



Universidad de
Oviedo



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE GIJÓN

GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

ÁREA DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

**MONITORIZACIÓN ECO-EFICIENTE Y PARALELA CON DISPOSITIVOS
MÓVILES. MANUAL DEL USUARIO.**

D. VILLALÓN FERNÁNDEZ, Alberto

TUTOR: D. RANILLA PASTOR, José

FECHA: Julio de 2020

Tabla de contenido

MANUAL DEL USUARIO	3
1.1 PROTOTIPO ANDROID PARA MONITORIZAR LA ACTIVIDAD Y FRECUENCIA CARDIACA	3
1.2 PROTOTIPO WEAR OS PARA MONITORIZAR LA ACTIVIDAD Y FRECUENCIA CARDIACA	8
1.3 PROTOTIPO ANDROID PARA LA SEPARACIÓN DE SONIDOS CORAZÓN-PULMÓN	10

Índice de Figuras

FIGURA 1.1. INTERFAZ DE USUARIO PARA LA GESTIÓN DE LA PULSERA.	6
FIGURA 1.2. INTERFAZ DE USUARIO PARA LA GESTIÓN DEL RELOJ.	7
FIGURA 1.3. INTERFAZ DE USUARIO PARA EL PROTOTIPO DEL RELOJ (PARTE I).	9
FIGURA 1.4. INTERFAZ DE USUARIO PARA EL PROTOTIPO DEL RELOJ (PARTE II).	10
FIGURA 1.5. INTERFAZ DE USUARIO DE LA APLICACIÓN DE SEPARACIÓN DE SONIDOS CORAZÓN-PULMÓN.	11

Manual del usuario

1.1 Prototipo Android para monitorizar la actividad y frecuencia cardiaca

A continuación, se explican las diferentes funcionalidades implementadas para la utilización de la pulsera *Xiaomi Smart Band 4*, así como para gestionar la información que se puede obtener a partir de los diferentes sensores que incorpora.

- **Búsqueda de dispositivos BluetoothLE cercanos.** Mediante un botón con el texto “BUSCAR” (ver Figura 1.1) se inicia el escaneo de los dispositivos que cuentan con tecnología Bluetooth de bajo consumo (*BluetoothLE*) y que se encuentran en el rango de alcance del dispositivo. Esta búsqueda se realiza, aproximadamente, durante 10 segundos, debido a que es un proceso que tiene un elevado consumo de batería. Una vez finalizada la búsqueda se muestran los resultados al usuario para que pueda seleccionar uno de los dispositivos encontrados. Para cada dispositivo se muestra su nombre y su dirección MAC (*Media Access Control*) de 48 bits.
- **Dispositivo reciente.** En el listado donde se muestran los dispositivos BluetoothLE encontrados tras realizar el escaneo se incluye, además, el último dispositivo que se ha conectado con este prototipo.
- **Conexión con un dispositivo BluetoothLE.** Una vez seleccionado el dispositivo BluetoothLE, mediante un botón con el texto “CONNECTAR” (ver Figura 1.1), se realiza la conexión con dicho dispositivo. El estado de la conexión se muestra en formato texto debajo de dicho botón.
- **Medición manual.** Mediante un botón con el texto “MEDIR PULSO AHORA” (ver Figura 1.1) se solicita a la pulsera realizar una medición de la frecuencia cardiaca del usuario. Además, se obtienen los datos del número de pasos, calorías quemadas y distancia recorrida por el usuario en el día.
- **Medición de forma periódica.** Mediante una lista desplegable es posible seleccionar un intervalo de medición para que automáticamente se solicite a la pulsera la frecuencia cardiaca del usuario, así como el número de pasos, calorías quemadas y

distancia recorrida por el usuario en el día. Los intervalos de medición permitidos son 1, 2, 5, 10, 15, 30 y 60 minutos. Una vez seleccionada una de estas opciones, la aplicación se encarga de solicitar a la pulsera toda la información de forma periódica según el intervalo seleccionado. Además, se calcula la actividad física que se encuentra realizando el usuario en cada momento.

- **Detener medición periódica.** Una vez iniciado el proceso para realizar mediciones periódicas es posible detenerlo mediante el botón con el texto “PARAR” (ver Figura 1.1).
- **Estimación del tipo de actividad física.** El prototipo realiza una estimación de la actividad física que se encuentra realizando el usuario en un determinado momento. Las actividades soportadas son *Sueño, Reposo, Moderada e Intensa*. Para ello se utiliza el procedimiento explicado en el apartado 4.2 de la memoria.
- **Visualización de datos recientes.** El prototipo contiene un espacio con el título “Datos actuales” (ver Figura 1.1), donde el usuario puede visualizar la última medición realizada de la frecuencia cardíaca junto con el nivel de actividad física que se encuentra realizando en ese momento. También se puede visualizar el número de pasos, la distancia recorrida y las calorías quemadas en el día presente.
- **Historial de pulso medio.** Mediante un gráfico en la sección “Historial” (ver Figura 1.1), el usuario puede ver su frecuencia cardíaca media en los últimos 14 días.
- **Historial de pasos, calorías y distancia recorrida.** El gráfico donde se muestran las pulsaciones medias de los últimos 14 días permite pulsar sobre uno de los valores. De esta forma al seleccionar uno de los días se muestran los pasos, calorías quemadas y distancia que recorrió el usuario en dicho día.
- **Historial de pulso medio, mínimo y máximo en función de la actividad física.** Al igual que en la funcionalidad anterior, pulsando sobre uno de los días del gráfico se muestra una tabla con información relativa al día seleccionado. Dicha información contiene la frecuencia cardíaca media, mínima y máxima para cada uno de los cuatro tipos de actividad física definidos.

- **Introducir edad del usuario.** El usuario debe introducir su edad antes de iniciar cualquier tipo de medición o de realizar una solicitud de información a la pulsera. Esta información es importante para ajustar diferentes parámetros de la aplicación de forma que sea adaptable a distintos usuarios.
- **Cálculo de la frecuencia cardiaca en reposo.** Mediante el botón “CALIBRAR” (ver Figura 1.1) se inicia el proceso de cálculo de la frecuencia cardiaca en reposo. Para ello se recomienda al usuario que no realice *esfuerzos* durante los 5 minutos que dura el proceso. Puesto que esta información es importante para ajustar diversos parámetros de la aplicación, no se permite realizar otro tipo de mediciones ni solicitudes de información a la pulsera antes de que el usuario realice este procedimiento.
- **Notificación debido a una anomalía en la frecuencia cardiaca.** El prototipo enviará una notificación al usuario cuando se detecte una anomalía en la frecuencia cardiaca. Para ello se utiliza el sistema explicado en el apartado 4.3 de la memoria.
- **Calculo rangos pulso por actividad.** El prototipo realiza un cálculo del rango de pulso que se considera como *normal* para cada nivel de actividad de acuerdo con el sistema explicado en el apartado 4.3 de la memoria.



Figura 1.1. Interfaz de usuario para la gestión de la pulsera.

Por otro lado, las funcionalidades implementadas para la gestión del reloj desde el prototipo Android son las siguientes:

- **Solicitud de información al reloj.** El prototipo permite realizar una solicitud de los registros almacenados en el reloj sobre la actividad física y la frecuencia cardiaca de los últimos 14 días. Para ello se pulsa el botón con el texto “SOLICITAR AL RELOJ” (ver Figura 1.2) y se espera hasta que la barra de progreso muestre que se ha completado el 100% de la tarea. El reloj y el teléfono deben estar conectados mediante la

aplicación *Smartwatch Wear OS by Google*¹, ya que es la forma de comunicar ambos dispositivos.

- **Historial de pulso medio.** Mediante un gráfico, el usuario puede visualizar su frecuencia cardiaca media en los últimos 14 días.
- **Historial de pulso medio, mínimo y máximo en función de la actividad física.** Pulsando sobre uno de los días del gráfico, se muestra una tabla con información relativa al día seleccionado. Dicha información contiene la frecuencia cardiaca media, mínima y máxima para cada uno de los cuatro tipos de actividad física definidos.



Figura 1.2. Interfaz de usuario para la gestión del reloj.

¹ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.wearable.app&hl=es>

1.2 Prototipo Wear OS para monitorizar la actividad y frecuencia cardiaca

Seguidamente se comentan las funcionalidades que se han implementado en el prototipo para el reloj con el sistema operativo *Wear OS*:

- **Medición de forma periódica.** Mediante una lista desplegable (ver Figura 1.3) es posible seleccionar un intervalo de medición para que, automáticamente, se realicen mediciones periódicas de la frecuencia cardiaca así como una estimación del nivel de actividad física que se encuentra realizando el usuario. Los intervalos de medición contemplados son 1, 2, 5, 10, 15, 30 y 60 minutos.
- **Detener medición periódica.** Una vez iniciado el proceso para realizar mediciones periódicas es posible detenerlo mediante el botón con el texto “PARAR” (ver Figura 1.3).
- **Medición manual.** Mediante un botón con el texto “MEDICIÓN INSTANTÁNEA” (ver Figura 1.4) se solicita una medición de la frecuencia cardiaca así como una estimación del tipo de actividad física que se encuentra realizando el usuario en el momento.
- **Estimación del tipo de actividad física.** La aplicación realiza una estimación de la actividad física que se encuentra realizando el usuario en un determinado momento. Para ello se utiliza el procedimiento explicado en el apartado 4.2 de la memoria en el que se utiliza la información que proporcionan los sensores en formato *RAW*.
- **Visualización de datos recientes.** En la parte superior de la aplicación es posible visualizar la última medición de la frecuencia cardiaca, así como el nivel de actividad física que el usuario estaba realizando en ese instante.
- **Cálculo de la frecuencia cardiaca en reposo.** Mediante el botón “CALIBRAR” (ver Figura 1.4) se inicia el proceso de cálculo de la frecuencia cardiaca en reposo. Para ello se recomienda al usuario que no realice actividad durante los 5 minutos que dura el proceso. Puesto que esta información es importante para ajustar diversos parámetros de la aplicación, no se permite iniciar cualquier tipo de medición ya sea manual o de forma periódica sin haber realizado este proceso previamente.

- **Introducir edad del usuario.** El usuario debe introducir su edad antes de iniciar cualquier tipo de medición. Esta información es importante para ajustar diferentes parámetros de la aplicación de forma que sea adaptable a distintos usuarios.
- **Recibir mensajes desde la aplicación del teléfono.** Este prototipo permite recibir una serie de mensajes predefinidos desde el Smartphone para realizar diferentes peticiones de los datos almacenados en el reloj.
- **Enviar datos a la aplicación del teléfono.** Este prototipo permite el envío de los datos que tiene almacenados al teléfono sobre el historial de frecuencia cardiaca y nivel de actividad física del usuario en los últimos 14 días.
- **Notificación debido a una anomalía en la frecuencia cardiaca.** El prototipo enviará una notificación al usuario cuando se detecte una anomalía en la frecuencia cardiaca. Para ello se utiliza el sistema explicado en el apartado 4.3 de la memoria.
- **Calculo rangos pulso por actividad.** El prototipo realiza un cálculo del rango de pulso que se considera como *normal* para cada nivel de actividad utilizando el sistema explicado en el apartado 4.3 de la memoria.



Figura 1.3. Interfaz de usuario para el prototipo del reloj (Parte I).



Figura 1.4. Interfaz de usuario para el prototipo del reloj (Parte II).

1.3 Prototipo Android para la separación de sonidos corazón-pulmón

El prototipo tiene integrados 6 archivos de audio en formato WAV (o WAVE, apócope de *Waveform*) correspondientes a una mezcla de sonidos del corazón y pulmón. El usuario deberá seleccionar en primer lugar uno de estos archivos, que tienen duraciones de 7, 14, 28, 42, 56 y 70 segundos (ver Figura 1.5). A continuación, el usuario debe seleccionar si desea escuchar el sonido separado del corazón o del pulmón.

Una vez realizada la selección, el usuario debe pulsar el botón “PROCESAR” (ver Figura 1.5). De esta forma la aplicación comienza a realizar la separación de las fuentes sonoras para generar dos archivos de audio que contienen las señales separadas. Finalizado el procesamiento comienza la reproducción del audio correspondiente a la salida seleccionada. Es posible avanzar, retroceder, pausar y reanudar la reproducción con los botones situados debajo de la barra de progreso. También es posible arrastrar la barra de progreso para avanzar o retroceder en la reproducción.

Debajo de la zona de reproducción del sonido se muestra la frecuencia cardiaca estimada, en pulsaciones por minuto, a partir del archivo de audio seleccionado. Nótese que el fichero WAV contiene sonidos provenientes tanto del corazón como del pulmón (mezcla), pero la estimación de la frecuencia cardiaca se hace únicamente con los sonidos de corazón, previa separación de las fuentes sonoras del fichero WAV.



Figura 1.5. Interfaz de usuario de la aplicación de separación de sonidos corazón-pulmón.