



STUDY OF INFORMATION FLOW AMONG ECG LEADS

Julián Noziglia Sahores, Valeria Bank, Manuel Meijome, Ignacio Gabriel Ziccardi, Walter Edgardo Legnani

Centro de Procesamiento de Señales e Imágenes, Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional

jnozigliasahores@frba.utn.edu.ar, vbank@frba.utn.edu.ar, mmeijome@frba.utn.edu.ar,

iziccardi@frba.utn.edu.ar, walter@frba.utn.edu.ar

Introducción

El electrocardiograma (ECG) es una herramienta fundamental para el diagnóstico y monitoreo de enfermedades cardiovasculares. Este trabajo analiza el flujo de información entre las 12 derivaciones de un ECG utilizando herramientas de teoría de la información como la **información mutua** y la **entropía de transferencia**. El objetivo final de la investigación es determinar criterios para reducir el número de derivaciones al momento de realizar un ECG.

Para el análisis, se emplearon dos bases de datos independientes y los resultados identifican las derivaciones más significativas, aportando nuevas perspectivas para **aportar en el diagnóstico y el tratamiento** de enfermedades cardiovasculares.

Metodología

Para este estudio, se utilizaron dos bases de datos públicas de señales de ECG. La primera, *The China Physiological Signal Challenge 2018 (ICBEB 2018)*, incluye 906 registros normales de ECG de 12 derivaciones, recortados a 10 segundos y remuestreados a 100 Hz. La segunda, *PTB-XL*, contiene 414 registros normales, también procesados a 100 Hz para mayor consistencia.

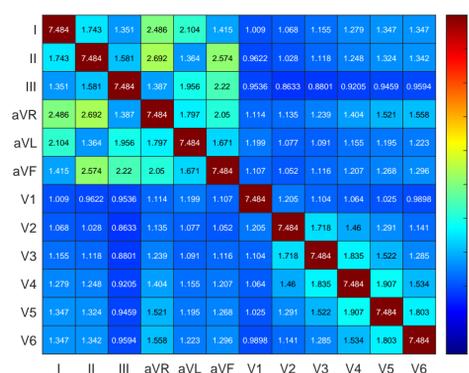
Se emplearon dos herramientas basadas en la teoría de la información para el análisis de las señales:

- **Información Mutua (MI):** es una medida simétrica que cuantifica la dependencia estadística entre dos variables aleatorias, evaluando cuánto conocimiento sobre una de ellas reduce la incertidumbre sobre la otra. En el contexto del ECG, permite entender cómo las diferentes derivaciones están relacionadas y cuánto contribuye cada una a la reducción de la incertidumbre en las demás. De este modo, proporciona información valiosa sobre las interacciones entre las señales, permitiendo identificar cuáles derivaciones aportan información y cuáles podrían ser redundantes.
- **Entropía de Transferencia (TE):** es una medida asimétrica que cuantifica la transferencia dirigida de información entre dos procesos aleatorios a lo largo del tiempo, identificando direcciones de influencia y causación en sistemas complejos como el corazón, y resultando especialmente útil para analizar cambios en el acoplamiento direccional de manera eficiente y sencilla.

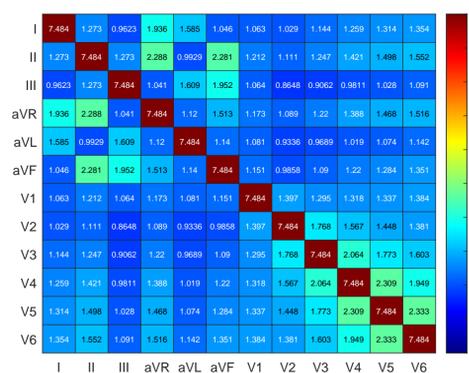
Finalmente se calcularon los valores medios de cada una de las respectivas de las bases de datos para ambas medidas consideradas.

Resultados

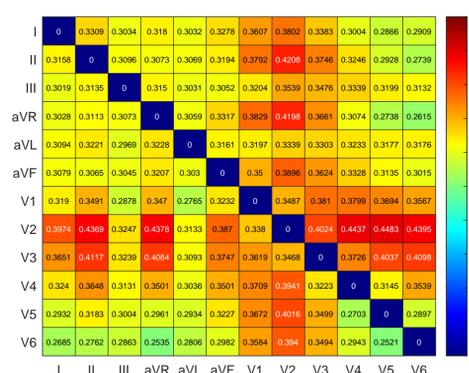
La MI y la TE entre las derivaciones del ECG fueron calculadas y analizadas utilizando algoritmos específicos. Las matrices de MI revelan estructuras simétricas y relaciones fuertes entre ciertas derivaciones, mientras que las matrices de TE destacan un flujo de información prominente en las franjas de V1-V4 y V1-V3. Ambas bases de datos muestran patrones similares de MI y TE, con los valores promedio resumidos en gráficos. Las matrices de MI muestran la auto-información en la diagonal, mientras que las matrices de TE indican flujo nulo de información dentro de una misma derivación. Se emplearon escalas de color normalizadas para mejorar la comparación de los resultados entre las bases de datos.



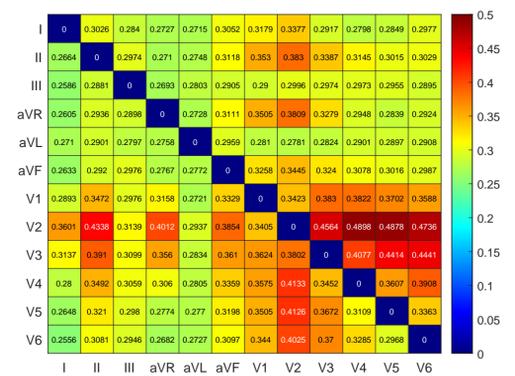
Matriz promedio de MI para la base ICBEB 2018. Se observan valores más altos de MI entre derivaciones I a aVF (plano frontal) y entre V1 a V6 (plano horizontal).



Matriz promedio de MI para la base PTB-XL. Se pueden observar patrones similares al gráfico anterior.



Matriz promedio de TE para la base ICBEB 2018. Se observan mayores valores de TE entre derivaciones V1 a V3, formando un patrón en forma de cruz.



Matriz promedio de TE para la base PTB-XL. Nuevamente se pueden observar patrones similares al gráfico anterior.

Conclusiones

- El objetivo del trabajo fue cumplido, analizando la relación entre las derivaciones de un ECG e identificando las que más información pueden aportar para los análisis posteriores.
- Se detectó un flujo de información significativo entre las derivaciones horizontales (V1-V6) y también entre las frontales, aunque con una relación más débil entre ambos grupos.
- Las derivaciones II/III y V2 se identificaron como las más útiles para análisis simplificados, facilitando estudios con menos derivaciones.

Líneas Futuras:

- Extender el análisis con personas con enfermedades cardiovasculares conocidas para validar los resultados en diferentes contextos clínicos.
- Sincronizar y normalizar los datos para mejorar los resultados.
- Colaborar con profesionales médicos especializados en ECG para interpretar los resultados y explorar nuevas aplicaciones clínicas reduciendo las derivaciones redundantes del estudio.

Este estudio abre la posibilidad de desarrollar herramientas efectivas para el análisis de ECG, las cuales podrían desempeñar un papel crucial en el diagnóstico, seguimiento de enfermedades cardiovasculares y de monitoreo de pacientes en sus hogares.