

ERPHA: PLATAFORMA DE MONITOREO PARA ASISTENCIA REMOTA PRE-HOSPITALARIA DE EMERGENCIA

Agustín J. González¹, Alejandro L. Merello¹, Cristian R. Carrasco¹, Cristian A. Hernández¹, Daniel A. Velásquez¹, Héctor D. Cid², Walter Grote¹, Alfonso Ávila³
¹ Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile
² Servicio Atención Médica de Urgencia, Viña del Mar, Chile
³ Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey, México
agustin.gonzalez@usm.cl, {alejandro.merello, cristian.carrascog, cristian.hernandez, daniel.velasquez}@alumnos.usm.cl, hcid131@yahoo.es, Walter.grote@usm.cl, aavila@itesm.mx

Palabras Claves: Telemonitoreo. Atención prehospitalaria. Atención de emergencia. Sensores médicos inalámbricos. Telemedicina.

1 INTRODUCCIÓN

La atención efectiva de los pacientes durante los momentos posteriores a un accidente es crítica para reducir la morbimortalidad. Para anticipar tal atención se han desarrollado dos estrategias de traslado del paciente; una busca llevarlo al centro de atención tan pronto se accede a él y en la otra se decide estabilizar al paciente antes de su traslado [1]. En cualquiera de los dos casos, es de alto interés medir localmente y comunicar al centro de atención los signos vitales relevantes del paciente. Si bien esta información permitiría apoyar al personal paramédico desde el centro de atención y preparar el momento de arribo del paciente, en la actualidad es común que el personal de emergencia mida manualmente y registre en papel los signos vitales y comunique su evaluación por radio o teléfono. Este procedimiento limita la calidad y cantidad de información disponible para los especialistas. Los avances actuales en electrónica, telecomunicaciones y sistemas computacionales hacen posible la medición automatizada de los signos vitales, su registro y monitoreo remoto permitiendo la atención anticipada de profesionales especializados [2].

Este trabajo describe ERPHA (del inglés Emergency Remote Pre-Hospital Assistance), una plataforma de monitoreo para la asistencia remota pre-hospitalaria de emergencia. Su propósito es ofrecer servicios de adquisición, transmisión, almacenamiento y monitoreo de signos vitales en atenciones de emergencia desde el momento en que el personal paramédico toma contacto con un paciente. La plataforma está compuesta por: sensores inalámbricos, dispositivos de comunicación de cobertura metropolitana, y equipamiento computacional; todos disponibles comercialmente por más de un proveedor.

Si bien en Chile existe al menos una empresa que ofrece actualmente servicio de monitoreo para pacientes en sus hogares [3], ERPHA fue diseñado para cubrir las necesidades específicas en atenciones de emergencia pre-hospitalarias. Otro aspecto relevante de ERPHA es su desarrollo de software íntegro por parte de los autores sólo dependiendo de entorno Microsoft estándar.

2 MÉTODOS

El diseño de la plataforma consideró la revisión de la literatura [2,4] y la asesoría de un experto en atenciones de urgencias para definir los signos vitales más decisivos al momento de establecer un diagnóstico preciso del estado de un paciente; estos son: oximetría de pulso, presión arterial no invasiva, ritmo cardiaco y electro-cardiograma (ECG). La arquitectura general de la plataforma se muestra en la Figura 1. Por cada paciente, la plataforma considera sensores de signos vitales conectados a un dispositivo de comunicaciones (smartphone) vía una red inalámbrica Bluetooth. Si bien ERPHA es fácilmente adaptable a cualquier tipo de sensor que use comunicación Bluetooth, el prototipo desarrollado ocupó los siguientes equipos: Nonin 4100 para oximetría de pulso, Corscience Boso-Medicus Prestige+BT para presión arterial, y Corscience BT 3/6 para ECG. El smartphone, usando enlace 3G y protocolo TCP [5], transfiere los datos al centro de atención lejano en el cual son almacenados. Este protocolo ofrece transferencia confiable y en orden de datos. La disponibilidad de cámara fotográfica y sistema de posicionamiento global (GPS) en los actuales smartphones permitieron incorporar en ERPHA el envío de imágenes y el seguimiento de posición del paciente. En prototipo ocupó un smartphone Samsung i637 y su programación fue hecha en C# sobre Windows Mobile 6.1.



Fig.1: Arquitectura General de la Plataforma de Monitoreo

Los signos vitales de cada paciente son recibidos y almacenados en una base de datos Microsoft SQL Server 2008 R2 en un servidor central en Internet, el cual atiende a un conjunto de smartphones asociados a él. La información almacenada es accesible en línea a través de una aplicación de monitoreo basada en tecnologías WEB, la cual fue desarrollada en tecnología .NET, en particular las tecnologías de Microsoft Silverlight y WCF RIA Services.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los sensores usados en ERPHA siguen la instalación en el paciente equivalente a aquellos de usados por paramédicos por lo cual no se incurre en tiempos adicionales en esta tarea. Las Figuras 2 y 3 muestran la interfaz del teléfono móvil. Los signos vitales se muestran localmente y es posible ingresar del paciente mientras en trasfondo se envía la información a través de 3G. Las Figuras 4, 5, y 6 corresponden a la interfaz web de monitoreo.

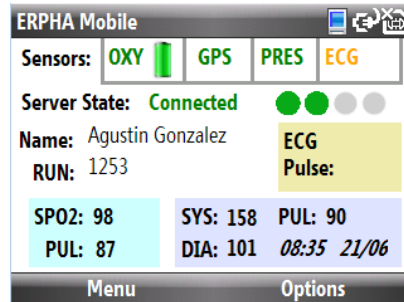


Fig. 2: Mediciones y estado de conexión mostrado por cada smartphone

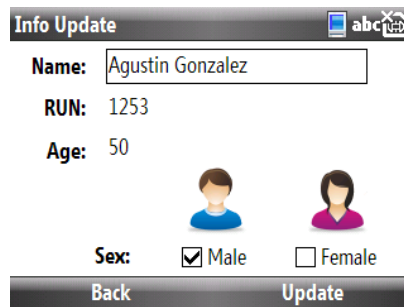


Fig. 3: Interfaz para el ingreso de datos personales del paciente

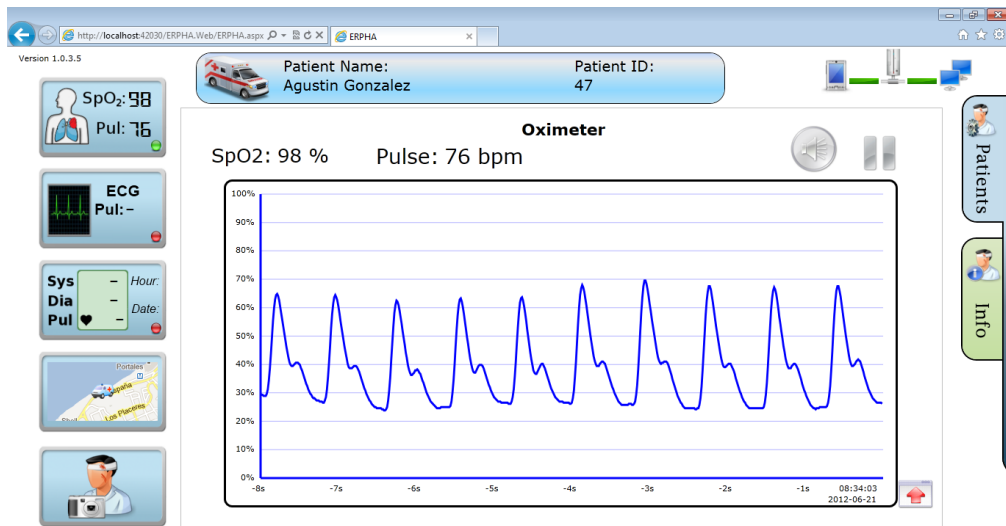


Fig. 4: Interfaz web de ERPHA al seleccionar monitoreo de oximetría y pletismograma

Terceras Jornadas Chilenas de Ingeniería Biomédica
3rd Chilean Meeting on Biomedical Engineering
JCIB 2012

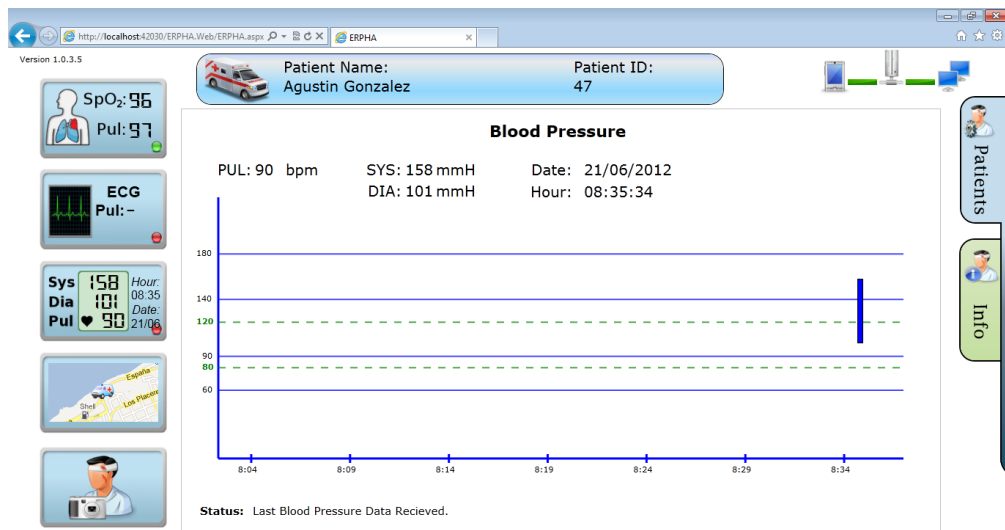


Fig. 5: Interfaz web de ERPHA al seleccionar monitoreo presión no invasiva

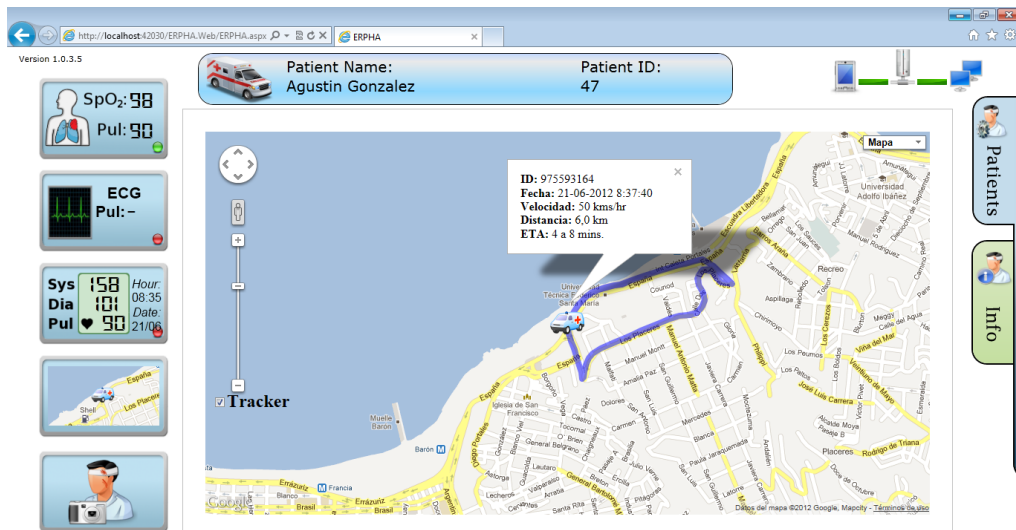


Fig. 6: Interfaz web ERPHA al seleccionar seguimiento de posición del paciente

ERPHA fue sometido a pruebas de laboratorio donde se simuló un paciente accidentado al cual se le instalaron los sensores y se efectuó un recorrido por las cercanías el campus universitario mientras los datos eran monitoreados en el laboratorio. Luego fue validado por médicos de servicios de emergencia a los cuales se les hizo una demostración similar a la descrita previamente. El servicio 3G de proveedores locales ofrece una tasa de transferencia suficiente (80 Kbps medidos de subida) para enviar los flujos de signos vitales (10 Kbps). La latencia observada entre el cambio de un signo vital y su visualización en la interfaz web es del orden de 3 segundos, mientras no se esté subiendo alguna fotografía. Esta latencia varía en presencia de congestión, durante las pruebas se observó latencias de hasta 10 segundos.

4 CONCLUSIONES

En este trabajo se presenta ERPHA, una plataforma de monitoreo para asistencia remota pre-hospitalaria de emergencia basada en tecnologías ampliamente disponibles. Ésta considera el envío de las señales de oximetría de pulso, presión arterial no invasiva, electrocardiograma, e información de posición y fotografías del paciente. Su arquitectura permite dar servicio a un gran número de vehículos de emergencia así como de terminales de monitoreo. El resultado obtenido ha sido validado por especialistas en pruebas simuladas en terreno.

Actualmente se está trabajando en una mejor gestión de las comunicaciones en situaciones de congestión, mecanismos de seguridad para garantizar confidencialidad e integridad de los datos y la autenticación de las estaciones de medición de signos vitales, y extensiones de la interfaz de monitoreo para navegar por datos históricos de pacientes.

5 AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a LACCIR por el financiamiento obtenido a través de proyecto R1209LAC001.

REFERENCIAS

- [1] R Malcolm Smith and Alasdair KT Conn (2009). Prehospital Care – Scoop and run or stay and Play?. *Injury, International Journal of the Care of the Injured*. Volume (40) Supplement 4, (pp. 23-26).
- [2] Tia Gao; Pesto, C.; Selavo, L.; Yin Chen; Jeong Gil Ko; Jong Hyun Lim; Terzis, A.; Watt, A.; Jeng, J.; Bor-rong Chen; Lorincz, K. and Welsh, M.(2008, May). Wireless Medical Sensor Networks in Emergency Response: Implementation and Pilot Results. *In proceeding of the IEEE Conference on Technologies for Homeland Security*. Boston, MA, USA. (pp. 187-192). Waltham:IEEE
- [3] <http://www.accuhealth.cl/>
- [4] Zhou, B., Hu, C., Wang, H. B., Guo, R., & Meng, M.-H. (2007). A Wireless Sensor Network for Pervasive Medical Supervision. *IEEE International Conference on Integration Technology* (pp. 740-744). Shenzhen: IEEE.
- [5] James F. Kurose and Keith W. Ross, "Computer Networking: A top-Down Approach", Addison Wesley, Fifth Edition, 2009.