

Paula Celoria, Federico Nanni, Sebastián Pulenta y Matías Tajerian.

Dos proyectos son presentados. Por un lado, la implementación de red de Hopfield competitiva con mecanismo de aprendizaje winner-takes-all (WTA) para segmentación de imágenes biomédicas e identificación de tejidos. Por otro lado, la aplicación de análisis de componentes principales (PCA) y una red neuronal de dos capas para clasificación de latidos en una señal de electrocardiograma (ECG).

Introducción

La ingeniería y la tecnología cada vez más se adentra en los servicios de salud y en las ciencias médicas. En este contexto, se desarrollan distintas herramientas para facilitar el diagnóstico, contribuir en la toma de decisión y en la planificación de tratamientos, agilizar la identificación de patologías, permitir el monitoreo de pacientes de forma remota, entre muchas otras contribuciones que la aplicación de métodos ingenieriles permiten.

En este caso, se presentan dos proyectos donde estrategias de inteligencia artificial basadas en redes neuronales contribuyen con dos problemáticas: la segmentación de imágenes para identificación de tejidos, pudiendo ser útil para la localización de histopatologías, y la clasificación de latidos en una señal de ECG pudiendo ser útil para monitoreo, vigilancia o simplemente diagnóstico, dependiendo del uso previsto del dispositivo médico.

Segmentación de imágenes biomédicas

El diagnóstico por imágenes biomédicas ha ido evolucionando a lo largo del tiempo. Hoy existen numerosas estrategias modernas como la tomografía axial computarizada (TAC), resonancia magnética (MRI), medicina nuclear por radioisótopos, tomografía por emisión de positrones (PET), radiografías, fluoroscopias, entre muchas otras. Cada una se prescribe en función de diferentes aplicaciones clínicas.

La segmentación de las imágenes obtenidas por los diversos métodos por ejemplo identificar estructuras anatómicas y crecimientos patológicos, como también diferenciar tejidos blandos.

En este caso, para llevar a cabo la segmentación de imágenes se implementó una red neuronal de Hopfield competitiva con el mecanismo de aprendizaje winner-takes-all (WTA) [1]. La arquitectura de la red se la observa en la siguiente figura,

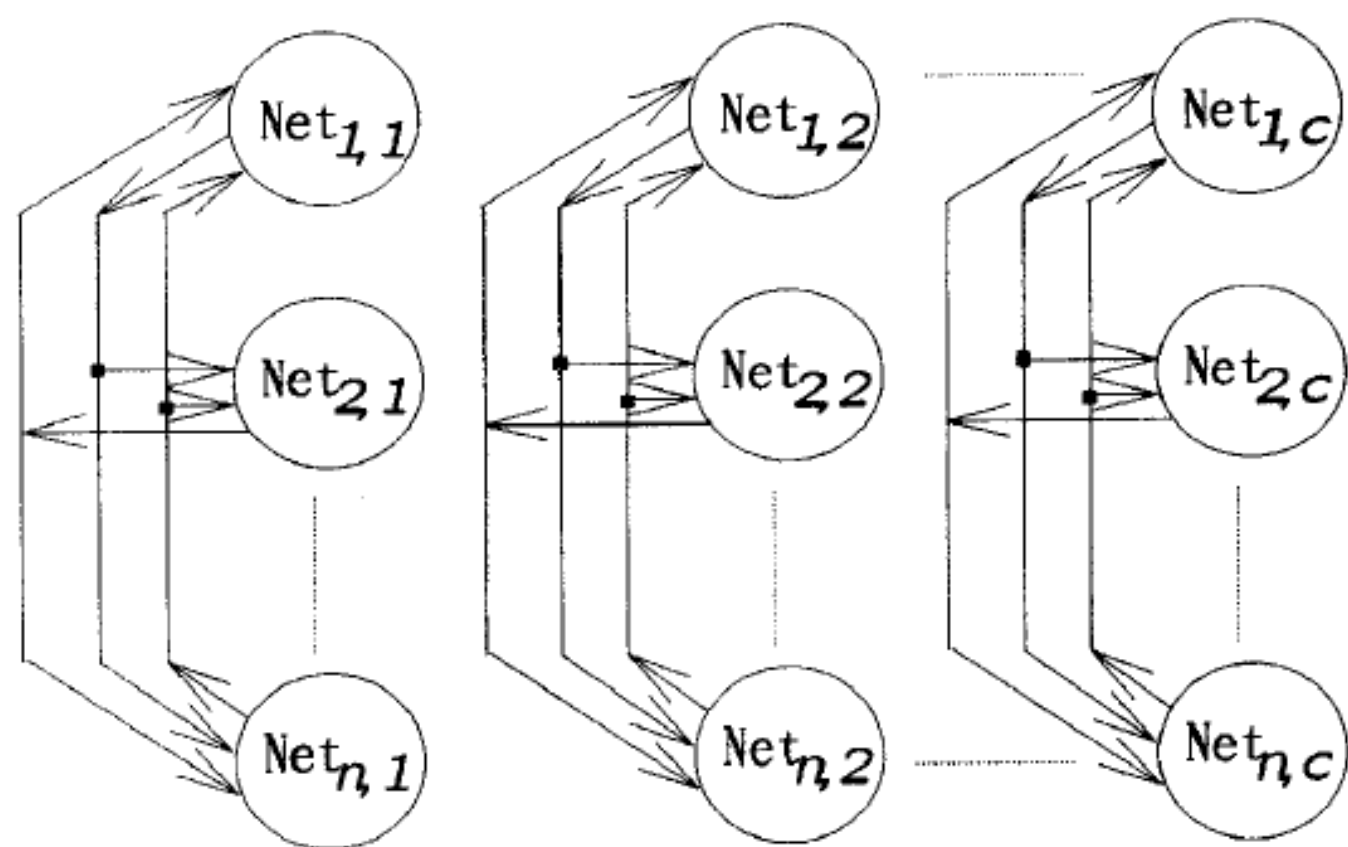


Figura 1: Arquitectura de red competitiva de Hopfield

donde n es la cantidad de clases que se desea obtener, y c es la cantidad niveles de gris, según los bits de la imagen. Cabe destacar que el tamaño de la red no depende de la dimensión de la imagen procesada.

En la siguiente figura se observa el resultado de la segmentación en 5 clases de una resonancia magnética de cerebro en el plano sagital.

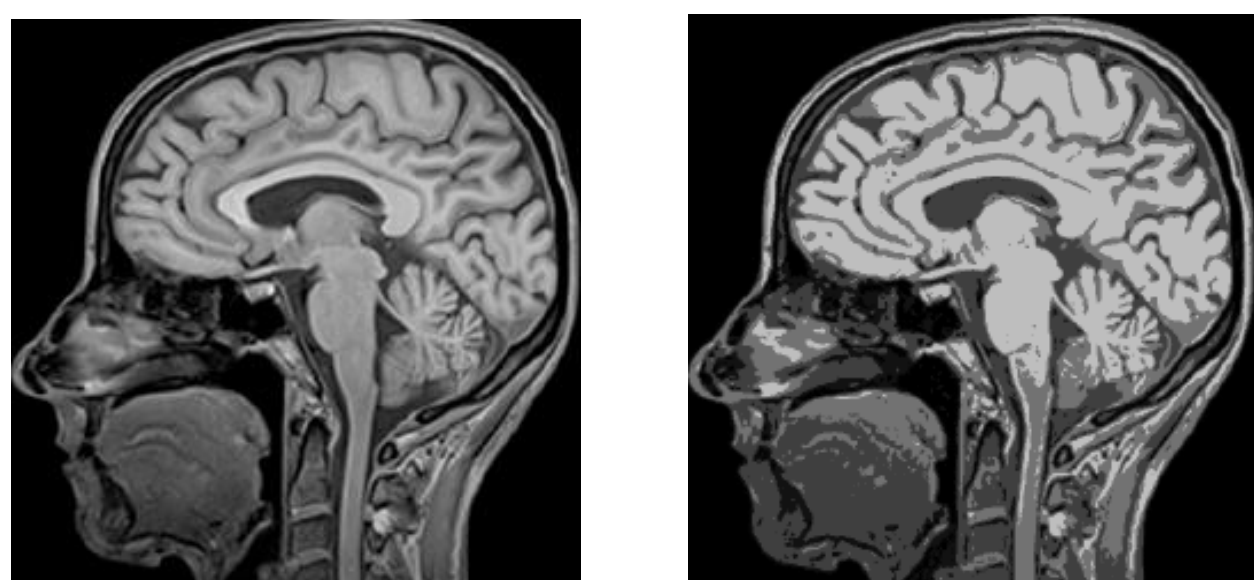


Figura 2: Imagen por MRI original (izq) y segmentada en 5 clases (der)

Clasificación de latidos

Durante el monitoreo de signos vitales o el estudio de la actividad cardíaca, es necesario identificar la frecuencia de latidos patológicos. Éstos pueden indicar arritmias u otras afecciones cardíacas en los pacientes. Para ello es necesario analizar la señal de ECG.

Para este proyecto se tomaron en cuenta 4 clases de latidos: normales, ventriculares prematuros, supraventriculares prematuros y nodales prematuros.

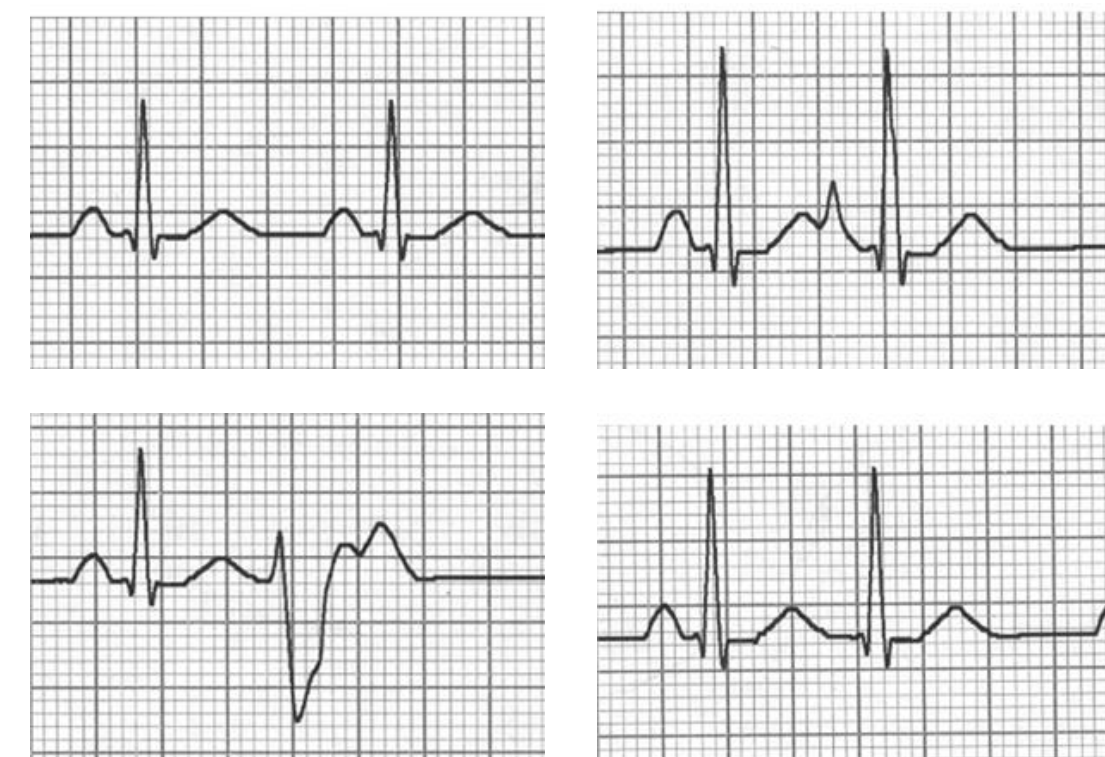


Figura 3: Latido normal (izq arriba), ventricular prematuro (izq abajo), supraventricular prematuro (der arriba) y nodal prematuro (der abajo).

El sistema de clasificación se conformó de un PCA para reducción de la dimensionalidad del problema, y una red neuronal multicapa para la clasificación.

De las bases de datos de Physionet [2] se obtuvieron señales de ECG con el objeto de entrenar al sistema. Se conformó un grupo de entrenamiento, un grupo de validación y otro de prueba.

Los resultados se plasmaron en matrices de confusión, y valores de sensibilidad y especificidad.

Clase de latido	Sensibilidad	Especificidad
Normal	99.0%	68.4%
Ventricular	99.9%	99.8%
Supraventricular	79.2%	99.8%
Nodal	62.3%	99.1%

Tabla 1: Sensibilidad y especificidad del sistema para cada clase de latido

Conclusiones

En estos dos proyectos se aplicaron conceptos de redes neuronales en el procesamiento de imágenes y señales biomédicas con el fin de contribuir en la toma de decisión clínica. Son dos claros ejemplos de cómo la tecnología y la ingeniería pueden facilitar y agilizar los procesos en el sistema de atención médica, ayudando a los profesionales de la salud.

Bibliografía

[1] Kuo-Sheng Cheng, Jzau-Sheng Lin, and Chi-Wu Mao. The Application of Competitive Hopfield Neural Network to Medical Image Segmentation. Tainan, IEEE Transactions on Medical Imaging, Vol. 15, Nº 4. 1996.

[2] Goldberger A. L., Amaral L. A. N., Glass L., Hausdorff J. M., Ivanov P. Ch., Mark R. G., Mietus J. E., Moody G. B., Peng C.K., Stanley, H. E. PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals. Circulation. 2000.

Agradecimientos

Nuestros agradecimientos a los docentes de la cátedra de Redes Neuronales para Bioingeniería, del Departamento de Bioingeniería por el aprendizaje durante la materia y durante los proyectos.