



## Sistemas Historiales Clínicos Electrónicos de investigación y de Open-Source

Isabel de la Torre Díez<sup>1</sup>, Beatriz Sainz de Abajo<sup>1</sup>, Francisco Javier Díaz Pernas<sup>1</sup>, Miguel López Coronado<sup>1</sup>, Fernando Díez Higuera<sup>1</sup>, Miriam Antón Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Teoría de la Señal, Comunicaciones e Ingeniería Telemática Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación Universidad de Valladolid, España*

### RESUMEN

Un Historial Clínico Electrónico (HCE) incluye toda la información de salud de un ciudadano, con independencia de dónde y cuándo haya sido generada. Además, este sistema clínico debe formar parte del sistema de información del servicio de salud correspondiente, relacionándose con los sistemas de gestión económica financiera, planificación estratégica y control de gestión. Uno de los objetivos de HCE es poder interconectar a los diferentes agentes (pacientes, médicos especialistas) en un punto común donde se reúne toda la información de salud. En este artículo se analizarán algunos de los sistemas de HCEs de investigación publicados en diferentes journals y conferencias de relevancia internacional y de software libre existentes.

Electronic Health Record (EHR) includes all the healthcare information of a citizen, with independence wherefrom and when it has been generated. In addition, this clinical system must form a part of the information system of the healthcare service, related to the systems of economic management, strategic planning and management control. One of objectives of an EHR is to be able to interconnect the different agents (patients and physicians) in a common point where all the healthcare information meets. In this article some of the researching and open source EHR systems are analyzed.

### 1. SISTEMAS HCEs A NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Tras la revisión de más de 200 artículos sobre sistemas de HCEs en uso desde 1995 hasta la actualidad, analizamos HCEs en diferentes especialidades como pediatría (Ginsburg 2007), departamento de urgencias (Amouh et al. 2005), oncología (James et al. 2001), etc. En el sistema telemático para oncología, ellos usan un datawarehouse como servidor de HCEs. Los autores no muestran la estandarización del sistema. El sistema Web de HCEs de urgencias es un sistema multiplataforma, multiusuario, que

emplea Java y usa el estándar openEHR. En el sistema de HCEs en pediatría, los autores emplean estándares abiertos. Chew et al. 1998 desarrollaron la aplicación OphthWeb dentro de un proyecto multidisciplinario de HCEs en Singapore. Este sistema almacena tanto el texto como las imágenes asociadas con una completa exploración oftalmológica, como el caso de TeleOftalWeb.

En (Chen et al. 2007), los autores diseñan y desarrollan un sistema basado en una plantilla (llamado Julius). El sistema ha sido implementado, testeado y desarrollado en Stockholm, Sweden. En la aplicación OpenSDE, los autores han expandido la metodología de modelo tradicional en filas con columnas adicionales que permiten una representación de narrativa médica (Los et al. 2004).

En (Taddei et al. 1997) diseñan y desarrollan un sistema web de HCEs para la especialidad de cardiología en un instituto de salud italiano. El sistema emplea un doble modelo de Bases de Datos (BDs): una BD Oracle y otra DB2 de IBM. El desarrollo de este sistema se incluye dentro del proyecto SPERIGEST.

Existen otras aplicaciones Web como CareWeb™ que emplea el estándar HL7 (Halamka et al. 1999). Otras aplicaciones de HCEs son: PHIMS y CipherMe. PHIMS es un repositorio Web de información de salud de los pacientes, que suministra interfaces para el almacenamiento de información de salud (Kim 2006). La arquitectura de CipherMe permite almacenar de forma segura los HCEs y gestionarlos de acuerdo a una serie de necesidades y obligaciones legales. Todos los datos en el sistema son XML (Hansen 2006).

En (Becker & Sewell 2004), se presenta un sistema de HCEs basado en reglas específicas definidas por el Servicio de Salud de Reino Unido. Dicho sistema se denomina Cassandra. En (Brelstaff et al. 2001)

construyen un prototipo de cliente para HCEs, InfoDOM, basado en tecnologías Web. Emplea el protocolo SSL y maneja componentes de software JavaBean. Desarrollan un visualizador de imágenes médicas. El sistema fue testeado por médicos especialistas en neurología, radiología y epilepsia de tres hospitales en Cagliari, Italia. Otros autores como (Siika et al. 2005) describen el desarrollo y estructura de un sistema de HCEs para pacientes con el Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH) en Kenia. Cho & Park 2003, desarrollan un sistema de HCEs basado en la versión coreada de la versión beta de International Classification for Nursing Practice (ICNP). El sistema fue evaluado en 2 hospitales coreanos por 20 enfermeras y 57 pacientes. Hannan et al. 2000, presenta una investigación formativa de un sistema de HCEs en el Centro de Salud Mosoriot, en Kenia. Los autores muestran el desarrollo e implementación del sistema de HCEs en un área rural de Kenia, orientado a personas con VIH.

En (Karagiannis et al. 2007), desarrollan un sistema Web de HCEs (pEHR) que se implanta en tres hospitales europeos. Participan 22 médicos especialistas y 150 pacientes. El sistema fue desarrollado para atender las necesidades de los pacientes con enfermedad cardíaca congénita, Parkinson y Diabetes tipo 2. Tanto los pacientes como los médicos

quedaron satisfechos con el empleo del sistema. Cimino et al. 2002 desarrollan el sistema Patient Clinical Information System (PatCIS). El periodo de evaluación del mismo fue de 3 años y fue utilizado tanto por los especialistas como por pacientes. Se verificó que había mucha diversidad en el empleo del sistema por parte de dichos pacientes. Lo empleaban desde una vez al mes o menos hasta varias veces por día. En (Hanzlicek et al. 2005) desarrollan una arquitectura de HCE en el Centro EuroMise basándose en proyectos y estándares europeos. El sistema desarrollado se denomina MUDR. Tiene una arquitectura de tres capas y emplea el lenguaje XML para la comunicación entre el servidor de aplicación y el cliente. Los autores evalúan su efectividad. De Clercq et al. 2001, describen y discuten sobre el diseño y empleo de un sistema de HCEs personalizado para gestionar enfermedades crónicas. El sistema se basa en tecnologías Web y permite la interacción entre los médicos especialistas y los pacientes. Como ejemplo se resenta un sistema en el área de la Diabetes.

En (Deftereos et al. 2001) desarrollan un sistema de HCEs (JAnaemia) dirigido a pacientes con la

enfermedad de beta-talasemia. La beta-talasemia es causada por mutaciones en la cadena beta de la molécula de hemoglobina y se trata de una enfermedad hereditaria. El sistema Java se basa en el estándar ENV 13606:1999 de CEN/TC 251. El sistema se evaluó entre pacientes con dicha enfermedad en cuatro hospitales de Grecia.

Eyers et al. 2006 muestran un prototipo de HCEs, CBCL OASIS. Describen los componentes de su arquitectura de control de acceso OASIS. El prototipo cumple los niveles de seguridad requeridos por el Sistema de Salud de Reino Unido.

Cruz-Correia et al. 2007 hicieron una revisión bibliográfica de las BDs: Medline (Medline 2008), IEEE (IEEE 2008) e ISI Web of Knowledge (ISI 2008) desde 1995 hasta 2005 sobre los sistemas de información en telemedicina. En la Tabla 1, se ha realizado un listado de los sistemas relacionados con HCEs, el país donde se han desarrollado, el número de publicaciones generadas y el año de publicación de las mismas.

Nombre del sistema (o localización)	País	Número de publicaciones	Fechas de publicación
CareHaven	China	1	2001
CareWeb	Estados Unidos	2	[1998, 2000]
Chili	Alemania	1	2004
Clicks	Israel	1	2003
Clinical Management System	China	1	2005
Daegu – Korea	Corea	1	2003
GDGHA – General Hospital of Athens	Grecia	4	[2002, 2004]
GP Software Integration Project	Australia	1	2003
H:S	Dinamarca	1	2005
health@net	Austria	2	[2004, 2005]
Heilderberg	Alemania	1	2001
MUDR	República Checa	1	2004
Munster	Alemania	5	[2001, 2005]
National Tech Univ. Athens	Grecia	1	2002
OACIS	Australia	1	2003
old@home	Suiza	1	[2004, 2005]
Oxford Clinical Intranet	Reino Unido	2	[1999, 2004]
RMRS – Regenstrief	Estados Unidos	3	[1999, 2001]
Shanghai Hospital	China	1	2005
SPERIGEST	Italia	5	[1997, 2002]
SUP	Dinamarca	1	2005
Synapses	Irlanda	4	[1997, 2001]
TACWeb	Italia	1	2003
Thessaloniki	Grecia	1	2003
V-Net Med	Alemania	1	2005
Web-EPR	Brasil	1	2001

## 2. SISTEMAS HCEs DE SOFTWARE LIBRE

A continuación, se muestra un listado de aplicaciones de software libre para la gestión y almacenamiento de HCEs.

- CHITS. Dirigido a entornos rurales. Modular, basado en tecnologías Web, soporta Linux y Windows. Web: <http://www.chits.ph>
- ClearHealth. ClearHealth está basado en tecnologías Web. Cumple el estándar HL7. Web: <http://www.clear-health.com>
- CottageMed™. CottageMed™ es una aplicación FileMaker Pro (Software propietario), cumple los estándares de seguridad HIPAA. Soporta redes wireless. Web: <http://www.cottagemed.org>
- FFEHR. FFEHR es el nombre de un proyecto temporal denominado International Open Source Network (UNDP-IOSN) para el empleo eventual de HCEs en la industria de la Sanidad. Se basa en tecnologías Web y soporta Linux y Windows. Web: [http://www.iosn.net/Members/amarcelo/FFEHR\\_HEADWAY](http://www.iosn.net/Members/amarcelo/FFEHR_HEADWAY)
- HOSxp. HOSxP es un sistema vía Web de información cliente/servidor empleado en 150 hospitales en Tailandia. Soporta Windows. Web: <http://hosxp.net>
- IndivoHealth. Indivo es un sistema vía Web, distribuido, multiplataforma, construido a partir de estándares públicos. Web: <http://www.indivohealth.org>
- MedClipse. MedClipse es un sistema nativo y multiplataforma para la gestión de HCEs. Web: <http://sourceforge.net/projects/medclipse>
- Med'In Tux. MedinTux es un sistema nativo fácil de usar, soporta Windows, Mac y Linux. Web: <http://medintux.org/medintux>
- MirrorMed. MirrorMed es un sistema de próxima generación basado en PHP. Emplea plataformas Web y soporta Linux. Web: <http://www.mirrormed.org>
- OpenEMR. OpenEMR se basa en plataformas Web, soporta Mac y Linux. Cumple los estándares de seguridad y privacidad HIPAA. Web: <http://www.oemr.org>
- OpenMRS. OpenMRS es un sistema de HCEs de software libre basado en Web. Soporta Windows, Mac y Linux. Web: <http://openmrs.org/wiki/OpenMRS>
- OpenVista. OpenVista es un sistema eficiente de software libre, seguro, vía Web y multiplataforma. Web: <http://sourceforge.net/projects/openvista>

- OSCARMcMaster. (Open Source Clinical Application and Resource) de la Universidad McMaster es un sistema vía Web empleado por médicos de atención primaria, principalmente. Se trata de un sistema multiplataforma. Web: <http://www.oscarmcmaster.org>
  - PatientOS. PatientOS es un sistema nativo y multiplataforma. Web: <http://www.patients.org>
  - Tolven Health Record. Emplea Java 5, Faces, Facelets, AJAX, base de datos relacional y LDAP para seguridad. Es un sistema web multiplataforma. Web: <http://www.tolven.org>
  - Ultimate EMR. Sistema vía web, con multitud de funcionalidades como son: módulos de alergias, notas, análisis clínicos, etc. Soporta Linux y Windows. Web: <http://www.uemr.com>
  - WorldVistA. WorldVistA está basado en el sistema VistA del Departamento Veterans Affairs de los Estados Unidos. Soporta Linux y Windows. Web: <http://worldvista.org>
- Information Technology in Biomedicine, vol. 9, n.º 2, pp. 174-183.
  2. Becker, MY & Sewell, P 2004, 'Cassandra: flexible trust management, applied to electronic health records'. 17th IEEE Proceedings Computer Security Foundations Workshop, pp. 139-154.
  3. Brelstaff, G, Moehrs, S, Anedda, P, Tuveri, M & Zanetti, G 2001, 'Internet Patient Records: new techniques'. J Med Internet Res, vol. 3, n.º 1. [Online]. [Accediendo Septiembre 2008]. Disponible desde WWW: <http://www.jmir.org/2001/1/e8>
  4. Chen, R, Enberg, G & Klein, G 2007, 'Julius--a template based supplementary electronic health record system', BMC Medical Informatics and Decision Making, pp. 7-10.
  5. Chew, SJ, Cheng, HM, Lam, DSC, Cheng, ACK, Leung, ATS, Chua, JKH, Yu, CP, Balakrishnan, V & Chan WK 1998, 'OphthWeb--cost-effective telemedicine for ophthalmology', HKMJ, vol. 4. pp. 300-304.
  6. Cho, I & Park H 2003, 'Development and evaluation of a terminology-based electronic nursing record system'. Journal of Biomedical Informatics, vol. 36, n.º 4, pp. 304-312.
  7. Cimino, JJ, Patel, VL & Kushniruk, AW, 'The patient clinical information system (PatCIS): technical solutions for and experience with giving patients access to their electronic medical records'. International Journal of Medical Informatics, vol. 68, pp. 113-127.
  8. Cruz-Correia, RJ, Vieira-Marques, PM, Ferreira, AM, Almeida, FC, Wyatt, JC & Costa-Pereira, AM 2007, 'Reviewing the integration of patient data: how systems are evolving in practice to meet patient

## BIBLIOGRAFÍA

1. Amouh, T, Gemo, M, Macq, B, Vanderdonck, J, Gariani, AWE, Reynaert, MS, Stamakis, L & Thys, F 2005, 'Versatile Clinical Information System Design for Emergency Departments', IEEE Transactions on

- needs', *BMC Medical Informatics and Decision Making* 2007, vol. 7, n.º 14. [Online]. [Accediendo Octubre 2008]. Disponible desde WWW: <http://www.biomedcentral.com/1472-6947/7/14>
9. De Clerq, PA, Hasman, A & Wolffenbuttel, BH 2001, 'Design of a consumer health record for supporting the patient-centered Management of chronic diseases'. *Stud Health Technol Inform*, vol. 84, pp. 1445-1449.
  10. Deftereos, S, Lambrinouidakis, C, Andriopoulos, P, Farmakis, D & Aessopos A 2001, 'Java-based Electronic Healthcare Record Software for Beta-thalassaemia', vol. 3, n.º 4. [Online]. [Accediendo Septiembre 2008]. Disponible desde WWW: <http://www.jmir.org/2001/4/e33>
  11. Eysers, DM, Bacon, J & Moody, K 2006, 'OASIS role-based access control for electronic health records'. *IEEE Proceedings Software*, vol. 153, n.º 1, pp. 16-23.
  12. Ginsburg, M 2007, 'Pediatric Electronic Health Record Interface Design: The PedOne System', *Proceedings of the 40th Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 1-10.
  13. Halamka, JD, Osterland, C & Safran, C 1999, 'CareWeb™, a web-based medical record for an integrated health care delivery system', *International Journal of Medical Informatics*, vol. 54, pp. 1-8.
  14. Hannan, TJ et al. 2000, 'The Mosoriot medical record system: design and initial implementation of an outpatient electronic record system in rural Kenya', *International Journal of Medical Informatics*, vol. 60, pp. 21-28.
  15. Hansen, IB 2006, 'CipherMe: personal Electronic Health Records in the hands of patients-owners', *Proceedings of the 1st Distributed Diagnosis and Home Healthcare (D2H2) Conference*, pp. 148-151.
  16. Hanzlicek, P, Spidlen, J, Heroutova, H & Nagy, M 2005, 'User interface of MUDR electronic health record'. *International Journal of Medical Informatics*, vol. 74, pp. 221-227.
  17. IEEE 2008. [Online]. [Accediendo Agosto 2008]. Disponible desde WWW: <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/conhome.jsp>
  18. ISI Web of Knowledge 2008. [Online]. [Accediendo Agosto 2008]. Disponible desde WWW: <http://isiknowledge.com>
  19. James, A, Wilcox, Y & Naguib, RNG 2001, 'A Telematic System for Oncology Based on Electronic Health and Patient Records', *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, vol. 2, n.º 1, pp. 16-17.
  20. Karagiannis, GE, Stamatopoulos, VG, Rigby, M, Kotis, T, Negroni, E, Munoz, A & Mathes, I 2007, 'Web-based personal health records: the personal electronic health record (pEHR) multicentred trial'. *Journal of Telemedicine and Telecare*, vol. 13, suppl. 1, vol. 3, pp. 32-34.
  21. Kim, HS, Tran, T & Cho, H 2006, 'A Clinical Document Architecture (CDA) to Generate Clinical Documents within a Hospital Information System for E-Healthcare Services', *The Sixth IEEE International Conference on Computer and Information Technology*, pp. 254-254.
  22. Los, R, van Ginneken, AM, de Wilde, M & van der Lei J 2004, 'OpenSDE: Row Modeling Applied to Generic Structured Data Entry', *Journal of the*

- American Medical Informatics Association, vol. 11, pp. 162-165.
23. Medline 2008. [Online]. [Accediendo Agosto 2008]. Disponible desde WWW: <http://isiknowledge.com>
24. Siika, AM et al. 2005, 'An electronic medical record system for ambulatory care of HIV-infected patients in Kenya', International Journal of Medical Informatics, vol. 74, nº 5, pp. 345-355.
25. Taddei, A, Carpeggiani, C, Emdin, M., Balocchi, R, Dalmiani, S, Cecchetti, G, Macerata, A, Pierotti, D & Marchesi, C 1997, 'Development of an electronic medical record for patient care in cardiology'. Computers in Cardiology, vol. 7, nº 10, pp. 641-644.

Recepción artículo: Diciembre 2009

Aceptación artículo: Enero 2010