

Sistemas m-Health: la solución para las necesidades de una Unidad de Hospitalización a Domicilio

Autores: Vicente Traver *, Carlos Fernández *,

Juan Carlos Naranjo*, Eduardo Montón*, Sergio Guillen*, Bernardo Valdivieso[§]

*Grupo de Bioingeniería, Electrónica y Telemedicina. Instituto ITACA. Universidad Politécnica de Valencia

[§]Unidad de Hospitalización a Domicilio. Hospital Universitario La Fe de Valencia

RESUMEN

Las Unidades de Hospitalización a Domicilio (UHD) están asumiendo un papel cada vez mayor en los sistemas de salud, donde la saturación hospitalaria es un grave problema. La extensión virtual del entorno hospitalario hasta el hogar del paciente permite aumentar la capacidad de atención médica sin tener que aumentar las infraestructuras actuales.

Los tradicionales sistemas de información no ofrecen la flexibilidad necesaria para una gestión adecuada de este tipo de unidades. Sin embargo, la creciente oferta de comunicaciones móviles, plasmada en plataformas m-

health puede hacer posible esta gestión, optimizando los recursos al máximo y ofreciendo un mejor servicio sanitario al paciente. Estos sistemas m-health tienen como componente diferencial el uso de comunicaciones inalámbricas a diferentes niveles (comunicación entre dispositivos, comunicación intrahospitalaria y comunicación hospital-domicilio de los pacientes).

En este artículo se muestra cómo una plataforma m-health cubre muchas de las necesidades en el entorno de una Unidad de Hospitalización a Domicilio, sirviendo de ejemplo la plataforma m-health de la UHD del Hospital La Fe de Valencia, en marcha desde junio de 2003.

INTRODUCCIÓN

Las Unidades de Hospitalización a Domicilio (UHD) tienen como principal objetivo el tratamiento y cuidado médico de pacientes que por su patología, pueden ser atendidos apropiadamente en sus hogares en vez de en el hospital. Por ello, una buena gestión clínico-administrativa de las UHD no sólo nos permite mejorar la calidad del servicio asistencial de estas unidades, sino que nos permite reducir, de un modo directo, la saturación existente en los hospitales.

Esta unidad forma en sí un pequeño hospital que ha de manejar grandes cantidades de datos de los pacientes, teniendo que poder admitir todo tipo de pacientes de muy dispares patologías, y con sistemas de admisión, gestión y alta propios. Así, es esencial la planificación de altas de pacientes, el cálculo de estancia de pacientes y la estimación de la capacidad de los recursos de la unidad, para obtener un sistema eficiente de hospitalización, usando de manera optimizada los recursos.

Sin embargo, los tradicionales métodos de gestión basados en la documentación impresa en papel plantean muchos problemas a la hora de un uso eficiente y eficaz; debemos tener en cuenta que en este tipo de unidades,

la información de cada paciente se halla dispersa, encontrándose almacenada en formatos dispares disgregados por todas las unidades del hospital, haciendo en muchos casos imposible la localización de ésta.

Dada la especial naturaleza de este tipo de unidades, donde el trabajo diario se realiza en el domicilio de los pacientes, y donde toda la información recabada debe ser puesta en común para la toma de decisiones, los sistemas m-health son herramientas de inestimable valor para la gestión de la unidad. El poder disponer de la información del paciente en su propio domicilio, el no tener que realizar complejas tareas de sincronización y actualización de los datos recogidos y el poder trabajar en un entorno cooperativo sin las molestias de conectar los dispositivos móviles (PDAs, ordenadores portátiles, etc.) en una mesa llena de cables, incrementa enormemente la calidad, usabilidad y satisfacción de los profesionales que usan el sistema.

Día a día de la hospitalización domiciliaria

Además, de los pacientes, son varios los usuarios que intervienen en los procesos clínico-administrativos de una Unidad de Hospitalización a Domicilio:

- **Médicos:** Normalmente se encuentran a la cabeza de

Especial: Las redes inalámbricas en sanidad

un equipo, y coordinan los cuidados de los pacientes que se le asignan.

- **Enfermeras y trabajadores sociales:** Encargados de los cuidados planificados al paciente. Estos cuidados pueden provenir de atenciones planificadas por el equipo o derivadas de diagnósticos médicos, o problemas causados por diagnósticos de enfermería.
- **Personal de Coordinación y Administración:** Se encarga de coordinar los equipos entre sí, asignando pacientes a los equipos conforme se van registrando las altas de los pacientes hospitalizados.
Estos usuarios se encuentran inmersos dentro de un flujo de procesos administrativos y asistenciales que se inicia desde el mismo instante en que se realiza una petición para que un paciente pase a ingresar a la unidad. Estos procesos administrativos y asistenciales son:
- **Admisión:** Este es el subproceso inicial por el que se realiza una propuesta para que el paciente pase a formar parte de la unidad. Este es un proceso de vital importancia que puede definir el éxito o el fracaso de la gestión de una unidad de hospitalización a domicilio. En este proceso es necesario coordinar un conjunto de equipos, que sean capaces de predecir la estancia de sus pacientes dentro de la unidad. Para que esta estancia pueda ser predicha con la mayor exactitud posible, es vital una comunicación fluida entre todo el personal involucrado en los procesos de admisión y cuidado del paciente.
- **Reunión de equipo:** Diariamente, los médicos y las enfermeras de cada equipo se reúnen para planificar los cuidados y el seguimiento de los pacientes. Es en esta reunión donde los miembros del equipo ponen en común los datos que han obtenido. Para ello es necesario un sistema que le proporcione de manera precisa e intuitiva toda la información de un solo vistazo. Desgraciadamente, esto no siempre es posible ya que la mayoría de la información se encuentra en papel.
- **Visitas:** Las enfermeras y los médicos visitan regularmente a los pacientes en sus casas. Estos procesos son planificados en la reunión de equipo y aportan la información diaria sobre el estado del paciente (datos clínicos y psicológicos, control de ingesta de medicamentos,...). Estas planificaciones se pueden protocolizar en un elevado número de los casos atendiendo a diversos estándares de planes de cuidados, lo cual ayuda a estimar la estancia de los pacientes en la unidad.
- **Alta de pacientes:** Este es el último proceso por el que el episodio del paciente ha de pasar para dejar de ocupar una cama virtual en la unidad. Ésta será rápidamente ocupada por un paciente tras el pertinente proceso de admisión.

M-HEALTH: UNA TECNOLOGÍA EN EXPANSIÓN

La utilización de dispositivos móviles (PDAs, Tablet PCs y teléfonos móviles) y tecnologías inalámbricas (IEEE

802.11b, Bluetooth, GPRS, UMTS...) en entornos del cuidado de la salud está creciendo exponencialmente a lo largo del mundo. Ello está permitiendo a los profesionales de la medicina el uso de Internet para la práctica médica se encuentre donde se encuentre, permitiendo la aparición de nuevos escenarios y casos de uso.

Las redes de comunicaciones de una arquitectura m-health pueden ser fácilmente aplicadas a las unidades de hospitalización a domicilio, extendiendo el hospital hasta el hogar del paciente. Se dan tres tipos de redes inalámbricas en el ámbito de una Unidad de Hospitalización a Domicilio:

- **WPAN (Wireless Personal Area Network):** Una WPAN es una red centrada en una persona, permitiendo la comunicación entre dispositivos corporales o muy cercanos a la persona haciendo uso de protocolos como Bluetooth o Zigbee.
- **WLAN (Wireless Local Area Network):** Este tipo de redes permiten la transmisión de datos a altas velocidades en un entorno local. Estándares utilizados en estas áreas son mayoritariamente el IEEE 802.11b-WiFi para la comunicación con PDAs y PC portátiles utilizando tarjetas PCMCIA o Compact Flash. Estas redes son una buena elección para las comunicaciones que se realicen dentro del hospital, tales como las realizaciones de las reuniones diarias de los equipos de la UHD. La seguridad de estas redes está garantizada mediante protocolos del tipo SSL (Secure Socket Layer), WEP (Wireless Encryption Protocol), MAC (Medium Access Control).
- **WWAN (Wireless Wide Area Network):** Por último este tipo de redes, haciendo uso de GPRS o UMTS, envía información sin importar las distancias, por ejemplo, entre el hogar del paciente y el hospital, facilitando el acceso y actualización de los datos administrativos y clínicos necesarios para llevar a cabo las visitas a domicilio.

COMUNICACIÓN ENTRE UNIDADES HOSPITALARIAS: UNA REALIDAD POSIBLE

Un elemento clave para el éxito de cualquier sistema de información en una Unidad de Hospitalización a Domicilio es su conectividad. Las UHDs precisan de la información de los pacientes contenida en cualquiera de las unidades o departamentos del hospital. Sin embargo, en la realidad, la mayoría de estos datos se encuentran en papel, y cuando sí están en formato digital, los sistemas que lo controlan responden al diseño de arquitecturas ad-hoc creadas con muy buena voluntad a base de esfuerzos personales pero sin considerar arquitecturas globales y a la vez distribuidas.

Estos problemas derivados de esta heterogeneidad de base de datos e interfaces para acceder a la información se han resuelto mediante el uso de servicios web. Los servicios web son componentes modulares, auto contenidos y auto descriptivos que pueden ser publicados, localizados

Especial: Las redes inalámbricas en sanidad

se invocados a través de entornos web. Esta tecnología permite a aplicaciones presentes y futuras de diferentes plataformas acceder a los datos que éstas generan, dentro de un marco moderno de aplicaciones PUSH & PULL. Estos servicios funcionan a través de protocolos estándares (SOAP y HTTP/S) sobre el estándar de serialización de la información XML.

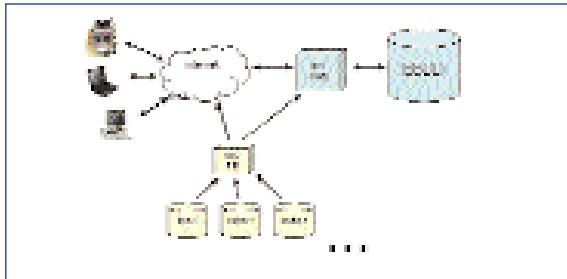


Ilustración 1: Sistema de WS del sistema e-HaD

La utilización de estas estructuras de información en el campo de la salud, nos permite la creación de capas de comunicación entre sistemas de almacenamiento de datos completamente diferentes, e incluso desde diferentes plataformas de tal modo que sea posible la visualización y actualización de los datos de una forma segura, eficaz y eficiente.

e-HaD: SISTEMA M-HEALTH PARA UNA UHD

El grupo de Bioingeniería, Electrónica y Telemedicina (BET) ha desarrollado una plataforma m-health para una

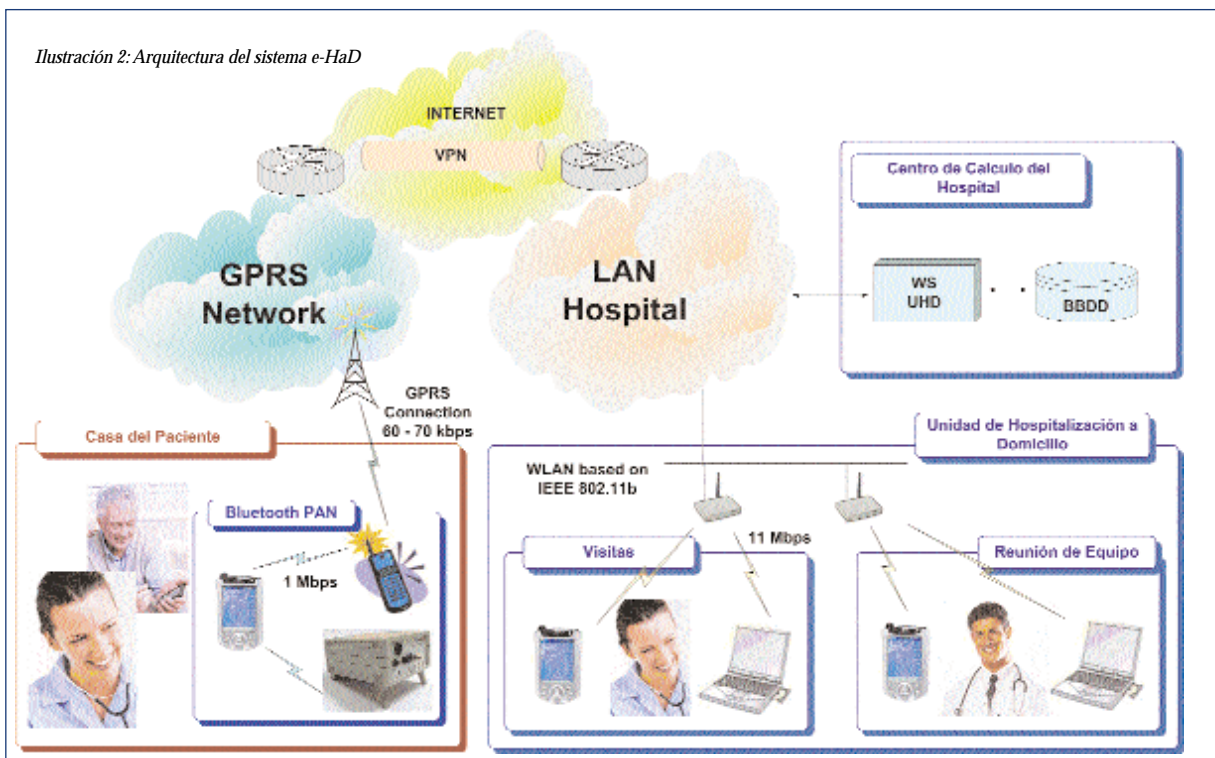
UHD en colaboración con la propia Unidad de Hospitalización a Domicilio del Hospital Universitario la Fe de Valencia, y el apoyo económico de la Comisión Europea a través del Proyecto IDEAS in e-Health (IST 2001-34614), teniendo en cuenta las consideraciones expuestas previamente.

Este sistema, denominado e-HaD, es una plataforma m-Health optimizada para su uso en Unidades de Hospitalización a Domicilio, combinando el uso de tecnologías inalámbricas con las redes de comunicaciones existentes de tal forma que es posible el acceso vía GPRS en entornos extrahospitalarios a las bases de datos del hospital a través de una red privada virtual (VPN) con la red ARTERIAS de la Conselleria de Sanidad de la Generalidad Valencia.

El núcleo del sistema e-HaD está formado por dos aplicaciones principales, ambas modulares y escalables, que se nutren de servicios web:

- **e-HaD PC:** Gestiona la unidad de hospitalización a domicilio. Cubre los procesos principales de admisión y reunión de equipo ofreciendo información puntual sobre cualquier dato relacionado con los pacientes ingresados en la unidad.
- **e-HaD PDA:** Aplicación sobre PDA, para uso del personal médico durante sus desplazamientos o en el hogar del paciente.
E-HaD controla los procesos de:
 - **Admisión:** e-HaD permite la gestión de todos los equipos y sus pacientes permitiendo la gestión de propuestas, ingresos, traslados...

Ilustración 2: Arquitectura del sistema e-HaD



Especial: Las redes inalámbricas en sanidad

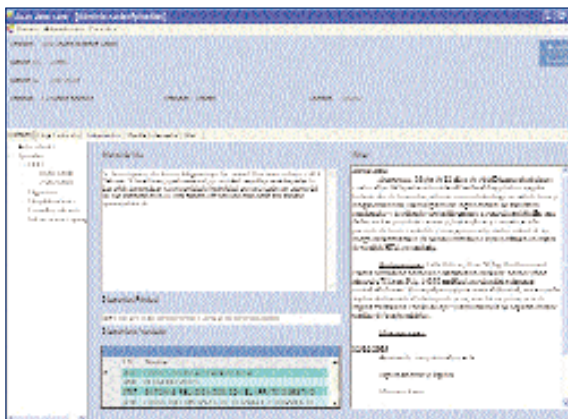


Ilustración 3:
e-HaD PC



Ilustración 5: Médico usando E-HaD PDA

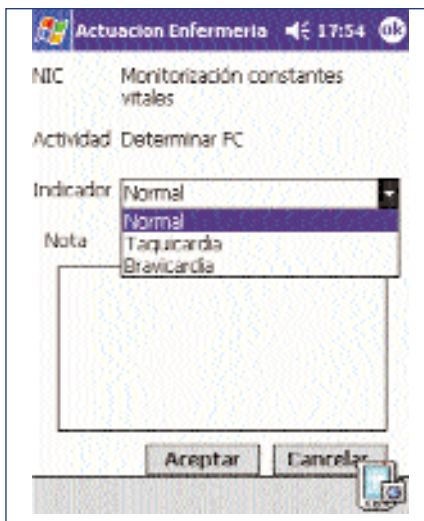


Ilustración 4:
e-HaD PDA

- **Reunión de Equipo:** e-HaD aporta un entorno para favorecer la reunión de equipo permitiendo de un vistazo la planificación de las visitas, tratamientos y diagnósticos y procedimientos (CIE9), así como la posibilidad de ver los informes médicos de cualquier área del hospital (laboratorio, rayos, microbiología...)
- **Planificación y estandarización de Cuidados:** Mediante el uso de estándares de planes de cuidados de enfermería, e-HaD ofrece una herramienta para planificar y estandarizar los cuidados de los pacientes.
- **Visitas de Enfermería:** Proceso donde mediante PDAs, es posible acceder a cualquier dato de los pacientes tanto desde entornos intrahospitalarios (WLAN) como extrahospitalarios (WWAN). Además, y gracias a la tecnología Bluetooth, la PDA controla un Equipo de Monitorización de Señales Vitales que puede adquirir ECG (6 derivaciones), concentración de oxígeno en sangre, presión arterial, frecuencia cardiaca y temperatura.
- **Altas:** e-HaD contiene un módulo que permite la creación de informes de altas de un modo semiautomático. Las tecnologías inalámbricas se han utilizado para facilitar e integrar estos procesos en todos los escenarios posibles de uso. Así por ejemplo, se puede observar en la Ilustración 2 cómo se han cubierto las necesidades de

acceso a la información sin cables tanto dentro del hospital mediante la instalación de una red WLAN (IEEE 802.11b), como fuera de éste con la utilización de una red WWAN (GPRS).

De esta forma en el proceso de reuniones de equipos, todos sus participantes pueden conectar sus dispositivos inalámbricos (PDAs y portátiles) a la red IEEE 802.11b y acceder e intercambiar información de forma fácil y segura. Por otra parte, una enfermera podrá sincronizar información de las visitas que deba realizar en su PDA y los datos recogidos en visitas ya realizadas, o bien en el hospital mediante una conexión WiFi, o fuera del hospital mediante una conexión GPRS.

Por lo que se refiere a tecnologías WPAN (Bluetooth y en un futuro, Zigbee), cubren necesidades diferentes a las del acceso a red, como son la conexión de la PDA del personal médico a dispositivos de monitorización (permitiendo la adquisición de datos de monitorización en las visitas a los pacientes), o la conexión de la PDA con un teléfono móvil para tener acceso a la red WWAN cuando surgen necesidades de sincronización o acceso a los datos.

Los usos de las tecnologías inalámbricas en cada entorno para una UHD quedan resumidos en la siguiente tabla.

CONCLUSIONES

El uso de las tecnologías de la información y en especial, las inalámbricas en el área de la salud reciben el nombre de m-health, haciendo posible para los profesionales sanitarios el paradigma del acceso a la información: "En cualquier momento, desde cualquier lugar por cualquier persona autorizada y de cualquier modo". Los beneficiados de los sistemas m-health no sólo son los profesionales médicos, sino también los propios pacientes y las entidades proveedoras de servicio, gracias a las mejoras que supone en la gestión y extensión del servicio sanitario.

Las aplicaciones desarrolladas conforman una plataforma m-health útil para cualquier Unidad de Hospitalización

Especial: Las redes inalámbricas en sanidad

Tabla 1 Uso de tecnologías inalámbricas en diferentes escenarios para una UHD

| Tecnología Inalámbrica | Uso | |
|------------------------|---|--|
| | Intrahospitalario | Extrahospitalario |
| WPAN (Bluetooth) | Conexión de la PDA con el dispositivo de monitorización para pacientes hospitalizados | Conexión de la PDA con el dispositivo de monitorización para pacientes en el hogar |
| | | Conexión de la PDA con el móvil para acceso a datos via GPRS |
| WLAN (IEEE 802.11b) | Acceso a la información en las reuniones de equipo | |
| | Sincronización de los datos recogidos o a utilizar en las visitas médicas | |
| | Acceso a datos | |
| WWAN (GPRS) | | Sincronización de los datos utilizados en las visitas médicas |
| | | Acceso a datos |

a Domicilio y contemplan los procesos típicos en estas unidades, desde el momento en que un paciente entra en el servicio hasta que es dado de alta. Todo el sistema m-health presenta una arquitectura modular y generalista que facilitará la extensión para su uso en otras unidades de cualquier hospital.

Aún reconociendo los resultados positivos del sistema desarrollado, queda aún mucho trabajo a realizar en el camino hacia la integración de los sistemas de información de las unidades hospitalarias y el uso efectivo de comunicaciones inalámbricas para conectar dispositivos y sistemas de información. Seguridad, usabilidad, cobertura,

identificación, compatibilidad electromagnética, eficiencia de espectro, ancho de banda, validación clínica son conceptos que marcarán la investigación, innovación y desarrollo en m-health durante los próximos años.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal sanitario de la Unidad de Hospitalización a Domicilio y la Unidad de Informática del Hospital Universitario La Fe de Valencia su apoyo e implicación en el proyecto así como a la Comisión Europea la financiación recibida a través del proyecto Ideas in e-health IST 2001-34614.