es ayudar en el diagnóstico clínico de cualquier patología cardíaca.

## REFERENCIAS

- [1] Einthoven, W. The different forms of the Human Electrocardiogram and their signification. *Lancet* 1, 1912.
- [2] Bishop, C. *Neural Networks for Pattern Recognition*, Oxford University Press, 1995.
- [3] Ascolano, *Inteligencia artificial: modelos, técnicas y áreas de aplicación*. Editorial Paraninfo, 2003.