

IMPLEMENTACIÓN EN FPGA DE UN SEGMENTADOR DE FONOCARDIOGRAMAS BASADO EN LA U-NET

Daniel Enériz¹, Antonio J. Rodríguez-Almeida², Himar Fabelo³,
Nicolás Medrano¹, Belén Calvo¹, Gustavo M. Callicó²

¹Grupo de Diseño Electrónico, Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón, Pedro Cerbuna, 12, 50009, Zaragoza. eneriz@unizar.es. ²Instituto Universitario de Microelectrónica Aplicada, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. ³Fundación Canaria Instituto de Investigación Sanitaria de Canarias, Las Palmas de Gran Canaria

Gran parte de las enfermedades cardiovasculares (CVDs), que representan la mayor causa de muerte global, pueden ser detectadas a través de oscultación, aunque lamentablemente, esta es una habilidad difícil de dominar. Por ello, es especialmente interesante el desarrollo de sistemas de ayuda al diagnóstico de CVDs basados en fonocardiogramas (PCGs), que son las grabaciones de los sonidos del corazón. Una etapa básica de estos sistemas es la segmentación de los PCGs en los estados cardiacos fundamentales (S1, sístole, S2 y diástole). Para realizar dicha tarea existen varios algoritmos basados en modelos ocultos de semi-Markov (HSMM), aunque recientemente se ha presentado la adaptación de un modelo de segmentación imágenes de aprendizaje profundo (DL), la U-Net, que mejora el estado del arte [1]. Por otro lado, también debe considerarse el soporte físico que debe ejecutar el modelo. Puesto que lo ideal es que el sistema funcione independientemente de Internet y sea portable, una solución *on the edge*, donde el modelo se ejecuta en el mismo dispositivo que adquiere los datos, es la más viable.

Este trabajo presenta la parametrización de la U-Net, modificando el tamaño de la ventana de entrada, el número de características que se adquieren en cada etapa y el número de etapas de codificación/decodificación. Para entrenar el modelo se ha usado la base de datos *The CirCor DigiScope Phonocardiogram dataset* [2], que incorpora 5282 PCGs de 1568 pacientes auscultados en cuatro localizaciones. Además, se ha realizado una implementación de los modelos en FPGA (dispositivo de hardware programable) con una herramienta de síntesis de alto nivel (HLS) usando datos de punto fijo de baja resolución, estimando el impacto de los parámetros del modelo en los recursos de la FPGA, la latencia y la pérdida de precisión debida a la cuantización de los datos, quedando ésta por debajo del 0,11 % en todos los modelos.

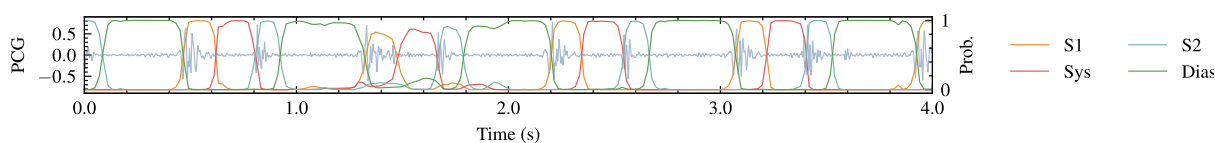


Figura. Ejemplo de segmentación del fonocardiograma.

Referencias

- [1] Renna, F., Oliveira, J., and Coimbra, MT. *IEEE J. Biomed. Health Inform.* **2019**, 23, 6, 2435-2445.
[2] Oliveira, J., Renna, F., Costa, P., Nogueira, M., Oliveira, A. C., Elola, A., Ferreira, C., Jorge, A., Bahrami Rad, A., Reyna, M., Sameni, R., Clifford, G., and Coimbra M. *IEEE J. Biomed. Health Inform.* **2021**, 26, 6, 2524-2535.