

Herramienta software para el estudio de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV):

Aplicación a la medida del nivel de alerta en la conducción de vehículos

Autor: Jesús Murguío

El Centro Tecnológico *Robotiker* viene realizando diferentes actividades en relación con la monitorización del estado del conductor de vehículos motorizados, principalmente conductores de automóviles o camiones para tramos largos, y los métodos objetivos para medir el nivel de alerta, en base a la gran influencia del factor humano en el número de accidentes de tráfico.

Dentro de estas actividades se ha desarrollado una aplicación programada en *Labview* y compuesta de tres módulos:

- Módulo de adquisición.
- Módulo de edición.
- Módulo de análisis.

Con el módulo de adquisición se ha optado por profundizar en la captación de señales fisiológicas del conductor, concretamente el ECG y el análisis de parámetros derivados de la misma como el HRV (*Heart Rate Variability*), cuyo estudio se basa en la detección

de la onda “R” dentro del complejo “PQRST”, más fácil de ser detectada (eléctricamente, la señal EEG es del orden de micro-voltios, mientras la del ECG es de milivoltios). Así, el sistema de adquisición está formado por un dispositivo “NI USB 6009” de *National Instruments*, y un sensor “EKG Pro/Flex SA9306” de *Thought Technology LTD*.

Existen diversos métodos para el análisis de la serie RR. Los más sencillos son los métodos estadísticos (pNN50, MIRR, MDARR...), basados en la cuantificación de la serie RR a partir de medidas estadísticas (media, desviación estándar...). Como dichos métodos no pueden separar la cantidad de variabilidad del ritmo cardíaco debida a un cierto sistema, los métodos espectrales se aprovechan de la virtud que tienen dichos sistemas de afectar en una banda determinada del espectro de la serie RR. No obstante, para realizar una estimación espectral fiable, se requiere que la serie RR sea estacionaria. Se ha comprobado que

los tests de estacionariedad son poco fiables y se recomienda una inspección visual de la señal, de esta manera el módulo de edición permite recorrer la señal y recuperar tramos de la misma hasta alcanzar porcentajes de “señal buena” por encima del 99 % de todo el tiempo registrado.

El módulo de análisis permite actuar cuando se desea analizar registros largos donde la señal ya es fuertemente no estacionaria y se requiere aplicar métodos espectro-temporales, dentro de los cuales se incluyen las distribuciones tiempo-frecuencia, los métodos espectrales variantes con el tiempo y las ondículas (“wavelets”). Además, el análisis espectro-temporal puede ser empleado también como marcador de eventos: un cambio súbito en la frecuencia de uno de los osciladores indica el inicio de un nuevo estado de regulación cardiovascular.

Las representaciones tiempo-frecuencia permiten realizar las mismas comprobaciones que los métodos espectrales variantes con el tiempo pero además aportan una determinación de la potencia de los osciladores muy exacta. En cambio, el tiempo de computación con estos métodos es mayor. La representación SPWVD y el espectrograma han demostrado ser muy eficaces en el análisis de la variabilidad del ritmo cardíaco.

Esta aplicación se está utilizando en la adquisición de la señal ECG de un conductor durante recorridos largos (>2,5 horas), edición de la misma para su máxima recuperación, y el análisis del HRV para medir la influencia de los períodos de descanso recomendados por la DGT y los ciclos circadianos sobre este tipo de medidas objetivas del nivel de alerta.

