

DISEÑO Y DESARROLLO DE SISTEMA IOT PARA EL CONTROL Y MONITORIZACIÓN DE PERSONAS

José Luis Ceballos-Tapias¹, Luis Muñoz-Saavedra¹, Elena Escobar-Linero¹, Francisco Luna-Perejón¹, Manuel Domínguez-Morales^{1,2}

¹*Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores, EPS-ETSII, Sevilla*

²*IBUS: Instituto de Ingeniería en Informática, Sevilla*

E-mail de correspondencia: mjdominguez@us.es

RESUMEN

Las TIC han avanzado sirviendo de apoyo a diferentes servicios, sin ser la salud una excepción. La telemedicina soluciona problemas como la demanda de atención médica o la asistencia. La telemonitorización destaca por su comodidad para controlar el estado del paciente a distancia; sin embargo, estos sistemas son costosos e implican portar un dispositivo voluminoso. En este trabajo se realiza el diseño e implementación de un sistema de monitorización basado en IoT, haciendo uso de una placa de bajo costo y sensores de medición de constantes vitales, que se conectan al dispositivo móvil del usuario para enviar información a distancia y en tiempo real, además de registrar la evolución y visualizar el estado en el dispositivo móvil. De igual forma y gracias al sistema IoT, se registra la posición GPS, que será transmitida al contacto de emergencia en caso de detectar una variación peligrosa de las constantes vitales.

1. INTRODUCCIÓN

El auge de las TIC (Almenara, 1998) se refleja en el ámbito sanitario. La e-Salud, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), es el arquetipo de tecnología para el apoyo de los campos relacionados con la salud, como la asistencia y la monitorización sanitaria, la educación, la investigación, etc. Dentro de la e-Salud se encuentran diversas ramas, entre las que se distingue la telemedicina. En ésta se utilizan técnicas de transmisión de información a partir de circuitos de datos cerrados, específicos y con acceso restringido, manteniendo protección de la privacidad y alto nivel de confidencialidad, a diferencia de algunos servicios públicos de información.

El sector de la salud se encuentra con grandes desafíos, pudiéndose ver reflejado en la actual escasez de profesionales médicos debido a la necesidad de atender la creciente demanda sanitaria de una población que se hace de notar por su envejecimiento y el aumento de enfermedades derivadas del estilo de vida inadecuado, el cual es causado por los perjudiciales hábitos de los ciudadanos como la inactividad, el consumo de tabaco o el estrés (Nadal, 2007). Debido a ello, la telemedicina es esencial.

Por otro lado, la telemonitorización está en auge. Ésta consiste en el seguimiento de parámetros fisiológicos a distancia. Estas tecnologías se pueden aplicar a todo tipo de paciente con el fin de mejorar y mantener el estado de su salud previniendo las hospitalizaciones y los gastos de personal y de recursos que puede ser evitables. R.S. Sparks y C. Okugami (Sparks y Okugami, 2016) realizaron un estudio en el que comprobaron que, seleccionando los signos vitales apropiados, se puede predecir el progreso del estado de los pacientes y, de esta forma, optimizar la planificación de atención, reduciendo gastos de fármacos, pruebas de diagnóstico y estancias hospitalarias. De igual forma, trabajos recientes demuestran la viabilidad de este tipo de sistemas (Luna-Perejón, 2021).

El fin de este trabajo es desarrollar un sistema de telemonitorización utilizando una arquitectura IoT (nodo, pasarela de conexión y servidor en la nube) para controlar la progresión de los pacientes mediante la medición de parámetros fisiológicos y alertar en caso de sobrepasar ciertos umbrales.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En la Figura 1 puede observarse un diagrama global del sistema, compuesto por un dispositivo wearable (microcontrolador de bajo coste), que se comunica vía bluetooth con el dispositivo móvil del paciente (donde se pueden observar las constantes vitales y que, a su vez, servirá de pasarela de conexión), a través del cual se envía al servidor remoto. Y, finalmente, la aplicación del cuidador o familiar tendría acceso a esa información, además de recibir actualizaciones de la ubicación física del paciente.

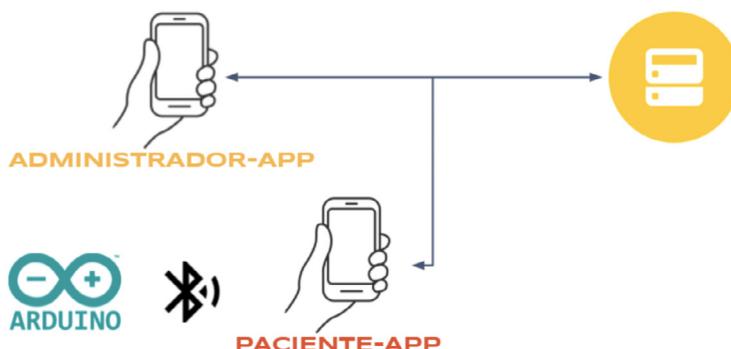


Figura 1. Diagrama de bloques del sistema.
Fuente: elaboración propia.

2.1 Wearable

Los parámetros seleccionados en base a su uso habitual en hospitales, y por las posibilidades de detección de anomalías son: ritmo cardíaco, saturación de oxígeno en sangre, temperatura corporal y sudoración. De igual forma, se incluye en el wearable un GPS para posicionar al paciente y poder avisar en caso de detección anómala de sus constantes.

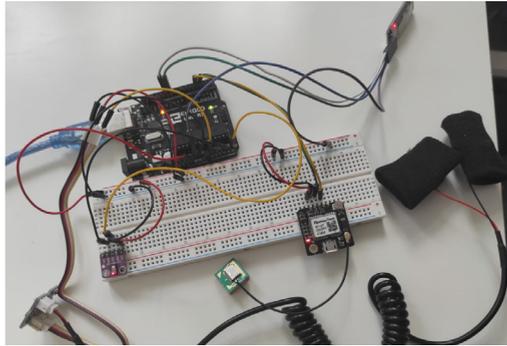


Figura 2. Prototipo del dispositivo wearable.

Fuente: elaboración propia.

2.2 Aplicaciones

Tal como se ha comentado previamente, el sistema está compuesto por dos versiones de la aplicación: la versión del paciente y la del cuidador. Ellas siguen un esquema de interacción descrito en el siguiente gráfico:

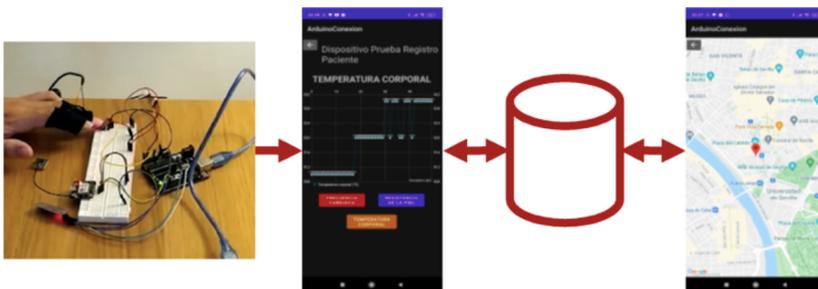


Figura 3. Comunicación entre aplicaciones.

Fuente: elaboración propia.

El dispositivo del paciente no se encontrará muy distante del wearable, por ello la comunicación se realiza vía bluetooth. Esta aplicación le permite visualizar los valores de las constantes vitales registradas con su progresión temporal. El software envía la información recogida a la nube para mantener actualizados los datos.

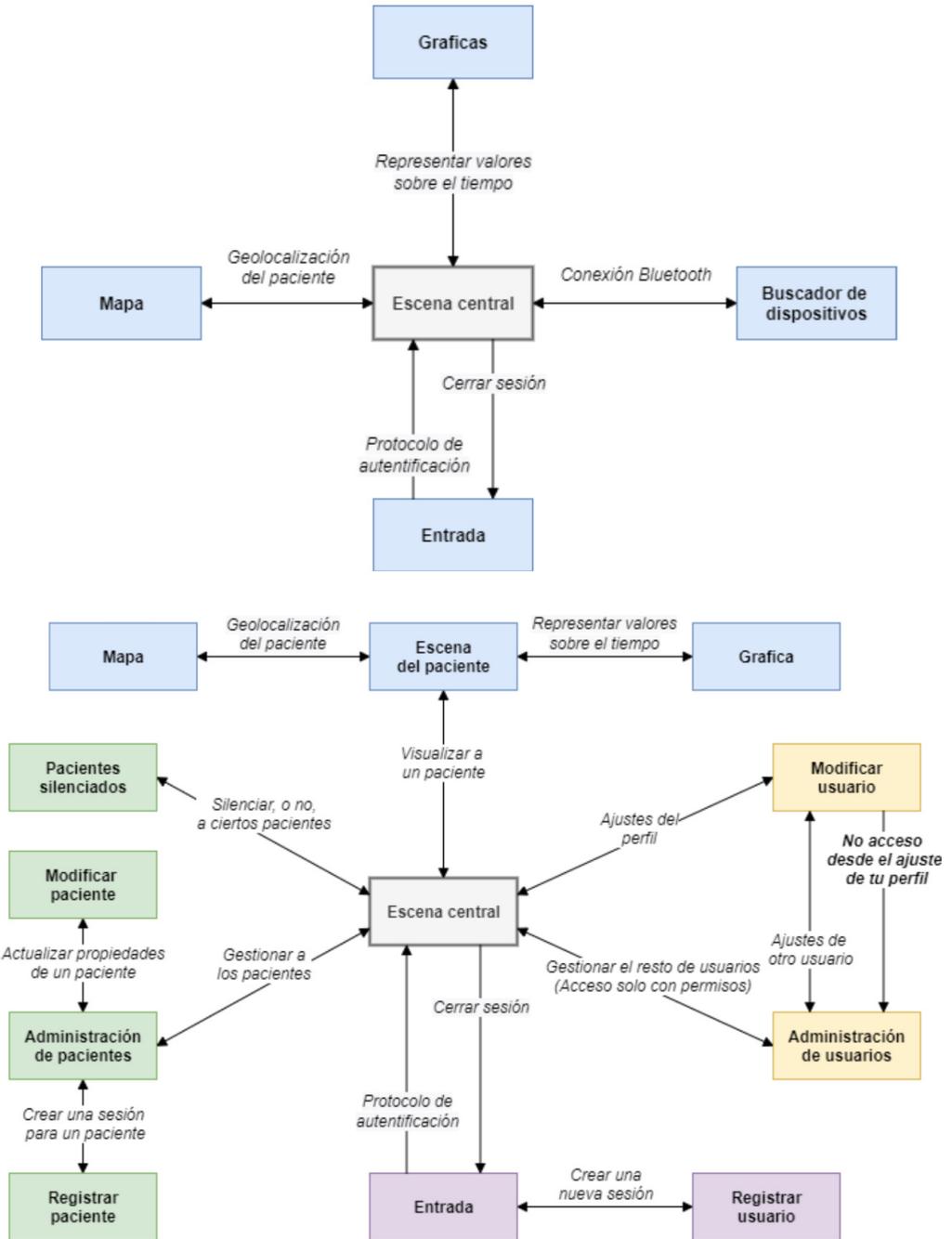


Figura 4. Estructura de la aplicación (izquierda: paciente; derecha: cuidador).

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la aplicación del cuidador, se incluyen funcionalidades para gestionar los usuarios, visualizar de forma independiente las constantes vitales y posicionar geográficamente a cada paciente. De igual forma, esta aplicación gestiona una serie de alertas de notificación en base a las constantes vitales de cada paciente.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se llevaron a cabo pruebas de funcionamiento independientes y pruebas de integración del sistema completo. Los resultados demuestran la viabilidad del sistema, con tiempos de actualización inferiores a 50ms en la aplicación de usuario, tiempo de actualización inferior a 1 segundo en el servidor remoto y, por ende, recepción de alertas en la aplicación del cuidador en intervalos de 1 a 5 segundos desde que se produce el evento. A continuación, pueden observarse capturas del funcionamiento.

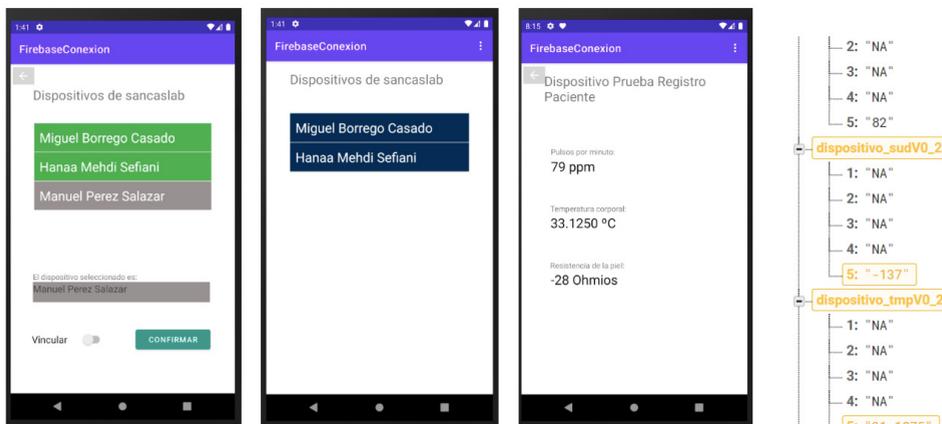


Figura 5. Sistema en funcionamiento.

Fuente: elaboración propia.

4. CONCLUSIONES

Se ha diseñado e implementado un sistema de monitorización de pacientes basado en la arquitectura IoT, haciendo uso de dispositivos wearables y tecnologías móviles. Los resultados son esperanzadores, aunque la resolución de los sensores elegidos no es ideal, observándose cierto ruido electrónico ocasionado por el sensor de pulso cardíaco que, en contadas ocasiones, influye en el posicionamiento GPS.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almenara, J. C. (1998). Impacto de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en las organizaciones educativas. Grupo Editorial Universitaria.

Nadal, J. (2007). Las TIC y la sanidad del futuro. *Bit*, 163, 36-40.

Sparks, R. S., & Okugami, C. (2016). Tele-health monitoring of patient wellness. *Journal of Intelligent Systems*, 25(4), 515-528.

Luna-Perejón, F., et al. (2021). IoT garment for remote elderly care network. *Biomedical Signal Processing and Control*, 69, 102848.