

Hospital Virtual: Sistema de información clínica y telecuidado de pacientes VIH/SIDA basado en tecnologías Web 2.0

P. Chausa Fernández^{1,2}, C. Cáceres Taladriz^{2,1}, F.J. García Peces^{2,1}, I. Martínez Sarriegui^{2,1}, A. Montero Rodríguez^{2,1}, D. Varela Pérez³, J. García Gutiérrez³, P. Álvarez Díaz³, I. Pérez Medina⁴, M.E. Hernando Pérez^{2,1}, J.M. Gatell Artigas⁴, E.J. Gómez Aguilera^{2,1}

¹ Centro de Investigación Biomédica en Red en Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina (CIBER-BBN), Madrid, España

² Grupo de Bioingeniería y Telemedicina, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España
{pchausa, ccaceres, fjpeces, imartinez, amontero, elena, egomez}@gbt.tfo.upm.es

³ Tesis Telemedicina S.L., Gijón, España {dvarela, jgarcia, palvarez}@tesis.es

⁴ Servicio de Enfermedades Infecciosas, Hospital Clínic, Barcelona, España {iperez1}@clinic.ub.es

Resumen

Este artículo describe el desarrollo de un nuevo sistema de información clínica y telecuidado de pacientes VIH/SIDA que se encuentra implantado en rutina clínica dentro del Servicio de Enfermedades Infecciosas del Hospital Clínic de Barcelona. El proyecto surge ante la necesidad de unificar el sistema de información departamental del servicio y un sistema de telemedicina instalado en el hospital en 2004. Para ello se han diseñado e implementado nuevas bases de datos y dos sistemas específicos para uso de profesionales y pacientes. Además, se ha realizado una integración con el Sistema de Información del Hospital (HIS) permitiendo el acceso a todos los datos requeridos de los pacientes desde una única aplicación. Este nuevo sistema está al servicio de más de 70 profesionales sanitarios que realizan una media de 150 consultas al día disponiendo de información clínica de más de 8000 pacientes.

1. Motivación

Los sistemas de información en el Hospital Clínic de Barcelona, y en general en cualquier centro sanitario, presentan una gran complejidad donde, además de la solución corporativa, SAP en el caso del Hospital Clínic, existen numerosas aplicaciones departamentales que cada cual ha ido creando y manteniendo y que en muchas ocasiones, contienen más información que la del propio hospital.

En el Servicio de Enfermedades Infecciosas del Hospital Clínic existe una aplicación propietaria para la gestión de la historia clínica electrónica de pacientes con VIH/SIDA. La aplicación Historias de SIDA fue desarrollada por la empresa MSM para que el servicio pudiera almacenar los datos de sus pacientes. Esta aplicación es la evolución de una en dBase IV que mantiene los datos del servicio informatizados desde el año 1985. Actualmente está al límite de sus posibilidades, ya que se trata de una aplicación en Delphi que ataca una base de datos Microsoft Access 95 la cual requiere una migración a una base de datos más potente y mejor estructurada. Además, esta aplicación informática no está integrada con el resto de aplicativos departamentales del hospital, lo cual impide el acceso directo a otros datos clínicos necesarios

a la hora de atender a los pacientes, como los proporcionados por SAP.

En este mismo servicio del hospital está funcionando el sistema de telemedicina Hospital Virtual [1], un sistema de información y atención domiciliar de pacientes con VIH estables a través de Internet. El Hospital Virtual fue desarrollado por el Grupo de Bioingeniería y Telemedicina de la Universidad Politécnica de Madrid en colaboración con el Hospital Clínic. El sistema se instaló en el hospital en 2004 para la realización de un estudio piloto de dos años de duración y se integró en rutina clínica atendiendo a más de 200 pacientes. A pesar de ello, no dispone del servicio de mantenimiento requerido por una aplicación hospitalaria ya que en origen fue desarrollado como un proyecto de investigación entre los dos organismos públicos citados. Además, mantiene una base de datos independiente, desarrollada en Sybase SQL Server, y carece de ciertos servicios ya que fue diseñado para atender exclusivamente a pacientes estables y durante un período de tiempo limitado.

Esta situación dio lugar a la puesta en marcha de un proyecto para la creación de un nuevo sistema de información que integrase los dos sistemas descritos y permitiese una atención completa a pacientes VIH/SIDA de forma presencial y remota. El proyecto ha sido realizado conjuntamente por el Grupo de Bioingeniería y Telemedicina de la UPM, el Hospital Clínic de Barcelona y TESIS Telemedicina S.L., como empresa destinataria de la transferencia tecnológica.

Los objetivos perseguidos por el proyecto son:

- Desarrollo de un nuevo sistema de información clínico, al cual denominaremos Hospital Virtual, que incluya los servicios proporcionados por los dos sistemas coexistentes permitiendo una gestión asistencial completa.
- Migración de las dos bases de datos a otra mejor estructurada, con acceso más rápido a la información, control de la congruencia de datos y uso de filtros de control de errores.

- Integración de la nueva aplicación con el HIS del hospital de forma que se pueda acceder a todos los datos disponibles de los pacientes desde una única aplicación.

2. Descripción general del sistema

El sistema está formado por varios módulos: subsistema de profesionales, subsistema de pacientes, módulo de videoconferencia y módulo de integración con SAP. Tal y como veremos más adelante, tanto el sistema de profesionales como el de pacientes han sido diseñados basándose en tecnologías Web 2.0 [2].

El sistema de profesionales tiene como objetivo optimizar el proceso de atención de los pacientes. Permite gestionar la historia clínica electrónica de forma completa gracias a la integración de la aplicación con el sistema de información del hospital. Así, el profesional tiene acceso a datos demográficos y clínicos, a información de citas, a resultados de laboratorio, etc., de forma unificada.

El sistema de pacientes proporciona a estos una herramienta con la que visualizar los datos más relevantes de su infección, información acerca del VIH/SIDA proporcionada por su propio equipo de cuidado y comunidades virtuales con las que interactuar con otras personas en su misma situación.

El módulo de videoconferencia permite la realización de consultas remotas entre profesionales y pacientes, aportando un nuevo modelo de cuidado para esta enfermedad.

La siguiente figura (Figura 1) muestra una visión completa de los módulos de la arquitectura del Hospital Virtual y su relación entre ellos.

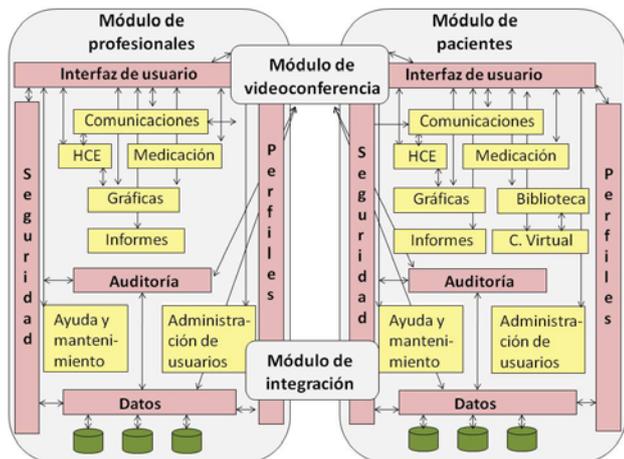


Figura 1. Módulos de la arquitectura del Hospital Virtual

Para facilitar la comprensión del diagrama se han omitido algunas de las flechas que conectan las partes principales de cada módulo (interfaz, seguridad, perfiles, auditoría y datos), salvo las de la interfaz de usuario. Por tanto, de cada módulo amarillo salen 5 flechas a estos módulos principales. De igual forma, el módulo de integración tiene relación directa con el sistema de auditoría, los datos y la interfaz de usuario de los subsistemas de profesionales y pacientes.

Para llevar a cabo el proyecto se implementa la arquitectura de la figura (Figura 2), integrada en la red del Hospital Clínic de Barcelona.

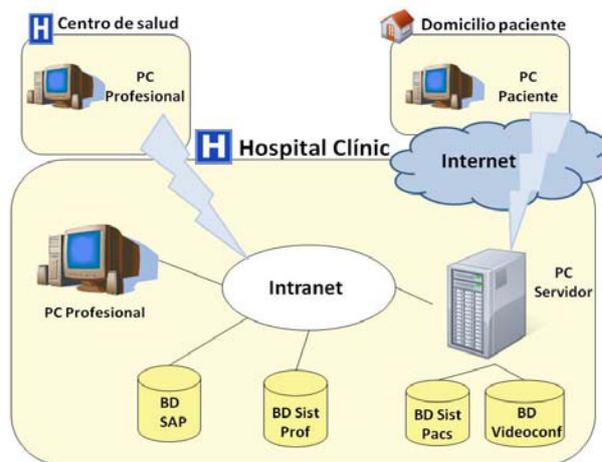


Figura 2. Arquitectura técnica del Hospital Virtual

Los equipos que definen la arquitectura son:

- PC Profesional: los profesionales utilizan sus propios ordenadores del hospital para acceder al sistema. Estos ordenadores requieren una webcam en caso de que realicen visitas a través de videoconferencia.
- PC Paciente: los pacientes acceden desde sus propios PCs y deben disponer de acceso a Internet, una webcam y tener Flash instalado.
- PC Servidor: situado dentro de la red del Hospital. Es un servidor virtual Suse 10 SP2 en el que se han configurado las siguientes aplicaciones: MySQL, Red5, PHP5, Flash, Apache Tomcat y el entorno de Java.
- Base de datos del sistema de profesionales: instalada en un servidor corporativo compartido por otras bases de datos departamentales. Se gestiona con Microsoft SQL Server.
- Base de datos del sistema de pacientes: instalada en el PC Servidor. No contiene ningún dato de tipo personal de los pacientes y se gestiona con MySQL.
- Base de datos del sistema de videoconferencia: instalada en el PC Servidor. No contiene ningún dato de tipo personal de los pacientes y se gestiona con MySQL.
- Sistema de Información Hospitalario (HIS): SAP en el caso del Hospital Clínic.

3. Subsistema de profesionales

El sistema de profesionales está basado en **Struts2** [3], un *framework* de Apache bajo la plataforma J2EE que sigue el patrón MVC (Modelo-Vista-Controlador). Struts2 aporta un marco de desarrollo potente, fácil de usar e independiente del sistema operativo del servidor.

Para poder soportar peticiones al servidor de forma asincrónica (AJAX) y así evitar recargas innecesarias, utilizamos la librería **ExtJs2.0**. Esta librería permite

generar fácilmente componentes tales como botones, menús, paneles, árboles, mensajes de error, etc., y desplegarlos de forma ordenada y con independencia del navegador utilizado, dando aspecto de aplicación de escritorio a las aplicaciones que se ejecutan en el navegador (Figura 3). El *framework* **Sitemesh** de **Opensymphony** se utiliza para la generación de plantillas definiendo todos los elementos comunes de la vista.

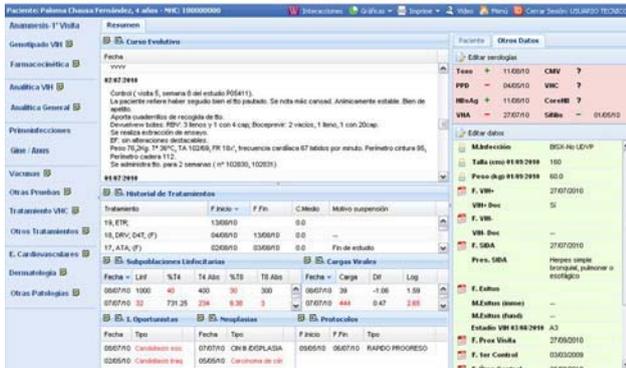


Figura 3. Interfaz de usuario del sistema de profesionales

La generación del log de la aplicación utiliza la librería más extendida en el entorno de las aplicaciones Web, **Log4j**, un proyecto dentro de la fundación Apache y por tanto gratuita y de código abierto.

Para el almacenamiento y la gestión de los datos se ha utilizado **Microsoft SQL Server**, de forma que se puedan alojar los datos en el servidor de bases de datos corporativo del Hospital Clínic.

La siguiente figura (Figura 4) muestra la relación de todos los componentes que forman la arquitectura MVC del sistema de profesionales.

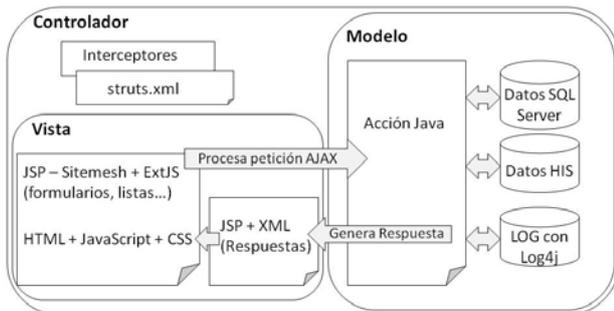


Figura 4. Arquitectura MVC del sistema de profesionales

Este subsistema ofrece los siguientes servicios:

- Servicios de Comunicación: consultas entre un paciente y un miembro de su equipo de cuidado de forma presencial o por videoconferencia/chat (IM).
- Servicios de Obtención, Gestión y Visualización de la Información: gestión de la información clínica de los pacientes (HCE).
- Servicios de Gestión de la Medicación: receta electrónica y seguimiento del cumplimiento y de los posibles efectos adversos.

- Servicios de Administración y Configuración: gestión y autenticación de usuarios, generación de perfiles de usuario, mantenimiento del sistema, seguridad y auditoría.

4. Subsistema de pacientes

El sistema de pacientes está basado en el sistema de gestión de contenidos **Drupal**, un conjunto de herramientas software diseñadas para administrar sitios Web que permite la creación y administración de contenidos mediante una interfaz sencilla accesible vía Web (Figura 5). Drupal implica el uso de tecnologías Web como PHP, HTML, XHTML, CSS y Javascript. Para el almacenamiento y la gestión de los datos del subsistema de pacientes se ha utilizado **MySQL**.



Figura 5. Interfaz de usuario del sistema de pacientes

El sistema de pacientes ofrece los siguientes servicios:

- Servicios de Comunicación: consultas entre un paciente y un miembro de su equipo de cuidado de forma presencial o por videoconferencia/chat (IM), consultas entre pacientes a través de la comunidad virtual.
- Servicios de Obtención, Gestión y Visualización de la Información: visualización de una selección de datos de la HCE de cada paciente y gestión de información sobre VIH/SIDA (enlaces, noticias y artículos relacionados).
- Servicios de Gestión de la Medicación: información sobre la medicación y seguimiento del cumplimiento y de los posibles efectos adversos.
- Servicios de Administración y Configuración: gestión y autenticación de usuarios, generación de perfiles de usuario, mantenimiento del sistema, seguridad y auditoría.

5. Videoconferencia

El módulo de videoconferencia desarrollado está basado en tecnología **Flash**. Adobe Flash es una aplicación multimedia usada para aportar animación, vídeo e interactividad a las páginas Web. De forma más concreta, este módulo proviene de la adaptación de la herramienta de software libre **OpenMeetings**, que a su vez se basa en el marco *Rich Internet Applications* (RIA) de **OpenLaszlo** y en el servidor de vídeo **Red5**.

OpenLaszlo se sustenta sobre el lenguaje LZX, lenguaje descriptivo sobre XML y Javascript que permite un proceso de desarrollo basado en texto y declarativo, y un servidor OpenLaszlo, el Java servlet encargado de compilar las aplicaciones LZX en archivos ejecutables.

Red5 es un servidor *opensource* desarrollado con el propósito de entregar contenido *streaming* (bajo demanda en tiempo real) en Flash. Para ello utiliza el protocolo *Real Time Messaging Protocol* (RTMP) que permite transmitir contenido multimedia en tiempo real. Este servidor tiene todas las cualidades características del Flash Media Server de Adobe. Su funcionamiento se basa en la utilización de la sintaxis de *ActionScript Communication* con la cual se pueden desarrollar aplicaciones de comunicación en tiempo real. Además, Red5 está escrito enteramente en Java y permite trabajar con diversos formatos de audio y vídeo como: FLV, MP3, AMF, Flash Remoting, etc.

Para el almacenamiento y la gestión de los datos del módulo de videoconferencia se ha utilizado **MySQL**. Para gestionar la comunicación entre la aplicación y la base de datos se utiliza la herramienta Hibernate. Esta herramienta realiza el mapeo entre el mundo orientado a objetos de las aplicaciones y el mundo entidad-relación de las bases de datos en entornos Java

6. Integración con HIS

El desarrollo de las interfaces de integración entre el sistema Hospital Virtual y el HIS del hospital se ha realizado en colaboración con la Dirección de Sistemas de Información del Hospital Clínic. Se ha combinado el uso de mensajería **HL7**, un conjunto de estándares para el formato de datos e intercambio de información médica, y **XML** utilizando servicios Web como medio de comunicación. El uso de servicios Web y de HL7 frente a otros estándares europeos viene determinado por el HIS del hospital (SAP). Las interfaces implementadas son las siguientes:

- Obtención de datos demográficos de los pacientes del servicio mediante consulta al HIS.
- Citación: obtención de citas de consulta y analítica mediante notificación automática del HIS al sistema Hospital Virtual.
- Obtención de resultados de laboratorio para su análisis y explotación en Hospital Virtual.
- Farmacia: prescripción de tratamientos desde Hospital Virtual para su administración en la farmacia del hospital. Adicionalmente se contempla el acceso a la información de adherencia al tratamiento de los pacientes mediante consulta al servicio de farmacia.
- Notas clínicas: en cuanto a historia clínica, se posibilita el envío de anotaciones clínicas pertenecientes al curso evolutivo desde el sistema Hospital Virtual al HIS del hospital.
- Informes clínicos: el personal clínico puede a su vez acceder a los informes clínicos que forman la historia clínica electrónica

7. Conclusiones

En este trabajo hemos presentado el diseño, desarrollo e implementación de un nuevo sistema de información y atención a pacientes VIH/SIDA, el Hospital Virtual, que ha sido integrado dentro del sistema de información del Hospital Clínic de Barcelona. El sistema desarrollado soluciona los problemas existentes en el Servicio de Enfermedades Infecciosas del Hospital originados por la coexistencia de dos aplicaciones diferentes: la aplicación departamental original y un sistema de telemedicina desarrollado por el Grupo de Bioingeniería y Telemedicina y el Hospital Clínic.

El Hospital Virtual provee un sistema Web que permite a los profesionales realizar una gestión asistencial integrada y completa de los pacientes. Además, la incorporación de procesos de telemonitorización y telecuidado en el sistema mejora el seguimiento de los pacientes, la gestión de los tratamientos y consigue una mayor implicación y responsabilidad de los pacientes en su infección [4]. La participación de Tesis Telemedicina S.L. en el proyecto garantiza la viabilidad, sostenibilidad y explotación futura del sistema desarrollado en un entorno clínico real.

En la actualidad, dentro del marco de un nuevo proyecto de investigación [5], el sistema está siendo adaptado para formar nuevas unidades de cuidado compartido compuestas por personal de atención primaria y especialistas. El objetivo es analizar la viabilidad del establecimiento de una atención compartida de pacientes estables con infección por VIH crónica.

Agradecimientos

Nos gustaría dar las gracias a todos los profesionales sanitarios, pacientes y especialistas de Sistemas de Información del Hospital Clínic de Barcelona por su ayuda y colaboración en el desarrollo del proyecto.

Referencias

- [1] Cesar Caceres, Enrique J. Gomez, Felipe Garcia, Jose M. Gatell, Francisco del Pozo. An integral care telemedicine system for HIV/AIDS patients. *Internacional Journal of Medical Informatics*, vol 75, 2006, pp 638-642
- [2] Maged N. Kamel Boulos, Steve Wheeler. The emerging Web 2.0 social software: an enabling suite of sociable technologies in health and health care education. *Health Information & Libraries Journal*, vol 24, 2007, pp 2-23
- [3] Ian Roughley. Practical Apache Struts 2 Web 2.0 Projects. Apress, 2007 (ISBN: 1590599039)
- [4] Caceres C, Fernández E, León A, Chausa P, Martín M, Codina C, Rouseaud A, Blanch J, Casadesus C, Mallolas J, Martínez E, Blanco JL, Laguno M, Miró JM, Larrouse M, Milinkovic A, Gatell JM, Del-Pozo F, J Gomez EJ, Garcia F, "A New Telemedicine Approach for Chronic HIV/AIDS Patient Home Care", *XVII International AIDS Conference México*, August, 2008
- [5] Evaluación del impacto de nuevos sistemas de información en el cuidado de pacientes VIH crónicos. *Proyecto de investigación de evaluación de tecnologías sanitarias*. PI-09-90989.