

Implementación de un sistema de registro y gestión de ECGs para un servicio de telecardiología

J.D. Trigo, J.M. San Martín, A. Alesanco, P.Serrano* y J. García

Grupo de Tecnologías de las Comunicaciones (GTC)
Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A)
Universidad de Zaragoza

* Departamento de Medicina
Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa

Abstract - New advances in medical devices and personal digital assistants (PDAs) favor the development of a new type of monitoring systems that can provide patients with assistance anywhere and at any time. This paper describes a telecardiology system whose main purpose is to offer the necessary information to the cardiologist in a central hospital in order to elaborate a diagnosis. There are two scenarios for obtaining this information: On the one hand a general practitioner can visit the patient's residence and, on the other hand, the patient has only to displace to his nearest primary health center. The developed system is based on a portable electrocardiograms (ECG) acquiring device connected to a PDA, which sends the biomedical information via a wired or wireless communications network, and a web application connected to a database, which stores and manages the patient's data.

I. INTRODUCCIÓN

Las administraciones públicas y servicios de sanidad privados realizan cada día un esfuerzo mayor para introducir soluciones apoyadas en las nuevas tecnologías de la información. La disminución de los tiempos de atención, diagnósticos y tratamientos más oportunos, la mejora en la calidad del servicio, la reducción de costes de transporte y la atención continuada son, entre otras, algunas de las ventajas inherentes al uso de las telecomunicaciones en el ámbito de la medicina. Uno de los problemas que las tecnologías de la información puede resolver consiste en acercar la medicina especializada al paciente.

En las consultas convencionales el paciente debe desplazarse a un centro de especialidades para visitar al médico especialista. Esto puede suponer elevados tiempos de espera hasta conseguir una cita con el especialista, además de incómodos desplazamientos. A esto hay que sumar la problemática añadida de pacientes con dificultades de movilidad, ya sea por su estado físico o su avanzada edad.

En estos casos, resultaría muy ventajoso poder recibir esta asistencia especializada en su propio domicilio [1] o en

el centro de asistencia primaria al que pertenecen. Es importante tener en cuenta además, que el entorno en el que se realizan las pruebas médicas tiene una influencia notable en su resultado, de manera que un entorno amigable para el paciente puede dar lugar a resultados más representativos.

Para solventar este problema, y centrándose en el ámbito de la cardiología, se plantea el siguiente sistema de teleconsulta, consistente en proporcionar al médico de atención primaria las herramientas necesarias para realizar las pruebas médicas adecuadas y hacerlas accesibles al especialista para la elaboración de un diagnóstico.

II. ESCENARIO CLÍNICO DE USO

En los servicios de cardiología actuales, una persona aquejada de una dolencia en el pecho se ve obligada en ocasiones a largos desplazamientos y elevados tiempos de espera, que redundan en un peor servicio sanitario. Mediante el sistema planteado, sin embargo, el paciente dispondrá de atención especializada con mayor celeridad en un lugar cercano, evitando así tanto los largos desplazamientos como los excesivos retardos en la atención.

Debido a la concentración de la medicina especializada en los grandes núcleos urbanos, la atención sanitaria de la que disponen los pacientes que habitan en poblaciones de pequeño tamaño puede resultar en ocasiones ineficiente, lo que supone desplazamientos mayores para obtener asistencia especializada. El entorno rural es, por tanto, el idóneo para la implementación del sistema que este artículo presenta, pero resulta perfectamente viable en un entorno urbano.

Existen dos escenarios de uso principales para el sistema desarrollado:

- *Domicilio del paciente:* en este caso, un médico de atención primaria, sin necesidad de disponer de conocimientos específicos en cardiología, acudiría al domicilio del paciente, recogería los datos necesarios y los enviaría a un servidor de información situado en el hospital.

- *Centro de atención primaria:* en este caso no se evitaría el desplazamiento, pero sí se minimizaría, dado que el paciente visitaría a su médico de atención primaria en el centro de salud al que pertenece, más cercano que un centro dotado con servicio de cardiología. El médico de atención primaria sería en este caso el encargado de recoger y transmitir los datos al especialista.

III. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema de telecardiología desarrollado sigue un esquema cliente-servidor como el presentado en la Figura 1, donde en el cliente se adquieren las pruebas, que son enviadas al servidor del hospital.

Desde la perspectiva del médico de atención primaria, se lleva a cabo la adquisición y envío de pruebas a través de una red fija o wireless, en función de los recursos de red disponibles, a un servidor ubicado en el hospital. Por otro lado, el médico especialista, se conecta a ese servidor vía Web, a través de una red fija, si se halla en un hospital, o wireless, si accede desde una PDA. A continuación, recoge las pruebas y otros datos de la consulta y elabora un diagnóstico preliminar, que es enviado al médico que solicitó dicha prueba.

A. Adquisición y envío de pruebas

Para registrar el ECG se utiliza el dispositivo g.MOBilab de la compañía g.tec Guger Technologies (véase Figura 2). Este aparato es un amplificador de señales biomédicas portátil que dispone de ocho canales: cuatro para EEG/EOG, dos de ECG/EMG y dos entradas analógicas que pueden ser utilizadas por otros sensores. En nuestra aplicación se capturan los dos canales dedicados a ECG, que muestrean a una tasa de 1024 muestras por segundo.

Las derivaciones del ECG registradas mediante el dispositivo de adquisición se visualizan en la pantalla de la PDA, tal y como se ve en la Figura 3. Para ello, se ha desarrollado una aplicación para Pocket PC, denominada *EmbeddedCardioGraphics*. Esta herramienta, desarrollada con eMbedded Visual C++ 4.0, recoge los datos del dispositivo que registra los ECGs, pudiendo visualizarse en tiempo real, guardarse en un fichero y, posteriormente, transmitirse. La aplicación dispone de un avanzado sistema de opciones para garantizar una óptima visualización de las señales.

En el prototipo se ha utilizado el Pocket PC HP iPAQ hx4700 que dispone de una pantalla VGA de alta resolución para la representación de los ECGs.

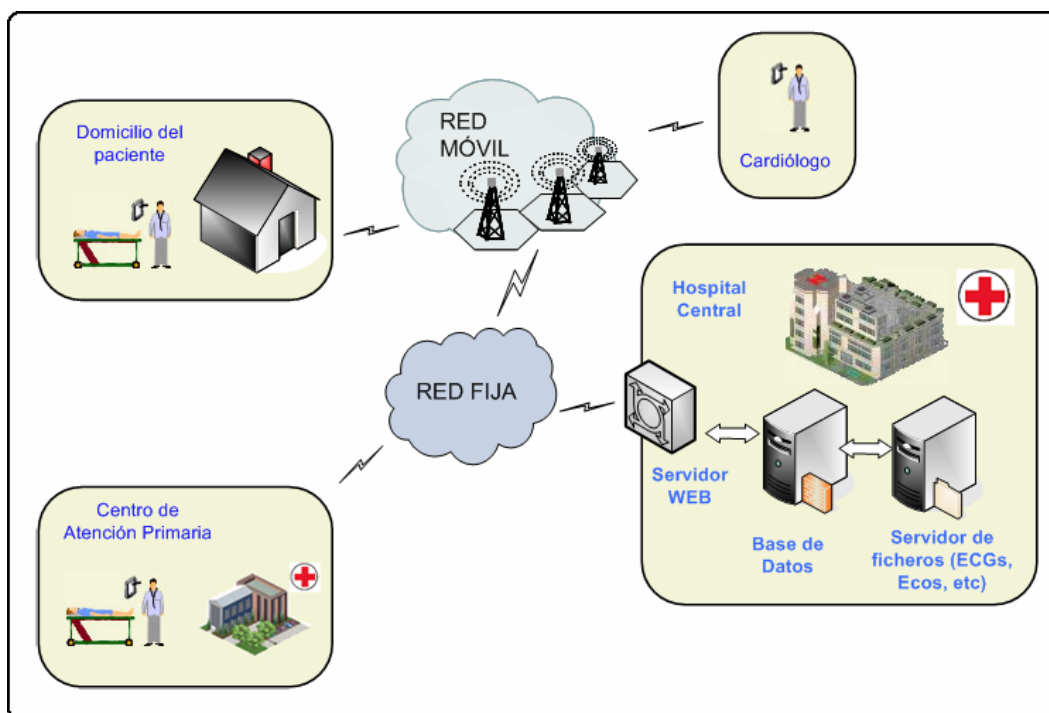


Fig. 1. Arquitectura del sistema de telecardiología y escenarios clínicos de uso

Los archivos registrados se transmiten vía Bluetooth al teléfono móvil, que actúa como pasarela posibilitando la conexión UMTS. El teléfono móvil elegido en el prototipo es el 6630 de Nokia.

Finalmente, los archivos generados pueden enviarse al servidor junto con otros datos de la asistencia, accediendo al servidor del hospital desde la PDA a través de las páginas diseñadas especialmente para conexiones desde este tipo de terminales.

Los datos registrados pueden guardarse en un fichero con el formato estándar europeo SCP_ECG (prEN 1064:2002), creado por el CEN (Comité Europeo de Normalisation). Este estándar permite el almacenamiento de ECGs para su posterior transmisión [2].

La herramienta dispone también de un visor de archivos SCP, de tal forma que tanto el médico de atención primaria como el cardiólogo pueden abrir archivos almacenados o descargados del servidor que sigan este estándar. Se dispone, además, de todas las opciones de configuración incluidas en la visualización en tiempo real. Por último, el médico podrá acceder también a los datos más importantes incluidos en el archivo SCP.

Una vez una nueva prueba se ha recibido en el servidor, el cardiólogo recibirá un correo electrónico a modo de aviso que le informará de que nuevas pruebas han sido incluidas en la base de datos para su revisión. El cardiólogo accederá al servidor desde un PC o una PDA, analizará las señales registradas, elaborará un diagnóstico y lo enviará de vuelta al médico que requirió el análisis de las pruebas, que se encargará de comunicar al paciente los resultados.



Fig 2. Equipos usados en el sistema de telecardiología

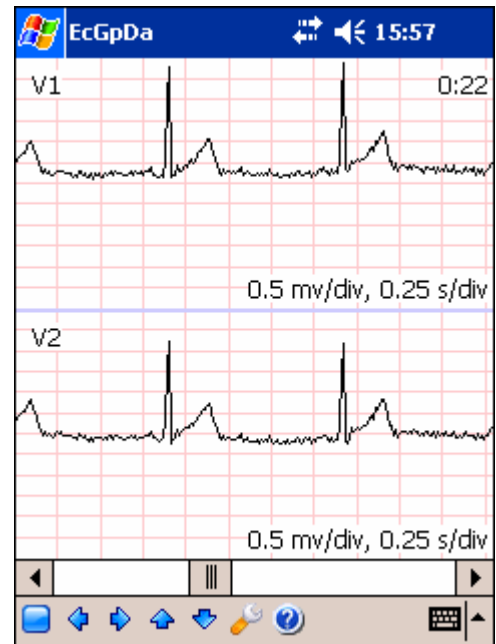


Fig. 3. Visualización en la PDA de un registro de ECG

B. Gestión de la información en el hospital

Para gestionar la información se dispone en el hospital de un servidor web [3], conectado a una base de datos y a un servidor de ficheros (ver Figura 1) que pueden instalarse en un sólo equipo o en equipos diferentes de manera distribuida.

Se ha desarrollado una aplicación Web, denominada *CardioWeb*, desde la que se puede administrar toda la información relativa a pacientes y médicos del servicio de telecardiología. En su diseño (véase Figura 4) se ha contado con la colaboración de cardiólogos, de cuya experiencia se obtuvo la información necesaria para concretar las diferentes opciones de la aplicación.

Como tecnología de programación web para el desarrollo de la aplicación se ha optado por Java, y, en concreto, por el framework Apache Jakarta Struts, que ofrece un potente marco de programación basado en el modelo de diseño MVC (Model-View-Controller). Este modelo separa las partes lógica de la aplicación, presentación de la información y procesamiento de las peticiones, lo cual se adecua perfectamente a nuestros requerimientos de acceso a los datos desde diferentes tipos de dispositivos (PDAs, PCs...) y a la futura evolución de la aplicación.

El motor de BBDD escogido es MySQL (versión 4.0.21), el más extendido entre las herramientas Open Source. El diseño de la base de datos asegura el cumplimiento de las formas normales, lo que fortalece la estructura de datos y evita posteriores anomalías.

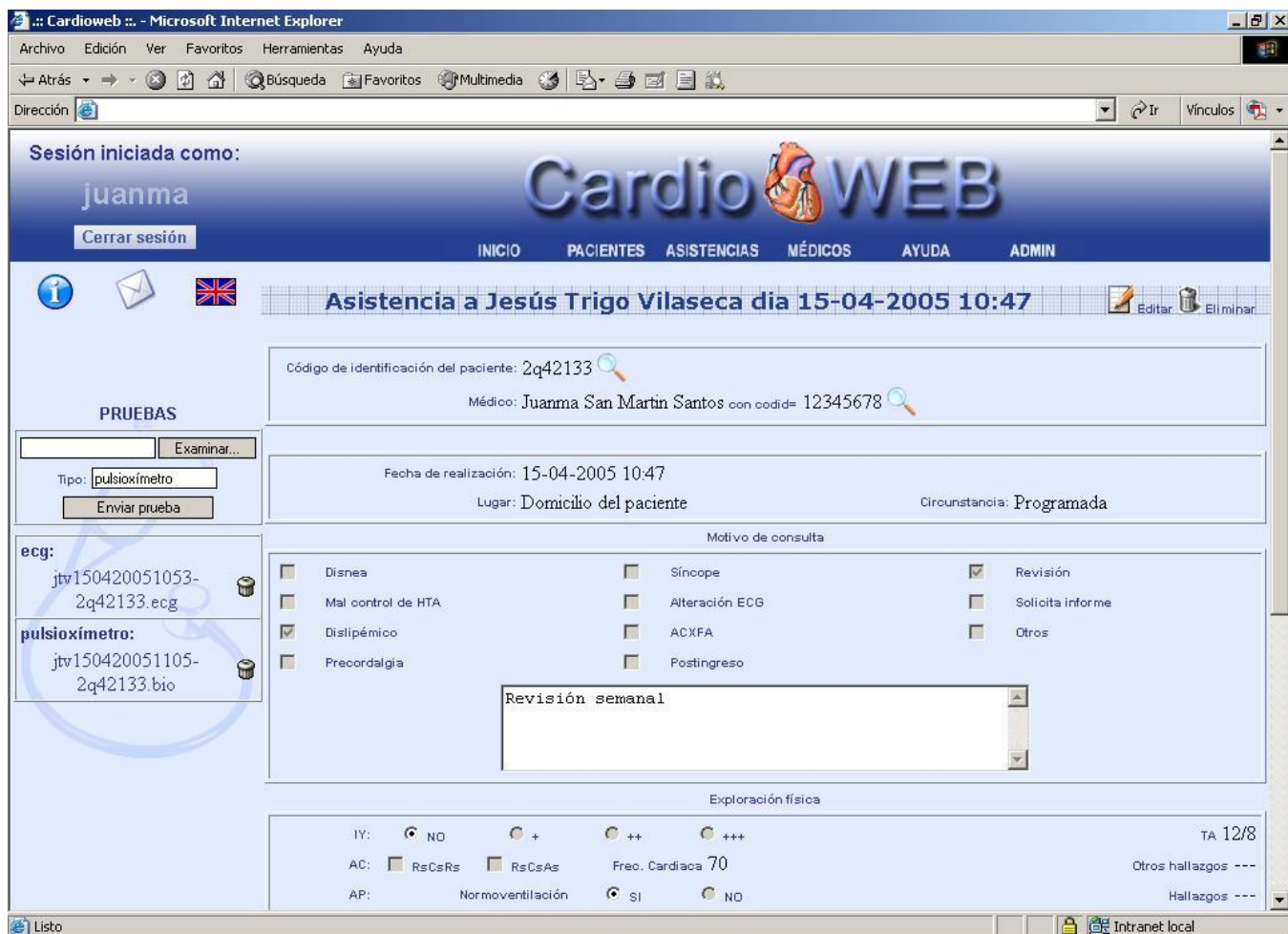


Fig. 4. Ventana de asistencia médica en la base de datos

Las pruebas recibidas se almacenan en el servidor de ficheros preparado a tal efecto. Este servidor podrá guardar no sólo las procedentes de *EmbeddedCardioGraphics* sino cualquier tipo de prueba procedente de cualquier equipo de adquisición.

En la base de datos se almacena información relativa a pacientes, que incluye tanto datos de gestión como datos clínicos, y relativa a los médicos, que serán los usuarios finales de la aplicación. Dentro de la historia clínica de los pacientes se incluyen los datos de uso habitual en cardiología. Concretamente, se han incluido factores de riesgo y patología cardiovascular, prescripciones, pruebas, etc...

En todo momento se han tenido en cuenta los requerimientos de seguridad inherentes a una aplicación de este tipo, debido a la naturaleza de los datos tratados. Entre otras medidas, se ha configurado el servidor para una comunicación HTTPS y se ha desarrollado un control de acceso basado en filtros.

IV. CONCLUSIONES

Se ha desarrollado un sistema de telecardiología que permite registrar ECGs e información relevante para el diagnóstico y el seguimiento clínico del cardiópata. Mediante este sistema, el servicio prestado al paciente

mejora, reduciendo los tiempos de espera y aumentando la comodidad.

Como líneas futuras de investigación se plantea la incorporación de algoritmos de procesamiento de ECG en la propia PDA, que permitan el descubrimiento de alteraciones relevantes en la señal cardíaca, así como la implantación del sistema en un proyecto piloto real.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por los proyectos TSI2004-04940-C02-01 de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) y Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER), FISG03/117 de los Fondos de Investigación Sanitaria (FIS), y Telefónica Móviles de España.

REFERENCIAS

- [1] C.Ruggiero, R. Sacile y M. Giacomini, "Home Telecare", Journal of Telemedicine and Telecare, vol 5, n.1, pp. 11-17, 1999
- [2] OpenECG Project, www.openecg.net
- [3] I. Román, L. Roa, J.M. Vozmediano, E. Ramos "Planificación de base de datos e interfaz web como primer paso a la historia clínica electrónica", Caseib'2002. Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica. Num. 20. Pag. 69-72