



DISEÑO DE UN PROTOTIPO BASADO EN JAVA PARA LA VISUALIZACIÓN EN RED DE IMÁGENES MÉDICAS DIGITALES

Eréndira Gutiérrez Meza, Nelson Rangel Valdez, Francisco Mesa Linares.

Universidad Politécnica de Victoria, Cd. Victoria Tamaulipas.

1129011@upv.edu.mx, nrangelv@upv.edu.mx, fmesa1@upv.edu.mx

RESUMEN: Las imágenes médicas digitales constituyen un elemento indispensable para el diagnóstico de enfermedades. La facilidad del manejo de información generada a través de ellas, permite obtener datos estadísticos que podrían servir como indicadores de salud para la región donde se estén generando. Actualmente existen estándares como DICOM, y software como los PACS, que permiten manipular las imágenes médicas y su información. Sin embargo, su uso en algunos casos requiere de licencias costosas, o del conocimiento informático que personal del área médica no está necesariamente llamado a poseer. Incluso, en ocasiones dichos software cubren en exceso las necesidades de los hospitales. El presente artículo propone el diseño de un prototipo de software basado en tecnología *Open Source*. El prototipo contará con tres interfaces de escritorio de fácil acceso, para la manipulación de información básica. Permitirá la extracción de información respecto de las imágenes médicas generadas en formato DICOM, e incluso de otros tipos de estudios realizados en el hospital. El software permitirá además, el registro y procesamiento de cálculos estadísticos necesarios para la elaboración de reportes científicos y administrativos. En resumen, el prototipo desarrollado, es de simple manejo, reduce costo de licenciamiento y se implementa tanto en equipos de cómputo convencionales, como en dispositivos móviles; esto último permite visualizar las imágenes y datos desde diferentes departamentos. El caso de estudio para probar el correcto funcionamiento del prototipo se desarrolló en el Hospital Infantil de Tamaulipas.

Palabras clave: imágenes médicas, PACS, DICOM, Open source

1. INTRODUCCIÓN.

Los Sistemas de Almacenamiento y transmisión de Imágenes, ampliamente conocidos como PACS por sus siglas en inglés, permiten almacenar y transmitir imágenes médicas, constituyendo un instrumento de vital importancia en las áreas de radiodiagnóstico, radioterapia y la radiología intervencionista. Sin embargo, dado que la tecnología en el desarrollo de los PACS es costosa, principalmente debido a las licencias, resulta en ocasiones complicado obtener los recursos económicos necesarios para su adquisición.

Los PACS trabajan con el protocolo internacional de Imágenes y Comunicación Digital en Medicina (DICOM). Este protocolo cuenta con diferentes servicios tales como el almacenamiento de las imágenes, búsqueda/recuperación, listas de trabajo y la impresión [1]. Dentro de las necesidades que se tiene en el área de radiodiagnóstico dentro del hospital, predomina el poder compartir imágenes médicas a otros departamentos a través de la red. Lo anterior requiere de una importante inversión, pues cada servicio con los que cuenta DICOM es una licencia, y cada licencia tiene un costo adicional dentro de los PACS.

Sin embargo, existen otras tecnologías que han dado solución al alto costo de dichas licencias a través de aplicaciones de *Open Source*. Dentro de las tecnologías más conocidas en el ramo de



los PACS, se destaca el Sistema de almacenamiento y transmisión de imágenes; los Cdmedic pacs web; los Conquest DICOM; y las dcm4che.

El concepto de los PACS comprende modalidades de diferentes fuentes de imagen, visualizadores, redes de comunicación y archivos digitales para el almacenamiento y recuperación de información [2]. Los PACS aparecen desde 1982 con motivo de la primera conferencia internacional y Workshop sobre PACS para Aplicaciones Médicas [3].

En la literatura se registran trabajos en donde realizan una evaluación de las máquinas virtuales en los recursos en hardware y software para la instalación de *Open Source* para PACS [4].

Como otra solución encontrada para la utilización de los PACS está el uso de Mini-WebPacs, el cual está basado en un estándar Web utilizando arquitectura *Open Source*. Estas aplicaciones fueron diseñadas para trabajar con plataformas de hardware de bajo costo. Los MiniWebPacs pueden ser clasificados como Mini Pacs e implementados en Java utilizando librerías *Open Source* de dcm4che [5].

2. DISEÑO DEL PROTOTIPO

El presente trabajo se enfoca en el desarrollo de un prototipo, el cual permite compartir imágenes médicas archivadas en formato DICOM.

Las herramientas tecnológicas que se ocuparon para el prototipo desarrollado fueron a través del lenguaje de programación de *java*. Fue ocupada parte del *Tool kit* de *DCM4CHE*, que es una colección de aplicaciones y utilidades para el desarrollo de código abierto en el diseño de PACS.

La base de datos y servidor de red que se utilizó para el desarrollo del prototipo es *Wampserver*, el cual contiene la base de datos MySQL. Al mismo tiempo se utilizaron algunas tablas para el almacenamiento de la herramienta de *DCM4CHE* como son: *accesos*, *user*, *patient*, *study* and *series*, a las cuales se les agregó otros atributos dentro de las tablas. Otra herramienta que se utilizó es *Eclipse*, para el desarrollo de las interfaces para los dispositivos móviles.

En la Figura 1 se muestra el diagrama modelo entidad-relación de la BD, solo con las tablas que fueron de interés para el diseño del prototipo. La descripción de cada una de ellas se muestra en las Tablas 1 a la 5.

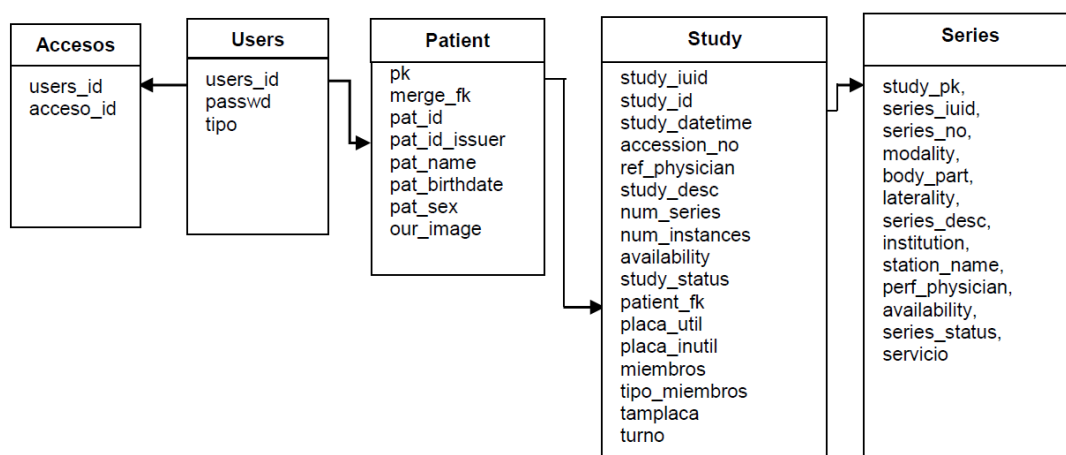


Figura 1. Diagrama del modelo entidad-relación de la base de datos del prototipo.



Tabla 1.- Accesos.- Describe el nombre de acceso del usuario, así como también se le da valores a cada para la activación de las interfaces correspondientes al usuario.

Campo	Descripción
user_id	Contiene el nombre del usuario
accesos_id	De acuerdo al tipo de acceso se activaran los botones, donde: 0 = Entra al botón visualizador 1 = Entra al botón estadística 2 = Entra al botón crear usuario

Tabla 2.- Users. Describe el nombre del usuario de acceso así como se almacena el *password* del usuario que dio de alta a la hora de ser registrado, así como el tipo de usuario que ingresar al prototipo.

Campo	Descripción
userid	Contiene el nombre del usuario
Passwd	<i>Password</i> del usuario
Tipo	Tipo de usuario (técnico, médico, recepcionista)

Tabla 3.- Patient. Esta tabla describe los campos del paciente que se utilizan dentro del prototipo donde las claves foráneas son utilizadas, para las consultas.

Campo	Descripción
Pk	Clave primaria del paciente
merge_fk	Clave foránea de un registro en esta tabla, punta a un paciente que se esté fusionando.
pat_id	Id del paciente, que es el número de expediente.
pat_name	Nombre del paciente
pat_birthdate	Fecha de nacimiento del paciente
pat_sex	Sexo del paciente
our_image	Contiene las imágenes almacenadas

Tabla 4.- Study. En esta tabla se tienen los campos que se utilizan para almacenar los estudios de los pacientes, y las claves foráneas que vienen de otras tablas.

Campo	Descripción
Pk	Clave primaria del estudio
patient_fk	Clave foránea de la tabla paciente.
Accno_issuer_fk	Clave foránea de la tabla issuer.
study_id	Id del estudio DICOM (0020,0010).
study_datetime	Timestamp contiene la fecha del estudio DICOM (0008,0020) y el tiempo del estudio DICOM (0008,0030).
accession_no	Número de acceso del estudio cuando se realizó (0080,0050).
ref_physician	Nombre del médico de referencia
study_desc	Descripción del estudio DICOM(0080,0090)
num_series	Número de serie en el estudio DICOM (0020,1206)
Turno	Turno de usuario (matutino, vespertino, nocturno)
placa_util	Describe el número de placas reveladas o impresas



placa_inutil	Describe el número de placas que por algún motivo no salieron bien.
Tamplaca	Describe el tamaño de la placa utilizada para la impresión o revelación de la radiografía.
Miembro	Se almacenaran la información de miembros inferiores y miembros superiores.
tipo_miembro	Se almacenará el tipo de miembro como es columna, tórax, cráneo, entre otros.

Tabla 5.- Series.- Describe las series de los estudios que se han realizado al paciente, en esta tabla se tienen: la institución donde fue realizado el examen médico, las partes del cuerpo que fueron examinadas, el departamento donde se realizó el estudio.

Campo	Descripción
Pk	Clave primaria de series
study_fk	Clave foránea de la tabla estudio
mpps_fk	Clave foránea de la tabla MPPS
inst_code_fk	Clave foránea de la tabla code
series_no	Número de serie IUD DICOM (0020,000E)
body_part	DICOM parte del cuerpo examinada (0018,0015)
series_desc	DICOM descripción de la serie(0018,103E)
Institution	DICOM Nombre de la institución (0008,0008)
station_name	DICOM Nombre de la estación (0008,1010)
Department	DICOM Nombre del departamento de la institución (0008,1040).

3. DISEÑO DE LAS INTERFACES

El prototipo ha sido diseñado para tres tipos de usuarios: técnico radiólogo, médico, administrativo (repcionista), cuyos roles se muestran a través de diagrama de flujo de la Figura 2. Las interfaces fueron desarrolladas en función de los roles o actividades que realizan los usuarios del servicio dentro de la unidad de radiodiagnóstico del Hospital Infantil de Tamaulipas.

El prototipo inicia con la introducción del nombre de usuario, contraseña y selección del tipo de usuario (Figura 3) el técnico radiólogo, de esta forma solo se activan las opciones que corresponden al tipo de usuario.

A continuación se describen las tres interfaces que conforman el prototipo.

3.1. INTERFAZ DEL TÉCNICO RADIÓLOGO.

El técnico es el encargado de tomar las radiografías o estudios especiales, introduciendo los datos del paciente en el sistema que utiliza el equipo Toshiba, como son: el número de expediente/folio, el nombre del paciente, el año de nacimiento, edad, sexo, comentarios del paciente, parte del cuerpo examinado y descripción del estudio especial a realizar. Una vez que el técnico captura los datos del paciente en el sistema, procede a tomar la radiografía, cuya imagen la guarda en la base de datos del sistema. Terminado ese procedimiento, el técnico procede a copiar la información a una memoria USB, y la pasa al prototipo.

La interfaz del técnico permite el acceso a las opciones de datos estadísticos y visualización, así como para crear usuario. En la interfaz de visualización (Figura 4), el técnico puede añadir las



imágenes médicas a través del menú archivo, y cargar la carpeta del paciente; de esta manera se podrán visualizar las imágenes en las diferentes interfaces del prototipo.

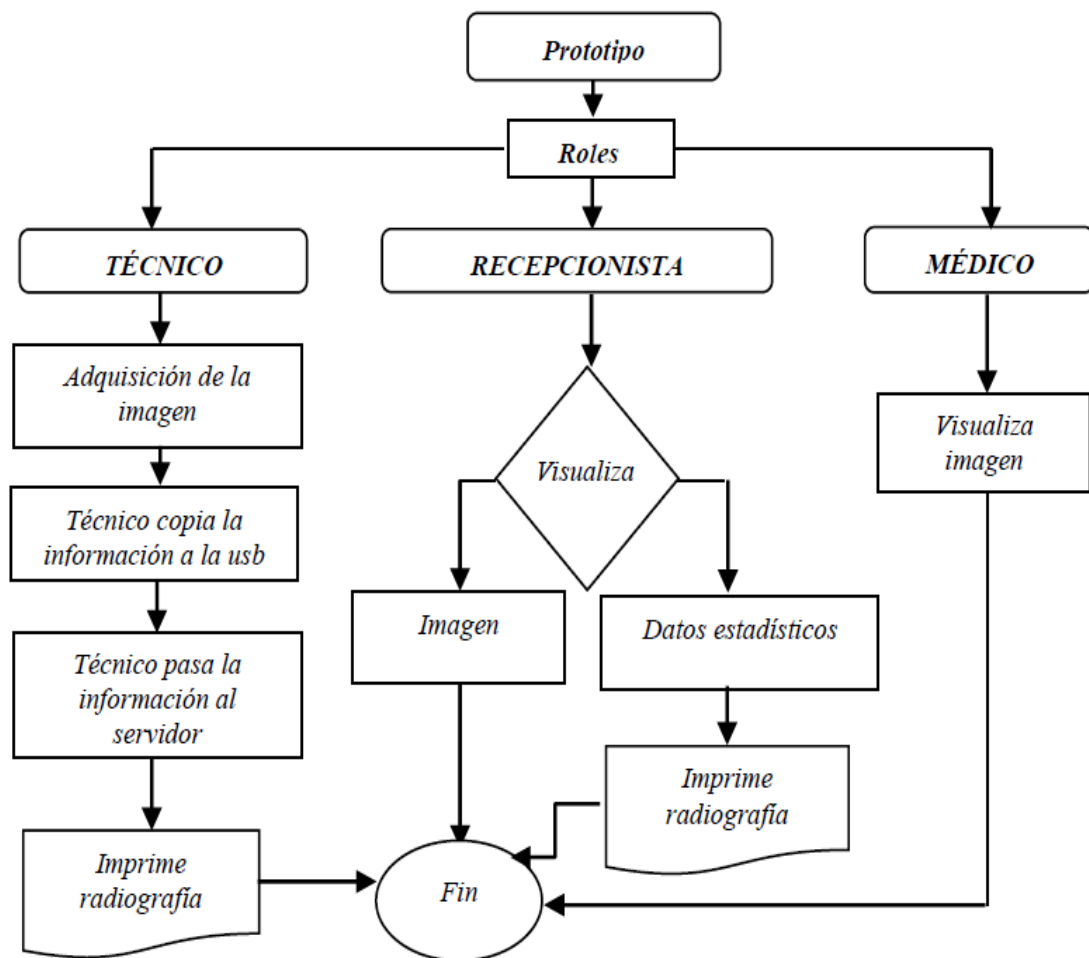


Figura 2. Diagrama de flujo del prototipo.

3.2. INTERFAZ DEL MÉDICO.

El Médico ingresa al prototipo con formato similar al técnico (Figura 3). Una vez que se ha ingresado, el Médico introduce el número de expediente o folio del paciente. De esta forma se mostrarán la(s) imagen(es) cargadas al prototipo (Figura 5). De igual forma, se muestran los datos del paciente extraídos de la imagen en formato DICOM. La imagen que se muestra constituye una imagen de tipo **.jpg**, ya que el tamaño de una imagen **jpg** es menor. Este usuario solo podrá visualizar la(s) imagen(es), sin hacer modificaciones a la misma.



Bienvenido al Prototipo de Visualización de Imágenes Médicas
Hospital Infantil de Tamaulipas

Usuario:

Contraseña:

Tipo Usuario:

Figura 3. Muestra la interfaz de acceso del técnico radiólogo principal.

Archivo

Cargar Carpeta Paciente Ctrl-C Médicas HIT

Número expediente:

Turno:

Técnico Radiólogo:

Nombre del paciente:

Fecha de nacimiento:

Edad:

Sexo:

Fecha de estudio:

Tiempo del estudio:

Estudio_ID:

Descripción del estudio:

Figura 4. Interfaz para agregar la imagen al prototipo.



3.3. INTERFAZ ADMINISTRATIVO (RECEPCIONISTA).

Finalmente el tercer usuario se refiere a la persona encargada de manejar el expediente del paciente, así como de obtener y procesar los datos estadísticos que requieren dentro del hospital.



Figura 5. Interfaz de visualización de imágenes médicas.

4. ANALISIS DE RESULTADOS.

Actualmente, el proceso empleado para realizar un estudio especial o hacer una radiografía simple en el centro de salud de referencia, es el siguiente:

i) El médico solicita el estudio, ya sea especial o radiografía simple; ii) El personal administrativo (repcionista) agenda la cita de acuerdo al tipo de estudio médico a realizar; iii) Cuando el paciente llega a la cita, avisa a la recepción, la recepcionista de radiodiagnóstico, es quien se encarga de revisar la agenda de citas, hace pasar al paciente y avisa al técnico radiólogo; y iv) El técnico radiólogo pasa al paciente a la sala de rayos X, y verifica el tipo estudio médico a realiza al paciente.

En el caso de la radiografía simple, el técnico utiliza el *bukin* de pared, coloca el *chasis*, mientras que al paciente es colocado en posición adecuada para la toma de la radiografía. Antes de ser revelada la radiografía, la recepcionista registra en papel, el número de expediente, el nombre del paciente, la fecha y hora en que se toma la radiografía, así como la parte del cuerpo a examinar, la edad y sexo del paciente, el departamento, y el nombre del técnico que tomo la radiografía. De esta forma, se autoriza al técnico radiólogo para que sea revelada la radiografía.

En el caso del estudio especial, el técnico prepara al paciente de acuerdo al estudio especial a realizar. Registra además, el número de expediente, el nombre del paciente, la fecha de nacimiento y edad, el sexo, el tipo de estudio, la descripción del estudio, la parte del cuerpo examinada, selecciona el tamaño de la imagen y la frecuencia en que serán tomadas las radiografías. Una vez terminado el estudio, guardan la información en un CD para ser entregado más tarde al paciente. Después el doctor procede a revisar el estudio realizado para hacer la interpretación y dar el diagnóstico correspondiente.

Generalmente el doctor que pidió el estudio requiere de visualizar la información, por lo tanto, al no contar con una aplicación para visualizar el estudio realizado, el médico requiere trasladarse al departamento de radiodiagnóstico para ver dicho estudio.



Con la implementación del prototipo, se apoyará a los médicos a visualizar la información en el momento que la requiera, ya sea a través de la PC o a través de algún dispositivo móvil, evitando el traslado al departamento de radiodiagnóstico. Esto evitará el tiempo de acceso a las imágenes y facilitar su gestión.

5. CONCLUSIONES.

Se presentó el diseño de un prototipo de software basado en tecnología *Open Source* para la visualización de imágenes médicas.

El prototipo consta de tres interfaces de escritorio de fácil acceso, que permiten la manipulación de información básica asociada al expediente de clínico. Ha sido diseñado para permitir la extracción de información respecto de las imágenes médicas generadas en formato DICOM, e incluso de otros tipos de estudios realizados en el hospital.

Con el acceso al prototipo, el personal administrativo del hospital podrá obtener y generar datos estadísticos, lo cual, al momento de este reporte se realiza de forma manual dentro de la unidad de radiodiagnóstico del Hospital de referencia.

Con su implementación dentro de la unidad de radiodiagnóstico, se permitirá que otros departamentos dentro del hospital puedan visualizar las imágenes apoyando a los médicos a tener la información de una forma casi inmediata. Permitirá además, la reducción de costos en cuanto al material químico de revelado de las imágenes médicas, así como a la disminución de películas reveladas.

En resumen, el prototipo desarrollado, es de simple manejo, reduce costo de licenciamiento y se implementa tanto en equipos de cómputo convencionales, contemplando su implementación incluso en dispositivos móviles. El caso de estudio para probar el correcto funcionamiento del prototipo se desarrolló en el Hospital Infantil de Tamaulipas.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores externan sus agradecimientos a la Secretaria de Educación Pública a través de los fondos del Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP), por el apoyo financiero suministrado, necesario para la concepción y ejecución del proyecto. De igual forma, se agradece atentamente la excelente disposición del Dr. Cesar Augusto Fonz Aguilar, asistido eficientemente por el técnico radiólogo Jaime René Zapata Rivera; así como a la Dra. Judith Cornejo Barrera, en la Subdirección de Enseñanza e Investigación del Hospital Infantil de Tamaulipas por brindarnos el acceso y seguimiento del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. F. Bordils, "Almacenamiento y Trasmisión de imágenes. PACS", Monográfico: Radiología Digital.
2. L. Beird, "The importance of a picture archiving and communications system (pacs) manager for large-scale pacs installations", Journal of Digital Imaging, vol, 12, no. 1, 1999 pp. 37-37.
3. Stewart B: Picture Archiving and Communication System: Taylor & Francis, 2011.
4. George C., Christos Alexkos, et al., "Using an Open Source PACS Virtual Machine for a Digital Angiography Unit: Methods and Initial Impressions", J Digit Imaging., 2012, 25 pp.81-90.
5. Ramón A. Moreno, et al, "MiniWEBPACS-A Compact System for Storage and Retrieval of Medical Images", Computer Methods and Programs in Biomedical, 2005, p1-p2.