Clasificación de Arritmias en el Dominio Frecuencial: Variable PM

Iñaki Romero Legarreta *Luis Serrano Arriezu*

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Universidad Pública de Navarra
Campus de Arrosadía s.n.
31006 Pamplona, Navarra

inaki@unavarra.es lserrano@unavarra.es

ABSTRACT

This article describes a spectrum feature of ECG signals that allows the classification of dangerous arrhythmia. In order to check the classification effectiveness of this variable, the statistical method known as Anova has been used, obtaining an approximated probability of error of 0.00%. These results show that this parameter could be an effective classification feature of dangerous arrhythmia.

1. INTRODUCCIÓN

El procesado de una señal electrocardiográfica es una tarea compleja debido a varios motivos. En primer lugar debido a su aplicación para tratar enfermedades delicadas se exige un máximo de eficacia en el diagnóstico. Además los electrocardiogramas adquiridos en la superficie son muy ruidosos y presentan muchos artefactos, especialmente si estos son adquiridos de manera ambulatoria. Según su aplicación es necesario que el procesado tenga poca complejidad computacional para poder ser implementado en dispositivos pequeños de bajo consumo energético.

El dominio de la frecuencia es a menudo un buen método para caracterizar y clasificar señales ECG [2], [3] , [4] y [5]. Debido a las técnicas de obtención del espectro se plantea este dominio como una buena alternativa al dominio temporal con la posibilidad de obtener métodos de clasificación más sencillos y eficaces.

En este artículo se plantea el empleo de una variable extraída del espectro de señales ECG para la clasificación de estas en dos grupos: arritmias que requieren tratamiento de urgencia y el resto.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

A. Señales ECG

Se han tomado señales de diferentes bases de datos MIT-BIH Arrhythmia Database, MIT-BIH Malignant Ventricular Arrhythmia Database, Creighton University Ventricular Tachyarrhythmia Database, MIT-BIH Supraventricular Arrhythmia Database, MIT-BIH Normal Sinus Rhythm Database así como señales reales obtenidas en colaboración con el Hospital de Navarra.

Se seleccionaron 405 fragmentos representativos de las distintas arritmias cardiacas y se agruparon en 33 tipos diferentes de arritmias según criterios de las Academias de Cardiología.

Se tomaron grupos más numerosos como el de ritmo sinusal normal para servir como punto de referencia en la comparación con los otros grupos o anormales. También la taquicardia ventricular y fibrilación ventricular están ampliamente representadas por ser las arritmias más graves.

La longitud de las señales se estableció entre 5 y 15 segundos, siendo la mayor parte de 10 segundos. La frecuencia de muestreo se ha tomado 250 Hz.

B. Variable P.M

.

La observación directa del espectro de señales ECG nos muestra que este dominio es adecuado para la clasificación de estas señales. En la figura 1 se observa una señal ECG con dos tipos de ritmos y su espectrograma.

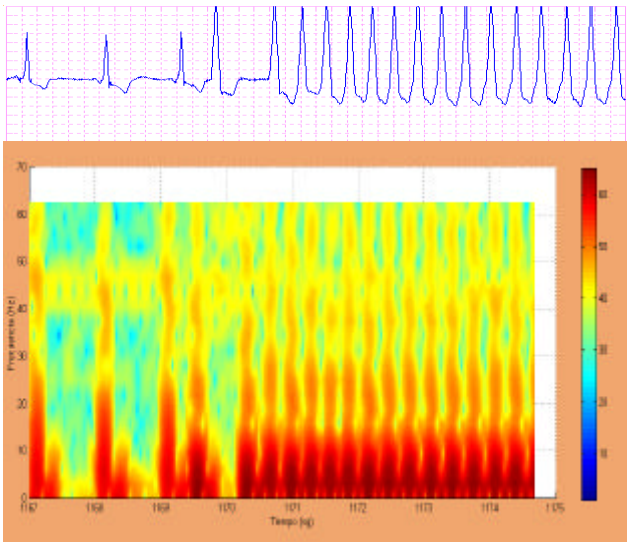

Figura 1 ECG que muestra un ritmo sinusal que degenera en una taquicardia ventricular y espectrograma del mismo.

Del estudio de los espectros de ECG de distintos tipos se propusieron una serie de variables que podrían llevar a una clasificación. Tras la realización de un estudio estadístico se observó que la variable que mejores resultados proporcionaba era la variable Punto Medio (PM). Esta variable es la frecuencia que divide el espectro en dos partes del mismo área.

La figura 2 muestra el valor de la variable PM para los distintos grupos de ECG analizados.

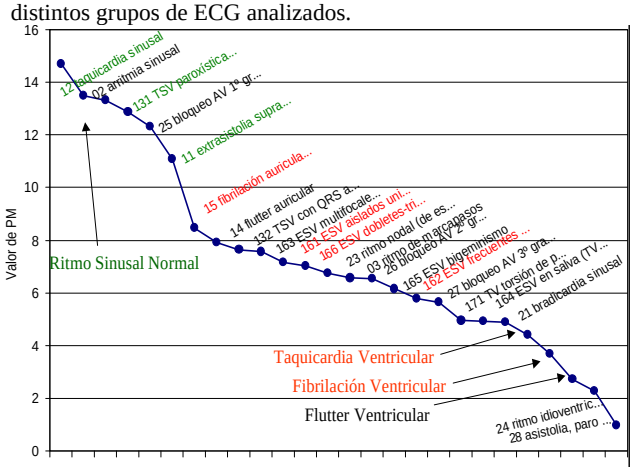

Figura 2. *Valor de la variable PM en Hz. para los distintos grupos de arritmias.*

C. Estudio estadístico

Para comprobar la propiedad clasificatoria de la variable PM se utilizó el método de la Anova (Análisis de la Varianza) [5]. Este análisis trata de contrastar si el comportamiento que tiene la variable cuantitativa, en nuestro caso la variable PM, es diferente dependiendo del grupo al que pertenezca, en este caso el tipo de arritmia. Para la realización de este análisis se clasificaron las observaciones por grupos en función del tipo de arritmia, y se compararon los grupos con el grupo de control (ritmo sinusal normal), determinando si efectivamente pueden considerarse grupos diferenciados tomando como estadístico representativo de cada uno de ellos la media del valor que toma la variable PM en cada grupo.

3. RESULTADOS

De los estudios Anova que comparaban los grupos de arritmias más importantes con el ritmo sinusal normal se obtuvieron los resultados resumidos en la siguiente tabla:

Arritmia	Probabilidad resultante	Comportamiento similar a Normal
Taquicardia sinusal	48.90874087%	SÍ
TSV paroxística con QRS estrecho	33.91486074%	SÍ
Extrasistolia supraventricular	12.41474939%	SÍ
ESV aislados unifocales	1.46716573%	NO
ESV frecuentes unifocales	0.16574338%	NO
ESV dobletes-tripletes	0.05464772%	NO
Fibrilación auricular	0.04773785%	NO
Taquicardia ventricular	**0.01304667%**	**NO**
Fibrilación ventricular	**0.00000305%**	**NO**

Dicho cuadro se presenta ordenado por la columna 'probabilidad resultante' de la prueba F, pudiendo observar cuáles son las arritmias más parecidas al ritmo sinusal normal (aquellas para las que la probabilidad resultante es mayor) y cuáles las más diferenciadas. Se aprecia que las arritmias más peligrosas tienen un comportamiento más diferenciado del grupo ritmo normal.

En un estudio Anova posterior en el que se dividen la totalidad de los registros ECG en dos grupos: uno que contiene las tres arritmias más importantes (Taquicardia, Flutter y Fibrilación Ventriculares) y un segundo grupo con el resto de las señales; comparando las medias de la variable PM de los dos grupos dio como resultado que los dos grupos eran estadísticamente diferentes con una probabilidad de error del 0.00%

4. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el estudio estadístico se puede llegar a la conclusión de que el dominio frecuencial es adecuado para implementar métodos de clasificación. Además la variable PM propuesta es una buena característica que diferencia arritmias peligrosas del resto de señales ECG. Se podría implementar un algoritmo de clasificación empleando esta variable para comprobar su eficacia. Debido a la sencillez del cálculo de ésta variable cabe reseñar que un algoritmo de clasificación basado en éste método tendrá un bajo coste computacional. Se pueden emplear otras variables nuevas para incrementar la eficacia y exactitud de un posible algoritmo de clasificación.

5. REFERENCIAS

[1] J.R. Carmona Salinas, "Prevención de muerte súbita en pacientes en espera de trasplante cardíaco" Revista Española de Cardiología, vol 53, num 05, mayo, 2000.

[2] V. X. Afonso, W. J. Tompkins, "Detecting ventricular fibrillation" IEEE Engineering in Medicine and Biology, marzo-abril 1995.

[3] J. M. Jenkins, S. A. Caswell, "Detection Algorithms in Implantable Cardioverter Dedibrillators" Proceedings of the IEEE, vol. 84, num. 3, marzo 1996.

[4] A. Rosado, et al., "Detailed study of time-frequency parameters for Ventricular Fibrillation detection" Fifth Conference of the european society for engineering and medicine. ESEM '99. Barcelona. Junio, 1999.

[5] A. Rosado, et al., "Ventricular Fibrillation detection method using Pseudo Wigner-Ville time-frecuency representation" *Fifth Conference of european society for engineering and medicine. ESEM '99.* Barcelona. Junio 1999.

[6] F. Calvo Gómez, *Estadística aplicada*, Ed. Deusto, 1978.