

SeniorFit: Una aplicación móvil para el seguimiento de la adherencia a estilos de vida saludable para gente mayor

F. Guede Fernández, V. Ferrer Mileo, M. Fernández Chimeno, J. Ramos Castro y M.A. García González

¹ Grupo de Instrumentación Electrónica y Biomédica, Departament d'Enginyeria Electrònica, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Barcelona, España e-mail: miquel.angel.garcia@upc.edu

Resumen

El envejecimiento progresivo de la población en los países desarrollados exige la promoción de estilos de vida saludables para fomentar el envejecimiento activo. En este trabajo se presenta una aplicación denominada SeniorFit que pretende facilitar la autoevaluación de la adherencia al estilo de vida mediante una herramienta sencilla, cómoda y fiable. La aplicación está desarrollada para móviles y permite medir de forma no intrusiva la actividad física, el pulso cardíaco y evaluar el estado de ánimo utilizando únicamente el propio móvil. Esta aplicación ha sido utilizada por un grupo de gente mayor durante 3 semanas y en condiciones libres. Los usuarios han manifestado un alto grado de satisfacción y la facilidad de su uso.

1. Motivación

El envejecimiento progresivo de la población en los países desarrollados exige la promoción de estilos de vida saludables para que se produzca con un cierto nivel de bienestar. Además, desde la Organización Mundial de la Salud (OMS) advierten que los factores de riesgo de la mayoría de las enfermedades y muertes en Europa están relacionados con estilos de vida poco saludables [1]. Los estilos de vida activos basados en comportamientos saludables tienen como pilares fundamentales la dieta, la actividad física y la interacción social. Por ejemplo, la práctica regular de ejercicio mejora, entre otros aspectos, el sistema cardiovascular y reduce la depresión, ansiedad y estrés [2].

Actualmente, para la evaluación de un estilo de vida generalmente se requiere de un profesional debido a la falta de herramientas sencillas y fiables para su autoevaluación. En este trabajo se presenta una aplicación denominada *SeniorFit* que pretende facilitar la autoevaluación del estilo de vida mediante una herramienta sencilla, cómoda y fiable. La aplicación está desarrollada para móviles y permite medir de forma no intrusiva la actividad física y el pulso cardíaco, utilizando únicamente el propio móvil. Además, consta de una red social para facilitar la interacción social y un sistema de logros para promocionar la adhesión de los usuarios a un estilo de vida activo y saludable.

Esta aplicación ha sido utilizada por gente mayor en su día a día de forma continua y en condiciones libres. Esta aplicación será utilizada para medir variables fisiológicas, psicológicas y conductuales relacionadas con su estilo de vida.

2. Descripción de la aplicación

Como se puede observar en la Figura 1, la aplicación diseñada consta de cuatro partes, cada una enfocada a un ámbito de la salud: estado de ánimo, actividad física, ritmo cardíaco e interacción social. Esta división favorece la navegabilidad durante el uso de la aplicación. En las siguientes subsecciones se explican en detalle cada una estas funcionalidades.

2.1. Cuestionarios psicológicos

La aplicación utiliza una serie de cuestionarios psicológicos que el propio usuario ha de responder para evaluar distintos indicadores relacionados con el estado de ánimo. Se han implementado tres tipos de cuestionarios que abarcan distintos ámbitos de la psicología y que se responden con una periodicidad determinada. Por un lado, para la evaluación del estado de ánimo la aplicación implementa una versión reducida a 6 ítems del cuestionario POMS [3] que se debe responder diariamente. Además, la aplicación contiene un cuestionario sobre la percepción subjetiva de la salud basado en el SF-12 [4] que consta de 12 preguntas y el cuestionario SCOFF sobre hábitos alimentarios de 5 preguntas, ambos cuestionarios se responden mensualmente [5].

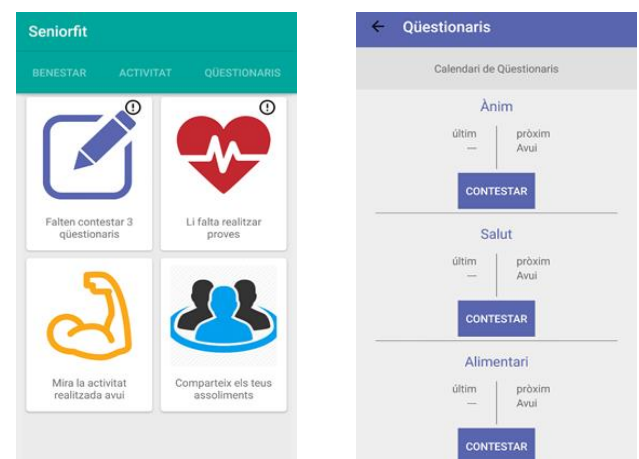


Figura 1. Pantallas de la aplicación: principal y cuestionarios

2.2. Ritmo cardíaco

En la parte dedicada al ritmo cardíaco, la aplicación permite realizar la medida del pulso cardíaco y consultar un histórico de las medidas realizadas. Además, antes de

empezar a medir el ritmo cardíaco, se le pide al usuario que indique su estado de ánimo en el rango de serio a alegre. Al finalizar la medida, a partir de los datos registrados se calcula, se almacena y tal como se muestra en la Figura 2, se presenta al usuario el ritmo medio y un índice de bienestar asociado a esta medida que se explicará más adelante. Finalmente, la aplicación permite visualizar estos datos promediados por días, meses y años y ver la evolución a lo largo del tiempo. Además, mediante notificaciones la aplicación recuerda al usuario que debe realizar dos medidas de pulso cardíaco diariamente.

2.3. Actividad física

La aplicación recoge datos de acelerometría, GPS y presión atmosférica mediante sensores internos del móvil de forma continua [6]. Los primeros son procesados por la aplicación a medida que se van recogiendo mediante un algoritmo para calcular un índice de actividad en función del movimiento del smartphone. Este algoritmo ha sido diseñado para que el smartphone pueda ser llevado tanto en el bolsillo como en una bolsa. La Figura 2 muestra el aspecto de la visualización de los datos de actividad, la aplicación muestra la actividad realizada por horas del día actual y un histórico de la actividad acumulada por días, meses o años.

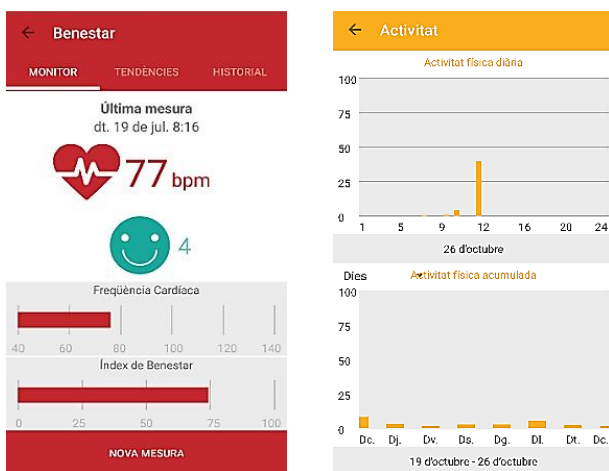


Figura 2. Aspecto de la aplicación de las funcionalidades de ritmo cardíaco y actividad física

2.4. Interacción social

La aplicación tiene una red social para favorecer el contacto entre todos los usuarios y que puedan ayudarse y animarse entre ellos. Por un lado, la red social permite colgar anuncios que pueden ver todos los usuarios. En la red social también se van colgando los logros de los usuarios en función de la evolución de sus indicadores de actividad física y bienestar. Por otro lado, la red social ofrece un chat para que los usuarios puedan conversar uno a uno. Además se pueden añadir comentarios y “me gusta” a los chats y anuncios.

3. Implementación de la aplicación

3.1. Arquitectura del sistema

La figura 3 representa la arquitectura del sistema que sigue el modelo de cliente-servidor para poder ofrecer las funcionalidades comentadas anteriormente y soportar

múltiples usuarios, en este caso la aplicación móvil *SeniorFit* es el cliente. La aplicación se ha implementado para Android OS en JAVA (v. 1.7), utilizando el Android SDK (v.23). *Seniorfit* es compatible con las versiones 5.x o 6.x de Android y utiliza la librería *Retrofit 2* para la conexión con el servidor y *GraphView* para mostrar los gráficos. La comunicación con el servidor se realiza de forma segura mediante el protocolo SSL certificado por terceros. Por otro lado, el servidor se encarga de recoger y almacenar de forma estructurada toda la información que va recogiendo la aplicación móvil. De esta forma los datos pueden ser analizados y visualizados por un tercero para que pueda monitorizar y evaluar los resultados tan pronto se van obteniendo. Además, la red social está alojada en el servidor. Para implementarla hemos utilizado el motor de redes sociales *Elgg* (v. 2.0.3).

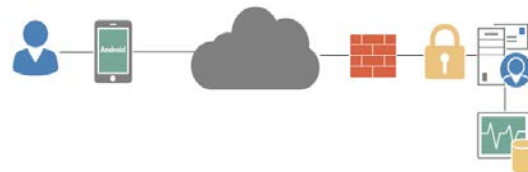


Figura 3. Arquitectura del sistema

3.2. Índices utilizados

El índice de actividad se estima cada minuto a partir de los datos de acelerometría del smartphone. Cada canal del acelerómetro (x, y, z) es interpolado linealmente a 20 Hz para obtener tres señales a frecuencia constante. A continuación, se combinan los tres canales mediante la media cuadrática y la señal resultante es filtrada paso alto a 0,76 Hz con un filtro de Butterworth de orden 2. Finalmente, el índice de actividad es el cociente entre el número de muestras que superan el umbral de 0,88 m/s² y 1200 (número de muestras en 1 minuto).

El pulso cardíaco se obtiene en tiempo real y de forma no invasiva mediante fotopleletismografía, utilizando la cámara trasera y el flash LED del smartphone. La aplicación procesa en tiempo real las imágenes de la cámara sobre la que el sujeto coloca la yema del dedo índice. A partir del promediado del canal verde de cada fotograma se obtiene la señal de la onda de pulso (PPG) a una frecuencia de muestreo de 30 fotogramas/s. Entonces, se extrae la serie temporal RR del intervalo de tiempo entre latidos a partir del tiempo transcurrido entre dos puntos fiduciales consecutivos del PPG [7,8]. La serie RR obtenida se utiliza para calcular el ritmo cardíaco medio y el índice de bienestar asociado al ritmo cardíaco. El índice de bienestar propuesto se ha definido como:

$$100 * \sqrt[3]{\min(1, \frac{SDSD}{RRSD}) * \min(1, \frac{avRR}{1000}) * \min(1, 20 * \frac{RRSD}{avRR})}$$

donde *SDSD* es la desviación estándar de la diferencia entre intervalos RR consecutivos en ms, *RRSD* es la desviación estándar de todos los intervalos RR en ms y *avRR* es la duración media de todos los intervalos RR en ms. Previamente, se detectan y corrigen los artefactos de la serie RR utilizando el test de Grubbs. Estos parámetros tienen la propiedad de estar influenciados por cambios en

el sistema nervioso simpático y parasimpático y están relacionados con el estrés físico o mental.

4. Medidas provisionales

Durante los meses de junio y julio de 2016 se han realizado las primeras medidas en el grupo de interés. Para ello se ha medido a 6 voluntarios durante tres semanas. Los voluntarios eran 4 mujeres y 2 hombres con edades comprendidas entre los 63 años y los 76 años (media: 67,0 años, desviación estándar (SD): 4,8 años). Tres personas tenían un nivel de estudios primario o inferior, una tenía un nivel asimilable a la actual educación secundaria obligatoria mientras que dos terminaron bachillerato. Cinco de los voluntarios presentaban problemas visuales y uno de ellos problemas auditivos, 5 de los voluntarios tenían problemas para dormir durante la noche pero ninguno declaró problemas de adormecimiento durante el día. Ninguno expresó sufrir de problemas de dolores de cabeza, fatiga, temblores, pérdidas de consciencia, epilepsia o infecciones importantes en el pasado, 2 voluntarios declararon sufrir alguna vez mareos o vértigos (un voluntario incluso perdió recientemente la consciencia). Por último, dos voluntarios toman medicación para la hipertensión, uno es diabético y sólo uno de entre los seis voluntarios no toma medicamentos rutinariamente.

Antes de comenzar las medidas, los voluntarios fueron sometidos a un test cognitivo del que se desprendió que ninguno de los voluntarios presenta problemas en este sentido. Además, en una entrevista previa se observó que en la rutina diaria, los voluntarios caminan entre 1 km y 5 km (Media: 2,75 km, SD: 1,29 km), cuatro de ellos realizan alguna otra actividad física semanal y sólo dos voluntarios consideran que realizan suficiente actividad física.

A cada uno de los voluntarios se les proporcionó un Samsung S5. Ellos mismos realizaron diariamente dos medidas de ritmo cardíaco, una a primera hora de la mañana y otra a última hora de la tarde. La duración de cada medida fue de 30 segundos. Transcurridas las tres semanas, se procedió a la recogida de los smartphones y los voluntarios respondieron a un cuestionario de satisfacción sobre la aplicación.

5. Resultados

La figura 4 muestra el registro de actividad del primer y segundo voluntario mientras que la figura 5 muestra la actividad acumulada (unidades arbitrarias) para ambos voluntarios respecto al tiempo transcurrido desde el inicio de la medida así como los residuos respecto al ajuste lineal. Esta gráfica proporciona información valiosa sobre la homogeneidad de la actividad física realizada. En la tabla 1 se muestra el ajuste lineal para cada uno de los sujetos de la actividad acumulada así como la correlación entre este parámetro y una línea recta y la desviación estándar de los residuos.

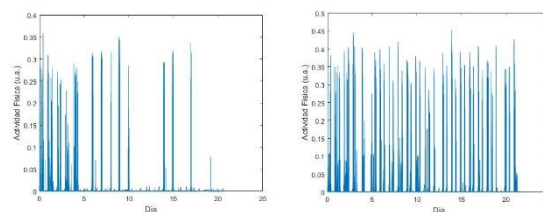


Figura 4. Registro de actividad de dos voluntarios

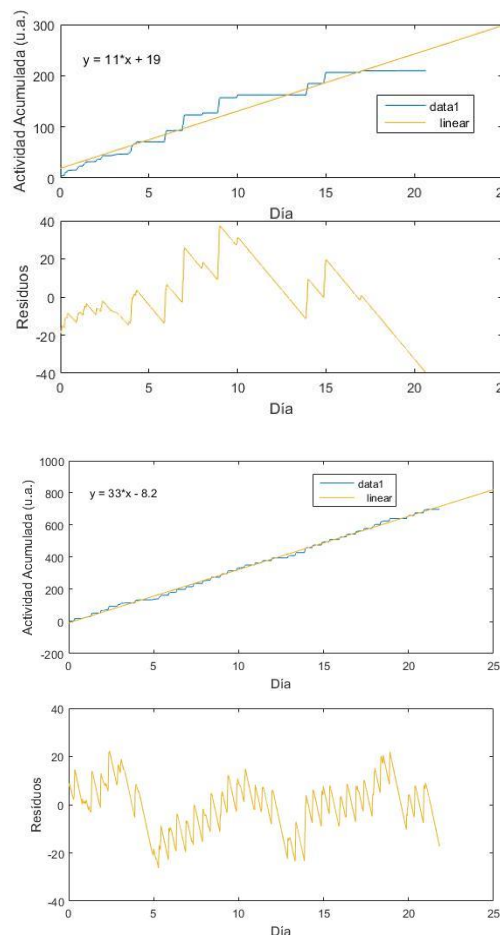


Figura 5. Registros de actividad acumulada en los dos voluntarios de la figura 3 y residuos mostrando la constancia (o inconstancia) en la realización de las medidas

Sujeto	Pendiente (u.a./día)	Paso por cero (u.a.)	Coefficiente de correlación (Pearson)	Desviación estándar de los residuos (u.a.)
1	11,2	19	0,974	15,8
2	33,2	-8,21	0,999	10,1
3	13,1	40,8	0,99	12,5
4	15,3	25,6	0,995	9,92
5	10,8	-5,55	0,997	5,74
6	17,5	13,5	0,998	7,69

Tabla 1. Cuantificadores de actividad por sujeto

Respecto a las medidas de ritmo cardíaco, la tabla 2 muestra los valores medios y desviación estándar tanto del

ritmo medio como del indicador de bienestar para cada sujeto.

Sujeto	Media Ritmo medio (bpm)	Desviación estándar Ritmo medio (bpm)	Media Índice de Bienestar (u.a.)	Desviación estándar Índice de Bienestar (u.a.)
1	63,5	7,05	63,1	10,3
2	64,2	6,06	96,9	2,43
3	69,9	7,09	66,4	7,8
4	60,9	5,4	83,2	9,16
5	72,6	3,98	75,1	7,46
6	85,1	6,88	67,1	8,31

Tabla 2. Cuantificadores de ritmo cardíaco por sujeto

Dado el bajo número de sujetos medidos, aún no se pueden obtener relaciones concluyentes entre los índices de ritmo cardíaco y actividad física realizada. No obstante, no deja de ser llamativo que el sujeto con menos constancia en el ejercicio (sujeto 1) tenga el peor índice de bienestar, mientras que el sujeto más constante y que ejercitaba en mayor medida (sujeto 2) es el que tiene el mayor índice de bienestar. No obstante, haría falta medir un número mayor de sujetos para poder afirmar la existencia o no de este tipo de relaciones.

Finalmente, respecto al cuestionario de satisfacción, los usuarios valoraron muy bien la aplicación. La tabla 3 muestra los resultados a las afirmaciones propuestas donde 1 debe entenderse como total desacuerdo mientras que 5 significa total acuerdo.

Sujeto	Mediana	Máximo	Mínimo
La medida de ritmo cardíaco es difícil de realizar	1	1	1
He comprendido el resultado de la medida de ritmo cardíaco	5	5	1
La visualización de los resultados de ritmo cardíaco es correcta	5	5	2
La visualización de los resultados de actividad física es correcta	5	5	1
Los resultados de actividad física cotejan con el ejercicio que he realizado	5	5	3
El uso de la aplicación ha influido en mi rutina diaria	1	3	1
Los cuestionarios son difíciles de responder	1	5	1
Creo que la aplicación es útil	5	5	4

Tabla 3. Resultados del cuestionario de satisfacción

6. Conclusiones

Se ha diseñado y desarrollado la aplicación *SeniorFit* para evaluar la adherencia a un estilo de vida saludable mediante la cuantificación de la actividad física e indicadores de bienestar a partir del ritmo cardíaco utilizando únicamente un smartphone. Un grupo de seis

personas mayores han utilizado la aplicación durante tres semanas con un alto grado de satisfacción y les ha resultado sencilla de utilizar.

Esta aplicación supone un punto de partida para evaluar la adherencia a un estilo de vida activo de forma unificada con una única aplicación. Es necesario ampliar el estudio a más personas para realizar un análisis más profundo, comparando los índices de ritmo cardíaco, actividad física y los resultados de los cuestionarios psicológicos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la convocatoria de Recercaixa 2013 en el proyecto “Desenvolupament de marcadors d'estils de vida saludable per a gent gran basats en Smartphones” y el proyecto MINECO DEP2015-68538-C2-2-R. Los autores agradecen la participación del Casal de la Gent Gran de Gelida (Barcelona) en las medidas.

Referencias

- [1] Página web de la OMS. Enfermedades no transmisibles. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/noncommunicable-diseases/noncommunicable-diseases>. (Consultada: septiembre 2016).
- [2] Página web de la OMS. Estilo de vida saludable. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle>. (Consultada: Mayo 2016).
- [3] McNair DM, Lorr M, & Droppleman LF. Manual for the Profile of Mood States. San Diego, California: *EdITS/Educational and Industrial Testing Services*. (1992).
- [4] Alonso J. Versión española de SF-12v2™ Health Survey © 1992, 2002.
- [5] Garcia-Campayo J, Sanz-Carrillo C, Ibañez JA, Lou S, Solano V, Alda M. Validation of the Spanish version of the SCOFF questionnaire for the screening of eating disorders in primary care. *Journal of Psychosomatic Research*, vol 59, sup 2, 2005, pp 51-4 (ISSN: 0022-3999).
- [6] Guede-Fernandez F, Carbonés B, Capdevila L, Garcia-Gonzalez MA, Ramos-Castro J and Fernandez-Chimeno M. Assessment of Energy Expended in Physical Activity by a Smartphone-Based System. *Proceedings of the 6th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering (MBEC)*, Dubrovnik, 2014, pp 893-6.
- [7] Guede-Fernandez F, Ferrer-Mileo V, Ramos-Castro J, Fernandez-Chimeno M, and Garcia-Gonzalez MA. Real time heart rate variability assessment from android smartphone camera photoplethysmography: postural and device influences. *Proceedings of the 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, Milan, 2015, pp 7332-35.
- [8] Ferrer-Mileo V, Guede-Fernandez F, Fernandez-Chimeno M, Ramos-Castro J, and Garcia-Gonzalez MA Accuracy of Heart Rate Variability Estimation by Photoplethysmography using an Smartphone: Processing Optimization and Fiducial Point Selection. *Proceedings of the 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, Milan, 2015, pp 5700-03.