

UTILIZACIÓN DE ARQUETIPOS PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN HOSPITALARIOS

Jose Alberto Maldonado, Montserrat Robles, Pere Crespo.

Grupo de Informática Médica del BET, Universidad Politécnica de Valencia

RESUMEN

Cada día más la atención sanitaria de un paciente es la responsabilidad compartida de un grupo de profesionales pertenecientes a diversas disciplinas o instituciones. Como consecuencia de ello, es vital que las instituciones sanitarias puedan compartir información sanitaria sobre las pacientes, de una manera sencilla, segura y conservando el significado original de los datos. Pero actualmente la información sanitaria está repartida en múltiples sistemas de información heterogéneos y autónomos, por tanto, el acceso uniforme a los registros clínicos es una tarea problemática. Este artículo presenta una visión general de un sistema de integración desarrollado por nuestro grupo. Este sistema está basado en el estándar europeo de arquitectura de historia clínica electrónica ENV13606 del CEN/TC251, el cual utilizamos como modelo de referencia y en el uso de arquetipos de componentes de historias clínicas como metodología para conseguir la integración de la información clínica dispersa.

1. INTRODUCCION

Disponer de la Historia Clínica Electrónica (HCE) de cada paciente de forma electrónica es evidente que sería muy beneficioso, tanto para el paciente como para el personal y organismos encargados de todo el proceso asistencial. No obstante, en la actualidad, a pesar de que la tecnología lo hace viable y de que se han dedicado importantes esfuerzos para conseguirla durante muchos años, la HCE no está disponible en la mayor parte de los hospitales, ni mucho menos la HCE global del paciente lo que requeriría la existencia de un estándar a nivel internacional. Esto es debido, principalmente, a la falta de inversión en tecnologías de la información, la necesidad de proteger inversiones pasadas, la complejidad intrínseca de la información sanitaria, la ausencia de una planificación global y la falta de estándares. El proyecto del que forma parte este trabajo tiene como objetivo integrar toda la información electrónica, relativa a pacientes, distribuida en sistemas

Este proyecto está financiado por Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), proyecto FEDER-CICYT TIC2000-0706 y por Novasoft S.A.

de información departamentales (SID) heterogéneos y autónomos dentro de cualquier hospital, y facilitar a los profesionales de la salud el acceso unificado a la información relevante para la salud del paciente ocultando detalles como la localización y formato de los datos. El sistema de integración debe, además, que los cambios o incorporaciones de nuevos SID no provoquen modificaciones en el sistema de integración y debe también facilitar la posible compartición de información con otras instituciones. Esto último sólo es viable con el uso de estándares y en la actualidad no hay un consenso sobre cual será el estándar definitivo de HCE, no obstante en Europa se está promoviendo el preestándar ENV-13606 [1] de arquitectura de HCE.

La solución que se propone en este trabajo se basa en el desarrollo de un servidor que se sitúa entre los usuarios y las bases de datos ya existentes a través del cual los profesionales sanitarios pueden obtener toda o parte de la información sanitaria sobre un paciente integrada y presentada en un formato unificado de forma que se puede obtener una HCE "virtual". Decimos virtual porque los usuarios finales pueden disponer de una HCE, pero realmente ésta no existe como entidad propia en ningún sistema informático sino que se encuentra repartida por múltiples bases de datos (repositorio de datos lógico). La historia clínica, o parte de ésta, se construye "al vuelo" y siempre bajo demanda de los usuarios finales.

2. ARQUITECTURA DE HISTORIA CLÍNICA ELECTRÓNICA

Las HCE contienen información clínica sobre los pacientes, esta información debe tener alguna estructura, de forma que pueda ser manipulada o procesada por un sistema informático. La estructura debe ser adecuada tanto para el proceso de atención sanitaria como para otros posibles usos (investigación, formación, etc.). Es por esto que uno de los aspectos más importantes a la hora de desarrollar sistemas de HCE es cómo organizar la información clínica.

Una arquitectura de historia clínica electrónica (AHCE) modela las características genéricas aplicables a cualquier anotación en una HCE. La arquitectura debe proporcionar principalmente constructores para capturar fielmente el significado original de la información y asegurar que la historia clínica sea comunicable. Se entiende por comunicable que el destinatario de los datos pueda interpretar fielmente el significado original de los datos.

El estándar europeo de arquitectura de historia clínica electrónica ENV13606 apareció en 1999 como resultado del esfuerzo desarrollado por el TC251 (Comité Técnico 251) del CEN (Comité Europeo de Normalización). En la actualidad, el objetivo del CEN es producir una nueva versión, con la categoría de estándar europeo (EN) hacia el 2003, que contenga cualquier mejora que se considere necesaria como resultado de las experiencias de implementación.

A groso modo, el estándar define dos tipos de componentes de HCE, aquellos que pueden contener otras componentes y que, por tanto, sirven para organizar la información clínica y aquellos que contienen principalmente información clínica.

En el nivel superior de la arquitectura se encuentra el componente Raíz de la HCE (EHCR-Root Architectural Component) el cual representa la raíz de la historia clínica, es decir la carpeta general donde se podrá encontrar toda la información referente a un mismo paciente. Obviamente, de ella dependerán el resto de componentes que formarán la HCE. Por debajo de ésta se encuentran cuatro tipos de componentes organizadoras:

- Carpeta (Folder), representa una subdivisión de alto nivel de la HCE de un paciente. Por ejemplo, puede servir para agrupar entradas referidas a un periodo de tiempo completo, un mismo departamento o problema de salud en particular.
- Composición (Composition), contiene un nivel más homogéneo de componentes, que poseen en común una fecha, un lugar de atención sanitaria o una sesión. Representa la idea de un documento.
- Sección con encabezamiento (Headed Section), representa subdivisiones dentro de las composiciones.
- Clúster, representa conceptos compuestos indivisibles. Un ejemplo sería el de la presión sanguínea (sístole, diástole).

Los ítems de información (Data ítems) son los componentes que contienen información clínica, representan unidades de información que dentro de un determinado contexto es indivisible, es decir, representa la unidad estructural más pequeña con significado en la cual se puede descomponer una historia clínica. El estándar define varios tipos de ítems de información, cada uno de los cuales representan un tipo de dato que puede existir dentro de una HCI. Ejemplos de tipos de ítem son: ítem de texto o ítem de observación cuantificable.

3. ARQUETIPOS

Formalmente un arquetipo es una definición basada en un modelo de referencia de una estructura de información utilizada en un dominio particular.

Los profesionales sanitarios suelen manejar un conjunto más o menos fijo de estructuras de información que representan conceptos médicos para la

realización de sus actividades, por ejemplo, informe de alta, historia clínica de primaria, resultados bioquímicos, diagnóstico, etc. Estos conceptos médicos, pueden definirse formalmente por medio de arquetipos si tomamos como modelo de referencia por ejemplo una AHCI. Obviamente, la definición de arquetipos es tarea de los especialistas en el campo de interés, así por ejemplo, los patólogos puede definir arquetipos para la representación de resultados bioquímicos.

Los arquetipos son especificaciones formales que pueden ser utilizados por los sistemas de información para crear estructuras de datos y validar la entrada de datos de forma que se puede garantizar no sólo que los datos introducidos cumplen el modelo de referencia sino también las restricciones definidas por el arquetipo. Una consecuencia muy interesante es la posibilidad de poder desarrollar sistemas de información basados en el modelo de referencia, y donde los conceptos del dominio, que están modelados como arquetipos, son definidos y usados por el sistema en tiempo de ejecución, por tanto, es mucho más difícil que el sistema quede obsoleto. Dos de las consecuencias más interesantes de la utilización de arquetipos son: su utilización para compartir información entre sistemas permite una comunicación a nivel de conocimiento en vez de simplemente a nivel de datos y posibilita el desarrollo de potentes herramientas para la consulta de información.

3.1. Arquetipos e integración

La idea de la utilización de arquetipos no es nueva en el ámbito sanitario, existen dos experiencias previas, el trabajo desarrollado en los proyectos Synapses [2] y GHER, ahora integrado en OpenEHR [3]. Actualmente, un grupo de expertos del TC251 del CEN está trabajando en su incorporación al futuro estándar de AHCE. Los esfuerzos se centran en el desarrollo de un modelo de información genérico para la representación de la definición de arquetipos y en generar un amplio conjunto de arquetipos que abarque la mayor parte de la práctica clínica.

El sistema descrito en este documento utiliza los arquetipos como base del sistema de integración, y el estándar de AHCI ENV13606 como modelo de referencia. Por ejemplo, la componente de estándar Composición se puede utilizar como base para la definición de un arquetipo que represente un documento como una hoja de exploraciones básicas, el cual puede contener otros arquetipos (siguiendo las normas de agregación que define el estándar), como un Cluster que describe una medición de la presión sanguínea.

La figura 1 muestra los tres niveles en que se divide nuestro sistema: conceptual, semántico y de datos. El nivel conceptual está compuesto por las clases del estándar que actúan como modelo de referencia el cual define cómo se construye la HCE. El nivel semántico contiene la definición de los arquetipos (que poseen un significado clínico), que extienden las clases del estándar. Los arquetipos son la base de nuestro

sistema de integración, su propósito es hacer públicos los datos contenidos en los sistemas de información a integrar y al mismo tiempo ocultar su heterogeneidad, es decir, forman un nivel semántico sobre las bases de datos y sirven para asociar a los datos almacenados en éstas una semántica clínica específica. Por tanto, en nuestro sistema la verdadera integración se realiza a nivel de metainformación en vez de a nivel de datos. El último nivel está formado por los datos clínicos, el cual representa extractos válidos de las historias clínicas de los pacientes y que no son más que instancias validas de arquetipos. Los arquetipos permiten dotar al sistema de integración de una gran capacidad de adaptación, independencia en relación al tipo y estado de la organización sanitaria y un alto grado de reutilización ya que los arquetipos ya definidos pueden ser utilizados para definir otros.

La utilización de arquetipos en un proyecto de integración implica definir un mecanismo para poblar sus instancias con información que se encuentra alojada en múltiples bases de datos posiblemente heterogéneas. Es decir, los arquetipos deben “enlazarse” a los esquemas de las bases de datos para poder generar instancias concretas con datos de un paciente determinado. En nuestro sistema las correlaciones entre los arquetipos y los esquemas de las bases de datos están definidas por un conjunto de correspondencias de valores, las cuales asocian a cada atributo simple del arquetipo un campo de una base de datos. El conjunto de correspondencias de valores para un arquetipo permite generar una consulta SQL candidata, la cual intenta extraer toda la información necesaria para instanciar todos los atributos del arquetipo y generar tantas instancias como sean necesarias. Este proceso no es completamente automático, sino que la consulta debe ser validada y en su caso editada por el usuario, pero aún así se facilita la tarea, muchas veces compleja, de generar la consulta.

Existen multitud de consultas que pueden estar asociadas a un conjunto de correspondencias de valores, por ejemplo, los datos de dos tablas se pueden combinar utilizando un *outer union*, un *inner join*, un *left join*, etc. La aproximación seguida para generar una consulta candidata es el extraer toda la información posible de las bases de datos manteniendo todas las relaciones existentes entre los datos (claves ajenas). Para ello utilizamos el concepto de la disyunción completa (full disjunction) de un conjunto de relaciones R, la cual se define con la máxima información sin redundancia que puede obtenerse de R. Como se demuestra en [4] la disyunción completa es única para un conjunto de relaciones y puede ser calculada por una única secuencia de *full outer joins*. La disyunción completa puede simplificarse si tenemos en cuenta que no toda la información es relevante: estamos únicamente interesados en información clínica sobre los pacientes, por tanto, toda aquella información para la cual no podamos determinar el paciente asociado no es relevante. Si además consideramos las condiciones definidas por los usuarios y las propiedades de las

claves ajenas podemos simplificar la consulta para que únicamente incluya *left* e *inner joins*[5] y, por tanto, pueda ser ejecutada por la mayoría de los sistemas gestores de bases de datos actuales.

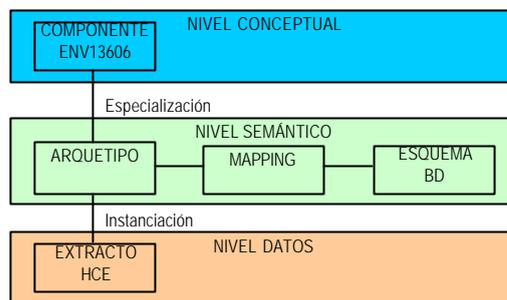


Figura 1. Modelo del sistema de integración

4. SISTEMA INFORMÁTICO

El sistema informático desarrollado, véase figura 2, se sitúa entre los usuarios y las bases de datos a integrar, por tanto se puede ver como una forma de middleware, el cual recupera, bajo demanda de los usuarios, la información relevante sobre el paciente y la entrega a los usuarios. El sistema genera un documento XML que contiene la información clínica demandada y que está estructurada según el estándar europeo de arquitectura de historia clínica. El servidor de HCE presenta una interface sencilla que puede ser invocada por medio de SOAP, esto dota de gran independencia a la hora de desarrollar aplicaciones clientes (por ejemplo estaciones clínicas) que serán las que presenten los resultados a los usuarios finales.

Otro de los componentes principales del sistema es el servidor de metainformación, el cual gestiona el diccionario de datos donde se almacena toda la información necesaria para el funcionamiento del sistema. El diccionario de datos contiene información sobre las bases de datos conectadas al servidor, los esquemas de las bases de datos, qué objetos de las bases de datos conectadas pueden ser accedidos por las aplicaciones clientes, la definición y versiones anteriores de los arquetipos, los enlaces de éstas con los esquemas de bases de datos, las relaciones entre arquetipos y sinónimos.

El servidor de historias médicas puede utilizar otros dos servidores para realizar su tarea, el servidor de control de acceso previene que usuarios no autorizados puedan acceder a los datos y el servidor de identificadores de pacientes que permite identificar pacientes idénticos entre diferentes sistemas cuando no existe un identificador de paciente universal. Se han desarrollado, también, dos aplicaciones visuales para la gestión de la metainformación del sistema: el editor de arquetipos y el gestor de esquemas de bases de datos. El primero tiene como propósito el ayudar en el proceso de diseño y validación de arquetipos. El segundo es una herramienta para gestionar y completar los esquemas de las bases de datos conectadas al servidor.

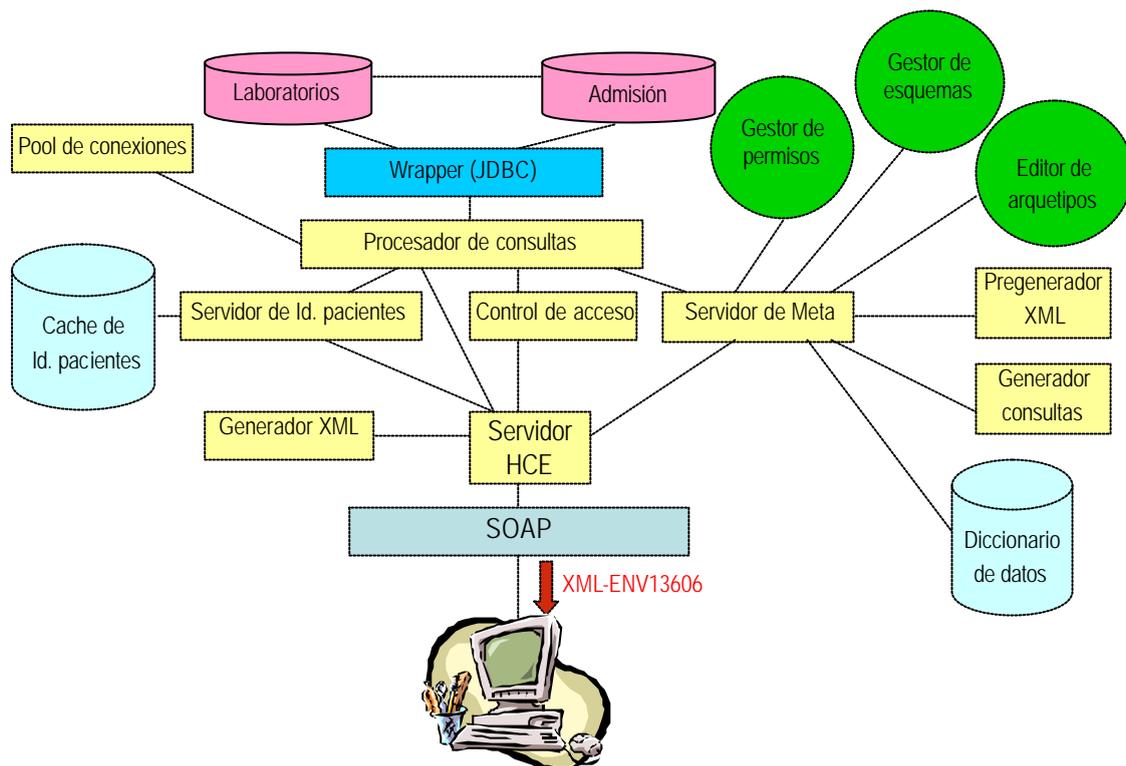


Figura 2. Arquitectura del sistema de integración desarrollado

5. CONCLUSIONES

La responsabilidad de la atención sanitaria de los pacientes cada vez tiene más una naturaleza distribuida, de forma que la responsabilidad recae sobre un grupo de profesionales pertenecientes a diversas disciplinas e instituciones. Por tanto, la posibilidad de compartir de forma eficiente, segura y válida la información sanitaria sobre los pacientes es vital para proporcionar una atención sanitaria de calidad. Por otro lado, la estandarización de la arquitectura de historia clínica es vital cuando la información clínica tiene que ser transferida o usado fuera del departamento u organización donde fue creada. El estándar ENV13606 da las bases de una arquitectura de HCE y unas pautas a seguir para su construcción, esto junto con las nuevas tecnologías nos han permitido diseñar e implementar un sistema de integración que mantiene la autonomía de los sistemas de información de un hospital y es realmente escalable ya que la inclusión de nuevos sistemas no interfiere en los ya integrados.

Las componentes definidas en el estándar ENV13606 suponen un modelo de referencia para la construcción de HCE, al especializarlas los profesionales sanitarios pueden definir lo que denominamos arquetipos que son la base del sistema de integración ya que definen agregados de información con un significado clínico concreto y que contienen la información necesaria para la generación de consultas que permitan la instanciación con datos clínicos para un

paciente determinado. La combinación de diversos arquetipos define una vista particular de una HCE, tal y como interesa al especialista sanitario.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] CEN/TC251 WG I.: Health Informatics-Electronic Healthcare Record Communication- Parts 1, 2, 3 y 4. Final Draft prENV13606, 1999.
- [2] J. Grimson, et. al. A CORBA-Based integration of distributed electronic healthcare records using the Synapses approach. IEEE Transactions on information technology in biomedicine, 2(3), pp. 124-138, 1998.
- [3] <http://www.openehr.org/>
- [4] A. Rajaraman, J.D. Ullman, "Integrating information by outerjoins and full disjunction", PODS, pp. 238-248, 1996.
- [5] C.A. Galindo-Legaria. Outerjoin Simplification and reordering for query optimization, ACM Transactions on Database Systems, 22(1), 43-73, 1997.

Dirección Postal

José Alberto Maldonado (jamaldo@upvnet.upv.es)
 Montserrat Robles (mrobles@fis.upv.es)
 Escuela Universitaria de Informática
 Universidad Politécnica de Valencia
 Camino de Vera, Valencia 46022, España.