

SIREI: Un Sistema de Información para Resultados de Exámenes Imagenológicos

Pablo Garula, Cecilia Firpo, Fernando Panizza, Raúl Ruggia

Instituto de Computación – Fac. Ingeniería UDELAR, Montevideo, Uruguay
{pjgarula@adinet.com.uy, cfirpo@artech.com.uy, fpnizza@artech.com.uy, ruggia@fing.edu.uy }

Resumen .

Este artículo presenta un Sistema de Información que permite la gestión de resultados de exámenes imagenológicos.

Este sistema fue desarrollado para el Departamenteo de Radiología del Hospital de Clínicas de Montevideo-Uruguay. en el contexto de un proyecto de graduación de Ingenieros en Computación.

El Hospital de Clínicas es un hospital universitario que no posee los recursos necesarios para adquirir sistemas comerciales para administrar la información relativa a exámenes imagenológicos. Este sistema de desarrolló en un marco de cooperación entre la Facultad. de Ingeniería y el Hospital de Clínicas.

El sistema desarrollado permite ingresar, consultar y modificar información de resultados de exámenes imagenológicos generados con equipos tipo Tomógrafo, Ecógrafo y Angiógrafo. La codificación de la información se basó en los estándares DICOM y ACR.

Palabras claves:

Medical Informatics, Information Systems;
Radiology Information Systems, Diagnostic Imaging

Introducción

El presente trabajo corresponde a un proyecto de fin de la carrera de Ingeniería en Computación, y tuvo como objetivo el desarrollo de una primera versión de un Sistema de Información de Resultados de Exámenes Imagenológicos (SIREI), en el cual se integran datos textuales e imágenes. Una versión completa de este trabajo se puede encontrar en [\[13\]](#).

La iniciativa de realizar este proyecto surge de la necesidad del Hospital de Clínicas de la Universidad de la República, por contar con un sistema de información para los resultados de análisis Imagenológicos.

Más en general, a través de este proyecto se intentó iniciar una serie de experiencias en el área de Sistemas de Información Médicos y en particular con aquellos que involucran imágenes.

La duración del proyecto fue de 12 meses, contándose con el trabajo de 3 estudiantes supervisados por un docente. La dedicación horaria promedio estimada fue de 15 horas semanales por estudiante.

Este documento se organiza de la siguiente manera. Primeramente se presenta el contexto de en los inicios del proyecto, al contexto del sistema y se hace una breve reseña de los estándares utilizados. En la segunda sección se presenta el diseño y la arquitectura del sistema desarrollado, poniendo especial énfasis en lo relacionado con los estándares utilizados y al almacenamiento de las imágenes que el sistema maneja. En la tercera sección se presenta la implementación del sistema y en particular de la conexión del sistema con los equipos médicos del Hospital de Clínicas. Por último, en la sección cuatro se presentan las conclusiones del proyecto.

Situación al inicio del proyecto

El Departamento de Radiología de Hospital de Clínicas realiza exámenes de diferentes tipos: tomografías, ecografías, etc. Al inicio del proyecto (año 2000) el Hospital de Clínicas no contaba con ningún tipo de sistema informático para almacenar datos o imágenes de los estudios que allí se realizan.

Los resultados de los exámenes eran almacenados en documentos físicos (papeles, placas, etc.). Esto implicaba que fuera muy difícil o imposible tener un histórico de los estudios realizados a los pacientes, así como poder obtener datos estadísticos a partir de los mismos. A su vez a todo esto se le suma el posible deterioro y/o pérdida de dicha información.

Desde el punto de vista educativo y de investigación se observaron dos puntos importantes de falencias. Primeramente como el hospital es además un centro de

estudios era necesario contar con datos organizados de los distintos diagnósticos para poder ser utilizados como material de estudio. En segunda instancia se vio la necesidad de intercambio de estos datos con otros profesionales u otros centros médicos de manera ágil y sencilla.

Contexto del Sistema

En el Departamento de Radiología, el proceso de realización de estudios imagenológicos consta de 3 grandes aspectos: (i) pedido de hora, (ii) realización de estudio, y (iii) consultas análisis de la información resultante.

Primeramente el paciente llega al hospital para realizar un pedido de hora para ser atendido. En segunda instancia el paciente es atendido por el medico en la fecha correspondiente al pedido de hora y se procede a lo que llamamos la realización del estudio. Los datos recabados durante el estudio se deberían almacenar en una base de datos. El tercer componente se refiere a que en cualquier momento los médicos pueden acceder a la base de datos para realizar consultas sobre la información recabada.

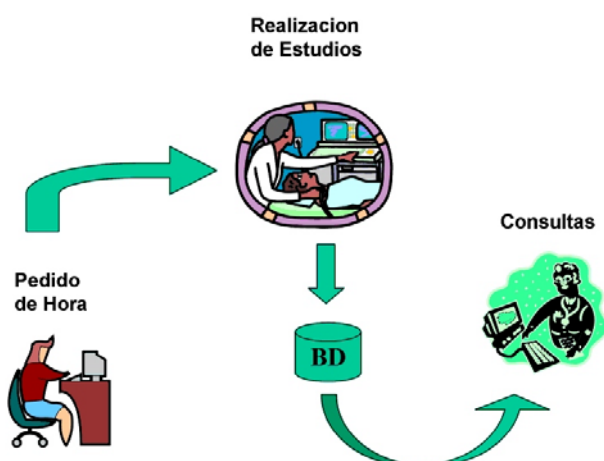


Figura 1 Contexto de trabajo.

De los puntos que se vieron anteriormente, el proyecto desarrollado cubre los aspectos (ii) y (iii), o sea registro de la información y consulta/análisis posterior de la misma.

Conocimiento Existente

A partir de las reuniones con el grupo de médicos del Hospital de Clínicas se observó la necesidad de investigar los diferentes estándares utilizados actualmente en sistemas médicos y en particular que involucren imágenes.

Se estudiaron distintas alternativas existentes en busca de las mas adecuadas para la realidad del Hospital. Se puede encontrar información más detallada acerca de los estándares estudiados en la [Sección 5 - Referencias](#).

DICOM

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) es un estándar que fue desarrollado en conjunto por The American College of Radiology (ACR) y The

National Electrical Manufacturers Association (NEMA) en 1983. Ver información Básica de DICOM [\[1\]](#).

Este estándar define protocolos que permiten la comunicación de imágenes digitales e información asociada, así como para su almacenamiento. Provee también interfases de comunicación con otros sistemas y la especificación de los datos a guardar en los distintos tipos de archivos Imagenológicos. Una introducción al mismo se puede encontrar en [\[2\]](#) y el estándar completo en [\[3\]](#)

Se puede encontrar información adicional sobre el estándar en paginas de FAQs y universitarias en [\[4\],\[5\],\[6\],\[7\]](#) y [\[8\]](#).

ACR

Consiste en la codificación de patologías radiológicas según la American College of Radiology. Esta codificación permite clasificar los diferentes diagnósticos radiológicos según un estándar utilizado mundialmente.

Se decidió estudiar la factibilidad de incluir al sistema el uso de esta codificación, ya que los médicos del Hospital de Clínicas nos presentaron esta posibilidad como viable y útil para realizar los diagnósticos de los estudios.

La clasificación completa se puede encontrar en [\[9\]](#).

HL7

El propósito de HL7 es facilitar la comunicación en entornos médicos. El objetivo principal es proveer estándares para el intercambio de datos entre aplicaciones informáticas en el área de la salud que eliminan o reducen sustancialmente las interfases de programación propias y mantenimiento de los programas.

Para obtener información adicional de este estándar y su implementación ver [\[10\]](#) y [\[11\]](#).

Sistemas de Imágenes

Se investigó también el rol de las imágenes en sistemas médicos. En este tema principalmente nos basamos en el libro Medical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine, en particular en su capítulo 14. Se puede encontrar dicho libro en [\[12\]](#).

Características funcionales del sistema desarrollado.

El sistema desarrollado realiza la gestión diferentes entidades: el personal médico, los pacientes, los estudios, y otras entidades auxiliares.

Las entidades principales, que interactúan directamente con el sistema, son: los médicos, técnicos y administrativos, quienes son los encargados de realizar los estudios, actividad fundamental del sistema.

Los pacientes son las personas que son atendidas en el hospital, o sea a las que se les realizan los estudios, recabándose la información correspondiente.

Los estudios son parte fundamental del sistema y constan de un conjunto de imágenes que son obtenidas a partir de los equipos médicos y que se agrupan en series. Incluyen

además diagnósticos asociados con su posible codificación ACR e informes que pueden ser obtenidos a partir de preinformes existentes.

Además se tienen entidades auxiliares como los tipos de estudios, el servicio para el cual se realizó el estudio, los equipos médicos en los que se realizaron, los insumos utilizados, etc.

Asimismo se definieron estructuras auxiliares para el manejo de la seguridad del sistema que constan de la definición de usuarios, funciones y perfiles asociados.

Las principales características del sistema desarrollado son:

- Permite realizar Altas, Bajas y Modificaciones de registros de resultados de análisis Imagenológicos. Es capaz de interactuar con el usuario, brindando una interfase amigable que permite la fácil manipulación de la información, así como su visualización.
- Permite realizar consultas de manera sencilla y flexible, permitiendo acceder al análisis de todos los datos significativos deseados.
- Cuenta con herramientas de seguridad para controlar el acceso de los usuarios a los datos.
- Permite realizar operaciones de mantenimiento (altas, bajas, modificaciones y consultas) sobre los objetos del sistema.
- El sistema se basa en una Base de Datos abierta con datos textuales e imágenes (o referencias a ellas) que soportan los resultados de los exámenes.

Diseño y Arquitectura General del Sistema

Estructura del Sistema

El sistema desarrollado se dividió en 5 grandes componentes, que se muestran en la Figura 2.

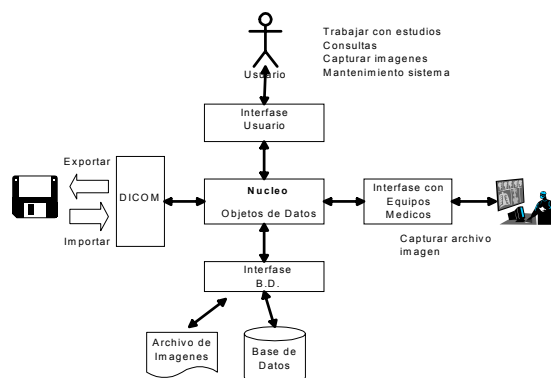


Figura 2 Estructura de SIREI.

Los componentes del SIREI son: Núcleo, Imp/Exp DICOM, Interfase con Usuario, Interfase con BD, Interfase

con Equipos Médicos.

Cada uno de estos componentes permite encapsular las funcionalidades relacionadas y separar las que no lo están, permitiendo un diseño modular e independiente, facilitando de esta manera el desarrollo y mantenimiento del sistema.

En el **Núcleo** se encuentran los objetos de datos principales que conforman el sistema y las funcionalidades relacionadas con estos. Se estructura en tres grandes bloques: Personas, Imágenes, Estudios.

En el bloque Personas se encuentran representados todos aquellos individuos que interactúan con el sistema, por ejemplo: paciente, medico, tecnico, etc.

El bloque Imágenes esta formado por los objetos de datos de las series de imágenes, las imágenes en su formato DICOM y en su estructura de la BD, por ejemplo: serie, DICOM, ImagenBD.

Dentro del bloque Estudios se encuentran los objetos relacionados con la realización de un estudio. Por ejemplo: Diagnostico, ACR, Tipo de Estudio, etc.

En el componente **Imp/Exp DICOM** se agrupan las funcionalidades de exportación e importación de archivos con dicho formato.

La **Interfase con el Usuario** provee las interfases graficas necesarias para que los usuarios puedan acceder a las funcionalidades del sistema. Allí se permiten las consultas y actualizaciones de los datos del sistema.

La **Interfase con la BD** realiza la conexión a la BD permitiendo la actualización de los objetos de datos en la BD del sistema así como el acceso a los archivos de imágenes.

La **Interfase con Equipo Medico** realiza la captura de la imagen a partir de los distintos equipos a los que se tenga acceso.

Módulo de Imp/Exp DICOM

Se eligió el formato estándar DICOM para el intercambio de imágenes (exportación e importación) con otros sistemas.

Este estándar, se adoptó luego de analizar distintas alternativas, debido a que es uno de los más difundidos y utilizados en la actualidad en sistemas Médicos. Buscando información del mismo, se encontraron ejemplos de diversas aplicaciones que lo utilizan y bibliotecas de funciones que permiten manipular imágenes con dicho formato.

Para realizar el módulo DICOM, se utilizó la biblioteca llamada *ctn_lib* desarrollada por el Mallinckrodt Institute of Radiology de Washington University School of Medicine, que fue una de las primeras implementadas. Esta biblioteca fue realizada como parte de un proyecto para demostrar la viabilidad del uso del estándar DICOM en aplicaciones.

Por otro lado la mayoría de los equipos médicos son compatibles con dicho formato, permitiendo obtener y

manipular imágenes de este formato.

Este estándar, almacena en la Imagen además de los píxeles de la misma, información acerca del estudio realizado, como puede ser, fecha del estudio, paciente, tipo de estudio, médicos que intervienen, etc.

ACR

Se decidió utilizar la codificación ACR pues es un estándar utilizado mundialmente y es de utilidad contar con una codificación de este estilo para poder especificar con mas precisión el resultado de los diagnósticos.

De esta manera se pueden clasificar los estudios según sus diagnósticos de una manera precisa y clara, permitiendo especificar de manera estándar las patologías a la hora de la realización de consultas y estadísticas.

El sistema desarrollado ayuda al médico en la clasificación de la patología a través de una interfase a usuario que permite la selección de los códigos directamente o navegando por la estructura jerárquica. La Figura 3 muestra dicha interfase.

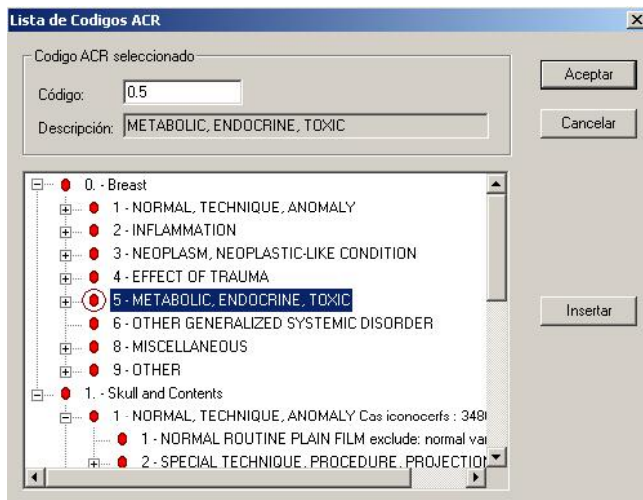


Figura 3. Pantalla de Selección de Códigos ACR

Diseño Conceptual de la Base de Datos

Se realizó el diseño de la Base de Datos utilizando como lenguaje de representación el Modelo Entidad Relación.

Las principales Entidades identificadas fueron:

- **Estudio:** Entidad encargada de contener toda la información relativa a un estudio.
- **Imagen:** Esta entidad contiene la información necesaria acerca de las Imágenes, en particular, la referencia al archivo de la imagen. A cada estudio se le asocian una o más imágenes.
- **Diagnóstico:** Contiene la información asociada a los diagnósticos, realizados por los médicos para un estudio. Un Estudio tiene asociados uno o más diagnósticos.

- **Paciente:** Datos de la persona a la que se le realizan estudios.
- **Médico:** Datos del médico que realiza y/o diagnostica el estudio. Un estudio puede tener asociados uno o más médicos.

Diseño de la Base de Datos

En esta etapa se debió tomar la decisión sobre cómo almacenar los datos, en particular sobre si usar DICOM como formato para la base de datos. Si se guardaban como archivos DICOM, tal cual como son adquiridos de los equipos medico, se genera un duplicado de información no deseable, provocando la desnormalización de la base de datos.

Como solución ante este problema y como se desea tener estos datos en la base de datos se decidió tomar los datos asociados al archivo DICOM y distribuirlos en las tablas correspondientes en la base. Por ejemplo el nombre del Paciente, que viene en el archivo, se guarda en la tabla de paciente si este no existe en el sistema. En caso contrario no es necesario ingresar nuevamente dicha información. Si se hubiera guardado el archivo DICOM tal cual es obtenido se almacenaría esta información repetida en la base de datos por cada uno de estos archivos. Por tanto los píxeles de la imagen se almacenan como una imagen TIFF, BMP o JPG, mientras que los datos textuales se guardan separados en las tablas apropiadas de la BD.

Este sistema fue implementado para conectarse con la Base de Datos utilizando el estandar ODBC, de manera de hacerlo lo mas flexible posible y utilizable con variados manejadores de Base de Datos.

Arquitectura del Sistema

El sistema esta funcionando actualmente en un equipo que se conecta al tomógrafo y que se utiliza a su vez como servidor de base de datos y archivos. El diseño y la implementación corresponden a una arquitectura como la mostrada en la Figura 4.

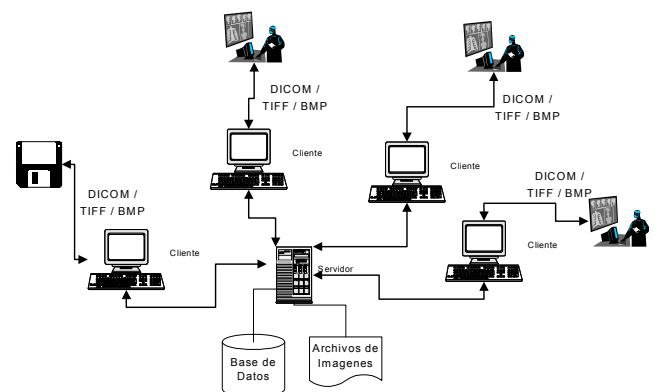


Figura 4 Arquitectura del Sistema

Se trata de una arquitectura Cliente/Servidor clásica. Con clientes ejecutando aplicaciones Windows y un servidor de

datos (base de datos + archivos). La lógica de la aplicación se ejecuta en los clientes.

Las máquinas clientes se conectan al servidor para transmitirle los estudios ingresados junto con las imágenes adquiridas. Las máquinas clientes son las que realizan la conexión con los correspondientes equipos médicos a través de interfases adecuadas y desde las cuales se pueden realizar consultas al sistema.

Se eligió esta arquitectura como primer paso hacia una basada en un Servidor de Aplicaciones. Si bien la arquitectura implementada en este desarrollo presenta limitaciones de escalabilidad, es la más simple y aplicable en una escala inicial limitada y de pequeño porte. Entonces resulta ser muy conveniente como sistema autónomo (tipo “standalone”) con requerimientos de hardware modestos.

Gestión de Imágenes

En cuanto a la gestión de las imágenes se optó por almacenar una referencia a ellas y mantener los archivos físicos en un Servidor de Archivos.

Se eligió esta alternativa dado que los manejadores de bases de datos, si bien ofrecen facilidades para almacenar Objetos Binarios de Gran Tamaño (BLOBS), no lo hacen con gran eficiencia. Además, el hecho de tener las imágenes en archivos nos facilita el poder sacar de línea (tener un respaldo fuera del sistema) las imágenes que no se estén usando actualmente para no saturar el espacio disponible en el Servidor de Archivos, pero de todos modos tenerlas accesibles de forma sencilla cuando se desean recuperar.

Otra alternativa más adecuada hubiera sido el tener un Servidor de Imágenes, pero no se consideró debido a que no se contaba con los recursos económicos necesarios.

En el Servidor de Archivos se tiene un directorio, que se utiliza como raíz para almacenar los archivos de imágenes. Se diseñó de esta manera para permitir un mayor control sobre la ubicación de las imágenes. De todos modos, dentro de ese directorio raíz se permite la creación de subdirectorios para organizar las imágenes como se crea conveniente.

Las imágenes se almacenan en formato TIFF dado que es un formato muy conocido y permite almacenar imágenes con compresión sin pérdida, característica que no poseen otros formatos como por ejemplo JPG. Además se tiene la posibilidad de cambiar el formato en que se desea almacenar la imagen mediante un parámetro del sistema, pudiéndose almacenar si se desea en BMP o en JPG (no recomendado por la característica explicada anteriormente).

Se cuenta con funciones de Respaldo, basadas en Discos Compactos. Esto permite el respaldo de las imágenes así como “sacarlas de línea”. Esta opción fue elegida debido a su bajo costo elegida, frente a la ideal basada en discos ópticos.

Se ofrece además la posibilidad de exportar imágenes de estudios en formato DICOM, agregándose en las mismas

los datos correspondientes almacenados en la Base de Datos. También se puede ingresar al sistema estudios y/o imágenes a partir de imágenes en formato DICOM.

Implementación del Sistema

Para la implementación se siguió una metodología de desarrollo incremental, ya que el proceso se realizó mediante aproximaciones sucesivas.

Dentro de estas aproximaciones debemos destacar el desarrollo del prototipo inicial y la versión final actualmente instalada en el Hospital de Clínicas.

Lenguaje de programación elegido: Visual C++

Entre las principales características que debía tener el lenguaje a seleccionar se pueden mencionar: proveer de interfases amigables para el usuario final (cabe destacar que en su mayoría los usuarios no poseen experiencia en el manejo de programas informáticos), crear ejecutables para la plataforma Windows, permitir una buena modularización del sistema y facilidades para la extensibilidad del mismo.

Otro factor a tener en cuenta para la elección del lenguaje fue la utilización de la librería de DICOM mencionada anteriormente que esta implementada en C++.

Se optó por utilizar el lenguaje de programación Visual C++ dado que ofrecía un entorno de programación que permitía una mayor productividad a la hora de implementar el sistema.

En conclusión se logra realizar todo el proyecto en un mismo lenguaje, que es muy conocido y utilizado, que provee facilidades de programación, diseño modular y nos permite a su vez la utilización de la librería DICOM necesaria.

El Primer Prototipo

El primer prototipo instalado en el hospital provee las funcionalidades principales del sistema, agrupadas en los menús: Mantenimiento, Personas, Estudio e Imágenes.

En el menú Mantenimiento se encuentran las funcionalidades necesarias para manejar datos que se utilizarán posteriormente en la realización de un estudio (Insumos, Servicios, Preinformes, etc.). En Personas se agrupan las interfases para trabajar con los individuos que interactúan con el sistema (Médicos, Pacientes, Técnicos, etc.). En Imagen se tiene acceso al manejo de las imágenes que existen en el sistema y en el menú de Estudio se incluye la funcionalidad principal de creación y modificación de estudios.

La Figura 5 muestra la pantalla de Ingreso de un nuevo Estudio.

Estudio Ecografico

Datos del Estudio

Identificador: AUTONUMERADO Fecha: 13/04/2001 06:40:10 p.m.

Confirmar Cancelar

Descripción: Ecografia 1

Tipo de Estudio: 5 Ecografia Biliar

Paciente: 12 Jose Gonzalez

Servicio: 3 Clínicas

Servicio: 1 P2: Neurología

Piso: 3 Sala: 7 Cama: 5

Ver Historia Clínica

Lista de Medicos

Medico	Nombre	Apellido
45454545	Cristina	Balbani

Agregar Medico Quitar Medico

Equipo Medico: 4 Equipo Medico 4

☐ Retirado ☒ Informado

Series de Imágenes

Diagnosticos

Insumos utilizados

Figura 5. Pantalla para Ingreso de Estudios.

La version final del sistema

En la segunda etapa se realizo la implementación de las funcionalidades que se habían dejado de lado en la primer versión.

A dicha versión se le agregó el manejo de la seguridad que permite identificar, a través de su nombre de usuario y su password, las funciones que cada usuario está habilitado a realizar en el sistema.

También se realizó un *Generador de Informes* (Figura 6) que permite a los usuarios realizar consultas sobre los datos almacenados con una importante flexibilidad y en forma sencilla. Este generador permite un fácil manejo de las consultas a realizar ya que simplemente se seleccionan los atributos que se desean consultar y las condiciones que los registros deben cumplir. De esta manera se crea la consulta deseada, la cual puede ser ejecutada para obtener los datos correspondientes y/o almacenada en la Base de Datos para su utilización posterior.

Consulta sobre Estudios

Lista de Atributos a Mostrar Agregar Atributo(s) Quitar Atributo(s)

Datos a Mostrar

Atributo
Tabla Descripción
Paciente, Paciente Id
Paciente, Nro Registro
Paciente, Paciente Cl
Paciente, Nombre
Paciente, Apellido
Paciente, Sexo

Condiciones que deben cumplir los datos listados Agregar Condición Quitar Condición(es)

Parte1 - Filtro - Parte2

Paciente.PacFchNac < DateValue('14/03/1999')

Estudio.SrvId = 4

*

Estudio Se considerarán los estudios para los cuales se halla(n) diagnosticado la(s) enfermedad(es): y no se halla(n) diagnosticado la(s) enfermedad(es):

Codigos ACR

Codigo	Nombre
0.32	NEOPLASM, MALIGNANT (for 4th number se
0.21	INFLAMMATION, ACUTE
*	

Agregar Codigo ACR Quitar Codigo(s) ACR

Figura 6. Generador de Informes.

Se implementaron también dos consultas parametrizadas por un periodo de tiempo, para facilitar la ejecución de las mismas. En dichas consultas se muestran los insumos utilizados y la cantidad de estudios agrupados por tipos de estudios, realizados en un periodo de tiempo, respectivamente.

Asimismo se incluyó este nuevo visualizador de imágenes que permite ver varias imágenes a la vez e incluso se pueden elegir cuantas filas y columnas de imágenes se desean ver. Además muestra todas las imágenes del conjunto de imágenes en miniatura en un control de Thumbnails que se encuentra a la izquierda de la pantalla (Figura 7).

Otras funcionalidades que provee el Visualizador son: Zoom, Fit to Page, Fit to Width, Fit to Height y los controles que permiten desplazarse en el conjunto de imágenes.

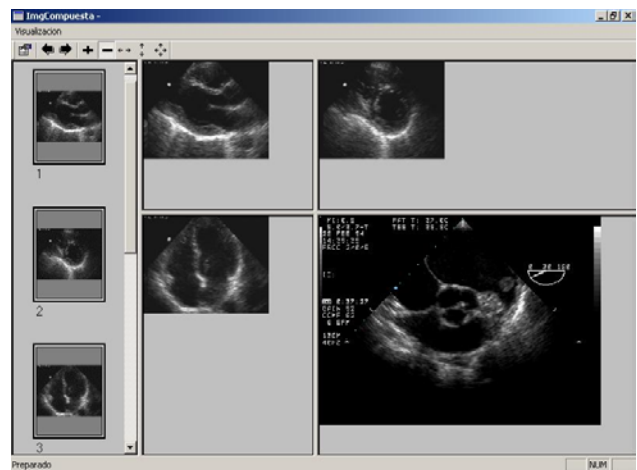


Figura 7. Visualizador de Imágenes

También se agregaron las funcionalidades de Exportar e Importar imágenes DICOM, Mover Imágenes y visualización de los datos DICOM asociados a Estudios, Series, Equipos Médicos e Imágenes.

La exportación de imágenes DICOM se incluye con el objetivo primordial de posibilitar el intercambio de imágenes con otros centros de salud, principalmente con fines de investigación.

La importación de imágenes DICOM además de posibilitar el intercambio de imágenes con otros centros de salud, se utiliza para la captura de imágenes a partir de determinados equipos médicos que poseen salida DICOM.

La Importación y Exportación DICOM también se pensó teniendo en cuenta la posibilidad de que el sistema funcione en un futuro como parte de un sistema integrado en el ámbito de todo el Hospital.

La funcionalidad que permite mover imágenes puede ser utilizada para dos fines, para organizar las imágenes de determinada manera o para sacar de línea las imágenes que no se quieran tener almacenadas en el Servidor de Archivos.

Los datos DICOM se pueden visualizar en las interfaces asociadas como listas de propiedades, para facilitar su visualización y modificación dado que son una cantidad considerable de atributos.

Finalmente se brinda en esta versión la posibilidad de acceder en línea al Manual de Usuario de la aplicación en formato HTML, en caso de que existan dudas sobre su manejo.

Interfase con los Equipos médicos

En el contexto de este proyecto se comenzó con la conexión de dos equipos médicos del Hospital de Clínicas: un Tomógrafo y un Ecógrafo.

Los dos casos son diferentes y se explican a continuación.

En el caso del Tomógrafo se decidió conectar el mismo a un PC en red y transmitir allí los archivos de imágenes que se desean conservar. Como el Tomógrafo posee un formato de imagen propietario se contó con la colaboración del grupo de ingenieros de una empresa proveedora de equipos médicos, quienes se encargaron de proveer el software y hardware para obtener las imágenes desde el equipo. El software provisto permite grabar las imágenes como PAPYRUS (formato de imágenes similar a DICOM) y luego estas se convierten a un formato manejable por nuestro sistema. Este proceso se realiza a través de un software obtenido en Internet (Osiris [\[14\]](#)) que permite el pasaje de PAPYRUS a DICOM o TIFF, luego estos archivos pueden ser adquiridos por nuestro sistema.

El Ecógrafo, en cambio, posee salida de video analógica, por lo que para realizar la interfase es necesario contar con una tarjeta digitalizadora para capturar las imágenes. La tarjeta a utilizar depende del ecógrafo y se está en proceso de realizar la compra e instalación de dicha tarjeta con ayuda de la empresa distribuidora del equipo.

Conclusiones

Este artículo presenta a SIREI, un Sistema de Información para Exámenes Imagenológicos, desarrollado por un grupo de proyecto de graduación de Ingeniería en Computación, para ser usado en el Departamento de Radiología del Hospital de Clínicas (Montevideo – URUGUAY).

El sistema desarrollado permite realizar la gestión de la información correspondiente a datos básicos de pacientes, exámenes imagenológicos y diagnóstico de los mismos. Esta información resulta en datos textuales e imágenes, los cuales se manejan en forma integrada.

El sistema hace uso de los estándares DICOM y ACR para codificación de la información. El uso de DICOM es a los efectos de importación y exportación de información, ya que la base de datos central no almacena los datos en DICOM sino en forma normalizada.

Balance.

Esta es la primera experiencia por parte del Departamento de Radiología del Hospital de Clínicas en utilizar un Sistema de Información. A través del mismo se apunta a lograr una mejor organización de la información que genera el departamento basada en los estudios imagenológicos. Además se espera que, con este sistema, esta información será más accesible que antes para la realización de consultas estadísticas, la educación y el conocimiento del hospital. A julio del 2001, el sistema se encuentra en proceso de “puesta en producción”,

Un aspecto importante fue el desarrollo de las interfaces a usuario, de forma de que fueran lo más sencillas y amigables posibles, ya que los usuarios son poco expertos en el uso de sistemas informáticos. En este sentido se intentaron realizar las interfaces del sistema en un formato uniforme, facilitando su uso.

También se apuntó a un desarrollo abierto y lo más portable posible, de forma tal de permitir un uso lo más generalizado posible. En este sentido, se optó por el uso de ODBC y referencias a archivos para los datos, y por C++ como lenguaje de programación.

Este proyecto también planteó sus dificultades, entre las cuales debemos mencionar el empleo del estándar DICOM y la captura de las imágenes a partir de los equipos médicos.

El estudio y aplicación del estándar DICOM insumió un tiempo considerable del proyecto, el cual se dedicó a su estudio, evaluación y posterior utilización en el sistema. Si bien se obtuvo una biblioteca que permitía manipular archivos con formato DICOM, se encontró que muchas de estas funciones eran inadecuadas, debiéndose en esos casos sustituir las funciones provistas por la librería por otras propias. Además se contó con la dificultad de incluir los datos que el estándar poseía en las tablas de base de datos y la de consolidar los datos que contenían las imágenes DICOM en los objetos de datos internos que se manejan en la aplicación, que fue lo que insumió más tiempo.

La captura de las imágenes a partir de los equipos médicos planteó la dificultad principal de que los equipos de los cuales se pretendía capturar imágenes cuentan con salida analógica, en vez de digital, por lo que era necesario conseguir primero una tarjeta que convirtiera la señal analógica en digital y que fuera apropiada a cada equipo. Esto último fue un factor crítico en cuanto al tiempo del proyecto, ya que presentó dificultades en su concreción.

Trabajos en desarrollo.

En la actualidad (año corriente 2001) se realizan dos proyectos basados en el aquí presentado.

Uno de ellos tiene por objetivo extender las funcionalidades del sistema presentado. Concretamente se trata de generar una versión “servidor” del sistema, de forma tal de permitir un acceso via Web al mismo. Esta nueva versión deberá ser compatible con la aquí presentada y permitir un acceso al

“servidor” a través de la versión “standalone” presentada en este artículo. También se trata de extender las funcionalidades de consulta y análisis de datos del sistema.

El otro proyecto, que se realiza en conjunto con el Grupo de Imágenes del Instituto de Ingeniería Eléctrica, tiene por objetivo desarrollar un módulo de consultas basadas en patrones de imágenes médicas.

Agradecimientos

Los autores de este proyecto agradecemos al Profesor Tiscornia, y a los Doctores Balbiani y Estallerardi, por la atención y colaboración prestadas.

Referencias

- [1] **Basic DICOM Information** – Mayo/2000.
<http://www.xray.hmc.psu.edu/dicom/basicinfo.html>
- [2] **DICOM: An Introduction to the Standard** – Mayo/2000.
http://www.xray.hmc.psu.edu/dicom/dicom_intro/index.html
- [3] **DICOM 3.0 Standard** – Mayo/2000.
http://www.xray.hmc.psu.edu/cgi_bin/ex_link.cgi?name=NEMA&url=http://www.nema.org
- [4] **ACR-NEMA Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM v3.0) FAQ** – Mayo/2000.
<http://www.xray.hmc.psu.edu/dicom/faq.html#Intro>
- [5] **Medical Image Format FAQ - Part 8. DICOM Information Sources** – Mayo/2000.
<http://idt.net/~dclunie/medical-image-faq/html/part8.html>
- [6] **User Conformance Profile: DICOM Version 3.0 Compliance** – Mayo/2000.
<http://www.xray.hmc.psu.edu/dicom/UCP.html#1>
- [7] **DICOM 3.0 Home Page (ACR/NEMA)** – Junio/2000.
[http://imsdd.meb.uni-](http://imsdd.meb.uni-bonn.de/standards/dicom/index.html)

[bonn.de/standards/dicom/index.html](http://imsdd.meb.uni-bonn.de/standards/dicom/index.html)

- [8] **Estándares para Desarrollo. DICOM (Duke University)** – Mayo/2000.
<http://www.mcis.duke.edu/standards/developer.htm>,
<http://www.mcis.duke.edu/standardsDICOM/dicom.htm>
- [9] **ACR – Clasificación de Patologías** – Junio/2000.
<http://www.med.univ-rennes1.fr/acr/>
- [10] **Health Level 7 Standards Page** – Mayo/2000.
<http://www.mcis.duke.edu/standards/HL7/hl7.htm>
- [11] **Health Level 7 Implementations** – Mayo/2000.
<http://www.mcis.duke.edu/standards/HL7/implementations/implementation.html>
- [12] **Medical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine** – Abril/2000.
<http://smi-web.stanford.edu/textbook/Contents.html>
- [13] **Pagina Web del Proyecto.**
http://www.fing.edu.uy/~ruggia/T5s/proys_SIREI.html
- [14] **Osiris** – Julio/2000.
<http://www.expasy.ch/www/UIN/html1/projects/osiris/osiris.html>

Domicilio para correspondencia

Por mayor información sobre este proyecto, contactar a:

Ing. Raul Ruggia, ruggia@fing.edu.uy,
Instituto de Computación – Facultad de Ingeniería
Julio Herrera y Reissig 565
11300 Montevideo - URUGUAY
<http://www.fing.edu.uy/~ruggia/>