

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“Diseño de un software basado en formato DICOM para
adquisición, almacenamiento y transmisión de imágenes en
Telemedicina”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN
ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**

Presentado por

Karina Azucena Reyes Figueroa

Leonor María Delgado Plaza

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO

2007

AGRADECIMIENTO

A Dios, nuestras familias, y todos aquellos que nos apoyaron de manera desinteresada en el desarrollo de esta tesis y de manera especial a nuestro director Ing. Miguel Yapur.

DEDICATORIA

A mis padres, a mis tías Vicky, Narcisa y a mi nena por ser el motor de mi vida.

Leonor

A mis queridos padres como prueba tangible de mi gratitud y cariño, a mis hermanos por su apoyo moral y a la Msc. Vicky por su comprensión y ayuda.

Karina

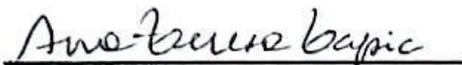
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



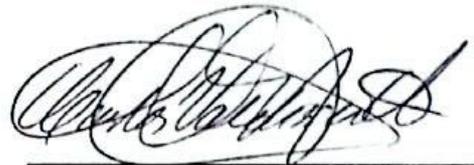
Ing. Holger Cevallos.
SUBDECANO DE LA FIEC.



Ing. Miguel Yapur.
DIRECTOR DEL TÓPICO.



Ing. Ana Tapia.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL.



Ing. Carlos Valdivieso.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL.

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".

A handwritten signature in cursive script, reading "Leonor Delgado Plaza", written over a horizontal line.

Leonor María Delgado Plaza

A handwritten signature in cursive script, reading "Karina Azucena Reyes Figueroa", written over a horizontal line.

Karina Azucena Reyes Figueroa

RESUMEN

Este trabajo presenta el diseño de un software llamado Diginsoft que permite la adquisición, almacenamiento y transmisión de imágenes médicas en Telemedicina en formato DICOM.

DICOM es un estándar en comunicaciones de imágenes en medicina, que facilita el manejo de información médica entre hospitales y centros de investigación.

De esta forma, en el capítulo I, se desarrolla la base teórica del estándar DICOM, y es la parte fundamental para la comprensión del trabajo realizado y desarrollo de las aplicaciones para aprovechar al máximo sus ventajas.

En el capítulo II, se explican los diferentes procesos de manipulación de imágenes considerando la vinculación directa que debe existir la información con la imagen.

En el capítulo III, se presenta el análisis del sistema considerando la viabilidad técnica, económica y de recursos; y también se revisan las herramientas con que se desarrolla el proyecto.

En el capítulo IV, se indica el diseño e implementación, el lenguaje de programación, la instalación y descripción de requerimientos del software y hardware que necesita el programa.

Finalmente, se exponen las conclusiones y recomendaciones obtenidas en la realización de este trabajo.

ABREVIATURAS

API	Application Program Interface
ACR	American College of Radiology
ASP	Active Server Pages
BMP	Bitmap
CMYK	Cyan, Magenta, Yellow, Black
DICOM	Digital Imaging Communications in Medicine
GIF	Graphic Interchange Format
HIS	Health Information System
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transport Protocol
IOD	Information Object Definition
IOMs	Information Object Modules
JAF	Java Activation Framework
JFIF	JPEG File Interchange Format
JPEG	Joint Photographic Experts Group
JNI	Native Interface De Java
JSP	Java Server Pages
JVM	Java Virtual Machine
J2EE	Java Platform Enterprise Edition
MJPEG	Motion JPEG
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
PACS	Picture Archiving and Communication System
PBM	Portable Bitmap file
RIS	Radiology Information System
RGB	Red, Green, Blue
SOP	Service Object Pair
SCP	Service Class Provider
SCU	Service Class User
TIFF	Tag Image File Format
UID	Unique Identifier
USB	Universal Serial Bus

ABREVIATURAS

API	Interfaz de Programación de Aplicación
ACR	Asociación de Colegio de Radiología
ASP	Servidor Páginas Activas
BMP	Mapa de Bits
CMYK	Azul verdoso, Fucsia, Amarillo, Negro
DICOM	Digital Imaging Communications in Medicine
GIF	Formato de Intercambio Gráfico
HIS	Sistema de Información de Salud
HTML	Lenguaje de Marcado de Hipertexto
HTTP	Protocolo de Transporte de Hipertexto
IOD	Definición de Objeto de Información
IOMs	Módulo de Información de Objeto
JAF	Base de Activación de Java
JFIF	Formato de Cruce de Archivo
JPEG	Unión de Expertos en Fotografía
JNI	Interfaz Nativo de Java
JSP	Servidor Páginas de Java
JVM	Máquina Virtual de Java
J2EE	Edición de la Empresa de Plataforma de Java
MJPEG	JPEG de Movimiento
NEMA	Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos
PBM	Archivo de Mapa de Bits Portátil
RIS	Sistema de Información de Radiología
RGB	Rojo, Verde, Azul
SCP	Proveedor de la Clase de Servicio
SOP	Servicio de Par Objeto
SCU	Usuario de la Clase de Servicio
TIFF	Formato de archivo de Idea de Etiqueta
UID	Identificador Único
USB	Bus serie universal

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	VI
ABREVIATURAS.....	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	1
1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	2
1.1 Historia del formato DICOM.....	2
1.2 Conceptos generales del formato DICOM.....	4
1.2.1 Clases de servicio.....	5
1.2.2 Definiciones de objetos de información.....	6
1.2.3 Relaciones e identificación.....	14
1.3 Futuro del formato DICOM	18
2. FORMATO DE ARCHIVO GRÁFICO.....	21
2.1 Tipos de imágenes.....	22
2.1.1 JPEG: Métodos de compresión.....	22
2.1.2 BMP: Formato de mapa de bits.....	22
2.2 Desarrollo de contenido Web.....	28
2.2.1 Servidores Web, html.....	29
2.3 Otras tecnologías propuestas para el desarrollo.....	29
3. ANÁLISIS.....	31
3.1 Análisis del sistema.....	31
3.1.1 Identificación del ámbito del sistema.....	31
3.1.2 Análisis de viabilidad.....	32
3.1.3 Análisis económico.....	33
3.2 Especificaciones del sistema.....	36
3.3 Herramientas para la implementación del sistema.....	37
3.3.1 Plataforma.....	37
3.3.2 Componentes del software.....	38
3.3.3 Herramientas de desarrollo.....	42
4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE BASADO EN EL ESTÁNDAR DICOM.....	44
4.1 Diseño.....	44
4.1.1 Diseño de la base de datos.....	44
4.1.2 Diseño de la interfaz del usuario.....	45
4.2 Implementación.....	56

4.2.1 Lenguaje de Programación.....	56
4.2.2 Procedimientos.....	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
APÉNDICES	
A. Tarjeta capturadora.....	66
B. Estándar DICOM.....	73
C. Diagrama de Flujo de Diginsoft.....	92
BIBLIOGRAFÍA.....	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Gráfico esquemático de las Clases de Servicio de DICOM.....	5
Figura 1.2 Ejemplo de los atributos.....	8
Figura 1.3 Estructura de los Elementos de datos.....	10
Figura 2.1 Clasificación de imágenes especiales.....	26
Figura 3.1 Ventana de los parámetros que acompañan la imagen.....	32
Figura 3.2 Visualización del almacenamiento de imágenes.....	37
Figura 3.3 Ventana de entrada de NetBeans IDE 5.0.....	38
Figura 3.4 Componente del dsj	40
Figura 3.5 Ventana de NetBeans IDE 5.0.....	42
Figura 3.6 Ventana de entrada del software Diginsoft.....	43
Figura 3.7 Ventana de los parámetros que acompañan a la Imagen desarrollada en NetBeans IDE 5.0.....	43
Figura 4.1 Estructura de la interfaz de Diginsoft.....	45
Figura 4.2 Íconos para ingreso a las diferentes funciones.....	46
Figura 4.3 Vista de una ventana emergente cuando ocurre un error al abrir una imagen que no es DICOM.....	47

Figura 4.4 Ventana para guardar una imagen en formato DICOM.....	47
Figura 4.5 Adjuntar imagen.....	48
Figura 4.6 Elección del pin para abrir la tarjeta.....	49
Figura 4.7 Elección del Canal de TV.....	50
Figura 4.8 Captura de Imagen desde la tarjeta.....	50
Figura 4.9 Almacenamiento de la imagen.....	51
Figura 4.10 Parámetros que acompañan a la imagen.....	51
Figura 4.11 Ventana de información de las imágenes.....	52
Figura 4.12 Ventana de envío de la imagen, vía correo electrónico.....	53
Figura 4.13 Vista de una imagen.....	54
Figura 4.14 Vista de una imagen disminuida.....	55
Figura 4.15 Compilación y ejecución.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 Principales formatos que se presentan en un archivo imagen.....	21
TABLA 2.2 Tamaños de las imágenes	28
TABLA 3.1 Software Utilizado.....	34
TABLA 3.2 Software Recomendado.....	34

INTRODUCCIÓN

DICOM¹ es un estándar en administración y comunicación de imágenes en Medicina, el cual facilita el manejo de información medica entre hospitales y centros de investigación.

El objetivo de este proyecto es diseñar e implementar un software basado en formato DICOM para adquisición, almacenamiento y transmisión de imágenes en Telemedicina.

Con el software presentado en este proyecto, el cual se le ha denominado “Diginsoft”, las imágenes médicas podrán viajar de manera segura entre hospitales, donde éstas serán diagnosticadas por diferentes expertos de una forma rápida y sencilla.

Para el caso de las imágenes médicas, se agregan algunos parámetros como la identificación del paciente, fecha de nacimiento, sexo, así como también descripción, identificador, fecha del estudio, comentarios y, en algunos casos, otros parámetros médicos detallados en el apéndice B, facilitando todas las actividades relacionadas en beneficio de los pacientes de un hospital.

¹ Digital Imaging and Communications in Medicine

CAPÍTULO 1

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El Estándar DICOM, fue establecido en 1993 y describe detalladamente los medios para dar formato e intercambiar imágenes e información entre dispositivos diferentes.

1.1 Historia del formato DICOM

DICOM son las siglas de imágenes digitales y comunicaciones en medicina y es un estándar que se utiliza para el tratamiento de imágenes médicas de diagnóstico, entre diferentes dispositivos médicos.

Este estándar nace entre un acuerdo entre ACR² (Colegio Americano de Radiología) – NEMA³ (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos) y fue lanzado por la ACR para satisfacer las necesidades de conectividad entre equipos de tratamiento de imágenes. DICOM está reconocido por diversas organizaciones de estándares, americanas e internacionales, que trabajan en campos relacionados.

² American College of Radiology

³ National Electrical Manufacturers Association

La historia de DICOM se remonta a principios de los años 80, en un esfuerzo por desarrollar medios para que usuarios de equipos formadores de imágenes médicas, tales como: tomografía axial computarizada, resonancia magnética, medicina nuclear, ultrasonido, pudieran intercambiar imágenes. La Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA) formó un comité a principios de 1983, el cual, fue impulsado por los usuarios de la ACR. Después de 2 años de trabajo, se desarrolló la primera versión del estándar, ACR-NEMA 300 – 1985 (también llamado ACR-NEMA versión 1.0), la cual se distribuyó en 1985 en la reunión anual del RSNA⁴ y fue publicada por el NEMA. En 1988, se publicó la VERSIÓN 2.0 de ACR-NEMA.

La Versión 2.0 de ACR-NEMA no fue diseñada para conectar equipamiento directamente a una red, por tal razón la comisión adoptó la idea que las futuras versiones del estándar de ACR-NEMA tendrían compatibilidad con las versiones anteriores, por ello adoptaron el modelo de objetos orientados al diseño. Fue en 1993, que NEMA en conjunto con el ACR, publicó la primera versión.

⁴ RSNA – Sociedad Radiológica de Norte América

DICOM, fue denominado estándar por ACR-NEMA en referencia a estas organizaciones; la versión original ha sido denominada DICOM versión 3.0.

Este estándar puede soportar los estándares de comunicación en red que se usan en industria, como son el Protocolo de Control de Transmisión/ Protocolo de Internet (TCP/IP) y la Organización Internacional de Estándares de Interconexión de Sistemas (ISO – OSI).

1.2. Conceptos generales del formato DICOM

En esta parte se definirán los conceptos generales que se utilizan para desarrollar la arquitectura del sistema. La estructura de datos se desarrolló en base al diseño orientado a objetos; aquí los objetos (pacientes, imágenes, datos del paciente, etc.) y sus interrelaciones se describen mediante modelos de entidad – relación.

Los objetos son llamados entidades, y se agrupan en clases. Las clases se comunican entre sí, mediante mensajes. Las clases tienen atributos y describen las características de un objeto.

DICOM define las clases de objetos y sus mensajes en el SOP (Servicio de Par Objeto); si un equipo especifica que es compatible con una clase SOP es posible saber de forma no ambigua como se entenderán sus datos. Esto es posible por el proveedor de los servicios de la clase: Proveedor de la Clase de Servicio (SCP) o por el usuario de los servicios de la clase (SCU). En la figura 1.1 se pueden observar los conceptos aplicados en DICOM.

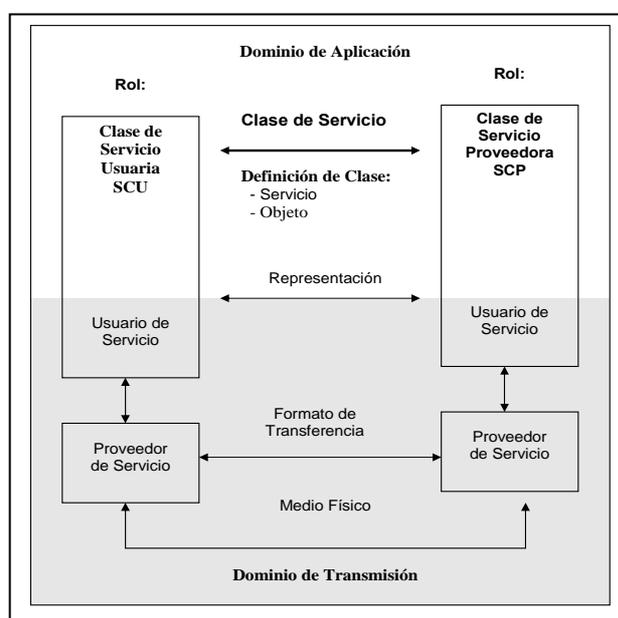


Figura 1.1 Gráfico esquemático de las Clases de Servicio de DICOM

1.2.1 Clases de servicio

La Clase de Servicio expresa los papeles que desempeñan SCU y el SCP. Dependiendo de la Clase de Servicio, el contexto del servicio

será definido. La Clase de Servicio es la descripción de la información y de las operaciones.

En DICOM la información y las operaciones están combinadas con la definición de la clase llamada Clase de Servicio de Par Objeto o Clase SOP. En cada definición de Clase SOP una única Definición de Objeto de Información o IOD es combinado con uno o más servicios; para cada uno de estos servicios los detalles de los papeles de ambas partes que tienen que desempeñar son invariables. En una Clase de Servicio pueden existir más de una Clase SOP y más de un IOD está implicado.

Una Clase de Servicio entiende la relación de información definida en diferentes IODs; la Clase SOP identifica las capacidades del proceso distribuido específico de una Clase de Servicio. En una Clase de SOP la parte de información es definida en los IODs.

1.2.2 Definiciones de Objeto de Información

Los IODs son una colección de partes de información relacionada, agrupadas en entidades de información o

atributos. Una entidad contiene información sobre un único objeto (mundo real) como por ejemplo un paciente o una imagen.

De acuerdo al contexto de la Clase de Servicio, un IOD consiste en una entidad de información única llamada IOD normalizado o una combinación de entidades de información llamada IOD compuesto.

Las entidades de información consisten en atributos. Si tienen una relación, se agrupan en módulos de información de objetos o IOMs. Los IOMs también tienen la ventaja de que las descripciones semánticas de los atributos descritos pueden ser agrupados. En la figura 1.3 se puede observar la relación entre los IODs y un atributo.

Atributos

Un atributo tiene un nombre y valor el cual es independiente de cualquier esquema de la codificación.

Las siguientes características o campos de un atributo están definidas en el estándar DICOM:

- Un único Nombre de Atributo
- Una única Etiqueta de Atributo

- Una Descripción del Atributo
- Un Valor de Representación
- Un Valor de Multiplicidad

El tipo de clase especifica el uso de los atributos de las Clases SOP y el papel del SCU o del SCP, donde cada atributo es forzado a tener un valor obligatorio, opcional o de otro tipo.

Dentro de un IOD, los atributos agrupados o individuales pueden ser limitados por la situación en la que el IOD está siendo usado.

PATIENTS	
PatKey	Clave primaria
PatID	Identificador del paciente
PatName	Nombre del paciente
PatSex	Sexo
PatBirthDate	Fecha de nacimiento
PatEthnicGroup	Grupo Étnico
PatComments	Comentarios acerca del paciente

Figura 1.2 Ejemplo de los atributos

Elementos de servicio

Los Elementos de Servicio son las operaciones permitidas en los Objetos de Información (IODs) para una Clase SOP

definida. El grupo de elementos de servicio pertenece a la Clase SOP y es llamada Grupo de Servicio.

Los elementos de servicio son las operaciones permitidas sobre los IOD para cierta clase SOP. El grupo de elementos de servicio pertenecientes a una clase SOP se denomina Grupo de Servicio. Algunos elementos de servicio se usan con IODs Compuestos y otros se usan con IODs Normalizados.

Conjunto de Datos

Un Conjunto de Datos representa el caso de un objeto verdadero de la información del mundo real. Los mensajes entre dos aplicaciones DICOM están codificados y son enviados en forma de Conjunto de Datos, compuesto de Comandos de Elementos con una estructura definida.

Un Conjunto de Datos se construye de un elemento de datos, que es una etiqueta que va a contener información relevante en los Conjuntos de Datos y está formado por:

- Tag.- Etiqueta de identificación.
- VR.- Valor de representación que indica el tipo de dato almacenado (entero, real, cadena de caracteres, etc.)

- Longitud del valor.- Indica el tamaño del dato.
- Valor real.- Datos, que proporcionan información del paciente, análisis realizado, o de la imagen obtenida, dependiendo del valor de la etiqueta.

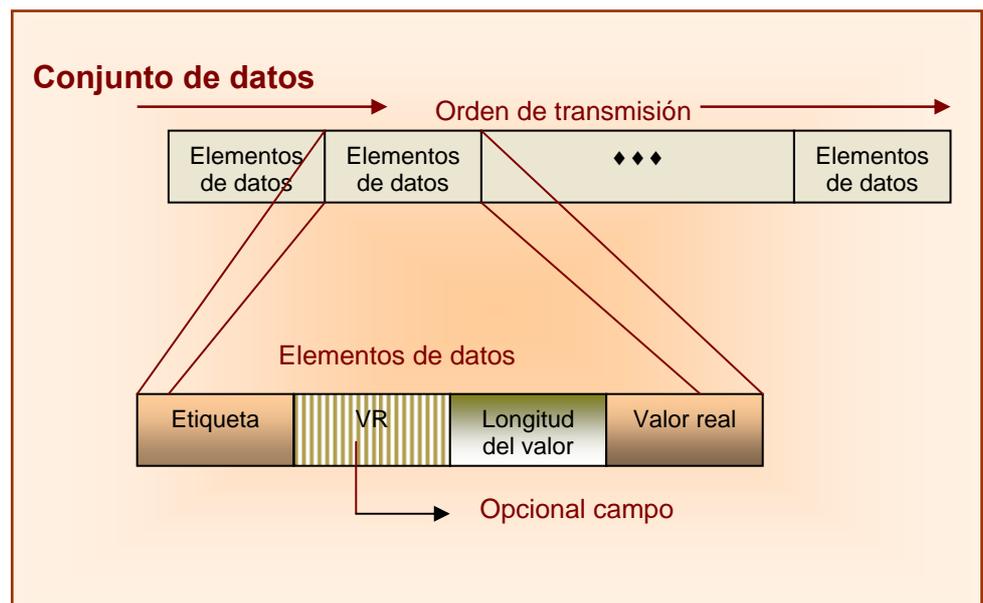


Figura 1.3 Estructura de los Elementos de datos

Elementos de datos

Un Elemento de dato tendrá una de tres estructuras. Dos de estas estructuras contienen el VR del elemento de datos (VR explícito), se diferencian por la manera en que se expresan sus longitudes. La otra estructura no contiene el VR (VR implícito). Todas las estructuras contienen la etiqueta de los elementos

de datos, la longitud del valor y el valor para los elementos de datos.

Instancias SOP

Después de un acuerdo entre dos partes sobre cuales clases SOP se soportan, para la ejecución de una determinada clase de servicio y como se dividen los roles SCU y SCP, se intercambian instancias de las clases SOP que definen los atributos con valores correctos.

Una vez que se recopile la información, ésta se codifica en los formatos definidos en DICOM creando un conjunto de datos. Este conjunto de datos es manejado por el proveedor del servicio de transmisión, el cual se asegura que la otra parte reciba un conjunto de datos semejante.

Las incompatibilidades en representaciones específicas al sistema se consideran durante la transmisión, asegurando que los valores semánticos permanezcan intactos.

Identificación.

Como parte de la creación de una instancia SOP, se genera un género de identificación único de la instancia. Esta identificación lo usan más los sistemas de información que los humanos. El atributo contiene dos elementos: la identificación de la clase y la identificación de la instancia. Esta identificación será usada en ambientes de múltiples fabricantes en diferentes lugares del planeta, por lo que para garantizar la unicidad global se utiliza un mecanismo para generar una cadena de caracteres llamada Identificador Único (UID) como sigue:

<raíz>.< sufijo>

La raíz se proporciona por una autoridad que garantiza que nadie más pueda usarla. Este número se asigna por organizaciones de estándares como la ISO, a compañías como General Electric, Philips u hospitales. El sufijo debe crearse dinámicamente en el momento de creación de las instancias y debe garantizar la unicidad global de las mismas⁵.

⁵ Tomado de "IMAGIS: Sistema para la transmisión de imágenes médicas multimodales. (V1.21)"

Relaciones

Los UIDs también se utilizan para identificar una relación entre instancias. En una instancia compuesta, que contiene una secuencia de imágenes, la entidad de información será común para todas aquellas instancias; en este caso solo un UID es requerido y el atributo por sí mismo indica que tipo de entidad de información es identificada.

En el caso de instancias normalizadas, solo son posibles referencias a instancias fuera de sí mismas; aquí, la combinación de una identificación de una clase y una instancia es requerida.

Con el método de la unicidad de identificación de información utilizando UIDs solo es posible comparar las instancias son iguales. El valor del UID no tiene ningún significado y no puede ser utilizado para realizar algún tipo de clasificación. Utilizando otro método, los atributos mas significativos tales como la fecha, la hora y la secuencia, la relación entre la información puede ser establecida.

Representación del valor

La representación del valor describe la forma como un atributo es codificado en un elemento de dato.

Sintaxis de transferencia

La manera como están escritos los elementos de datos se denomina sintaxis de transferencia. Antes de que un conjunto de datos de una instancia SOP pueda ser transferido, el conjunto es codificado en la secuencia de caracteres. Esto se define en una sintaxis de transferencia que considera dos aspectos:

1. Como se representan los valores.
2. La ordenación de los "bytes" de un número múltiple de bytes (palabras, enteros largos, etc.)

1.2.3 Relaciones e identificación

Hay que resaltar dos aspectos importantes para marcar las entidades de información en diferentes niveles:

1. Absolutamente todas las modalidades deben tener un mapa (código) consistente de como pasar de unos datos de imagen a una instancia SOP.

2. Las entidades de información individuales deben contener la identificación suficiente de hacer un correcto marcado de las entidades de información equivalente en otras instancias SOP.

Estructura de los datos de las imágenes

Se necesita que los datos producidos por los equipos sean ordenados en series y que tengan una relación como la descrita en la sección "nivel de serie". En los niveles de serie e imagen, la secuencia de imágenes dentro de una secuencia debe ser identificada en un aparato.

Todas las entidades de información sobre el nivel de serie deben contener información perteneciente al estudio y al paciente que debe ser comparable con la información de otros dispositivos y la información puede ser facilitada al dispositivo por la interfaz de usuario o mediante una conexión a un sistema de información.

Identificación

La identificación es usada para acceder a los datos desde otros sistemas de información; generalmente, los sistemas de información usan claves que no necesitan ser interpretadas por los seres humanos, pero que deben ser únicos en el ambiente en el que son utilizados.

En DICOM el conjunto que se ha definido para estas identificaciones son los UIDs. Cada una de estas entidades de información en el modelo de información tiene su propia UID, excepto para la entidad de información del paciente. La manera en que la información debe ser identificada se define por otros procedimientos de información (fuera del visor DICOM) que tratan con la administración de los datos del paciente. Aquí se usa un identificador ID para el paciente.

Identificación del estudio

En la mayoría de los casos el atributo UID de la instancia del estudio identifica la entidad, información perteneciente al resultado del examen del mundo real.

Si este UID se va a usar de una manera segura por todos los sistemas involucrados, no va a ser difícil relacionar todas las

piezas de información con los datos de la imagen en la instancia DICOM SOP. Sin embargo, es apropiada una unión entre todos los sistemas involucrados para transferir la clave del sistema.

Cuando se usa el UID del estudio como unión con las partes relacionadas de la información es un aspecto importante para proporcionar un modelo de información DICOM rígido, el cual puede ser expandido en otras partes de la información en un departamento. Pero esta consistencia, es muy difícil de mantener cuando el UID del estudio se reemplaza por un RIS (Sistema de Información Radiológico) o un método específico de identificación.

Otras identificaciones

Además de las claves del sistema, los usuarios necesitan acceder a la información y quieren usar identificadores que tengan sentido como el nombre del paciente, fecha de nacimiento, fecha del estudio médico, etc. Por tal razón, los dispositivos médicos tienen que proveer información lo mas consistente posible para que se pueda permitir una identificación por parte de las personas.

La información de identificación solo podrá ser proporcionada por una única fuente cuando una unión entre los sistemas es posible.

1.3 Futuro del formato DICOM

El estándar DICOM ha demostrado que trabaja como una especificación y un patrón. El estándar DICOM está en continua expansión ya que los fabricantes pueden enviarse entre si imágenes; además algunos fabricantes pueden cumplir también una conexión al equipamiento en el área técnica de documentos de prueba, y algunos pueden mostrar la implementación de la interfaz HIS (Sistema de información de Hospital)/RIS (Sistema de Información Radiológico) con apoyo del servicio de clases.

El alcance de la imagen médica se extiende más allá de las imágenes radiológicas. Por ejemplo; los endoscopistas, patólogos, dentistas y ecografistas trabajan con imágenes de su práctica profesional.

El almacenamiento de la información sobre algún medio removible, es necesario debido a la falta de red de los laboratorios cardíacos y angiográficos.

Cada aplicación que requiere grabar archivos en un entorno, usa diferentes medios. Por ejemplo, la cardiología necesita un medio de alta capacidad con acceso rápido para película de cine de 35 mm, en cambio los especialistas en ultrasonido no cardíaco, probablemente no necesitarían tan alta capacidad, pero necesitan contenido de cine. Por esto, cada aplicación tendrá un perfil de aplicación de las capas de DICOM.

El estándar ofrece un balance correcto entre el objetivo pragmático de apoyo de rápida implementación en productos actuales y un patrón modular sólido que asegure una capacidad para evolucionar y responder a futuras necesidades. La cantidad de trabajo ya hecha sobre DICOM es una parte de la razón del interés desde otras especialidades que usan imágenes. Mediante el uso de la experiencia disponible en sociedades profesionales, han podido definirse objetos informativos y los servicios⁸.

⁸ Tomado del Proyecto Fernando Ballesteros: 3 OFFIS - D I C O M. Digital Communication Standardisation.

DICOM se desarrolló con la idea de extenderse lo cual actualmente ya ocurre, la principal visión de los desarrolladores de DICOM es que las personas deberían de aplicar el trabajo ya hecho para mejorar así la calidad de la salud en los hospitales.

CAPÍTULO 2

2. FORMATOS DE ARCHIVO GRÁFICO

Los formatos de archivos gráficos son los patrones en los cuales se almacena la descripción de una imagen en un archivo electrónico.

Tabla 2.1 Principales formatos que se presentan en un archivo imagen.

Tipo	Significados	
	Inglés	Español
BMP	Microsoft Windows Bitmap file	Archivo de Mapas de bits de Microsoft Windows
GIF	CompuServe Graphics Image Format file	Archivo de formato de imagen de gráficos
JPG	Joint Photographic Experts Group	Grupo de expertos fotográficos unidos
PBM	Portable Bitmap file	Archivo de mapa de bits portátil
PNG	Portable Network Graphic	Ilustración gráfica de la red portátil
RGB	Silicon Graphics RGB image file	Archivo de imágenes de RGB de gráficos
RGBa	4-component Silicon Graphics image file	Archivo de imágenes de gráficos de 4 componente

2.1. Tipos de imágenes.

2.1.1. JPEG: Métodos de compresión.

Su nombre se deriva del Grupo de expertos fotográficos unidos, es un formato bastante flexible para almacenar imágenes optimizadas del mundo real. Usa una distribución de 24 bits/píxel. Los archivos de este tipo al ser comprimidos resultan más pequeños que los de tipo GIF (Formato del intercambio de los gráficos). Una fotografía digitalizada en formato JPG no permite al ojo humano notar las diferencias con una foto convencional.

2.1.2. BMP: Formato de mapa de bits

Un “Mapa de bits” (bitmap) es una representación digital de una imagen, donde cada píxel corresponde a uno o más bits en el bitmap.

Un píxel, pese a ser una medida, es un concepto inmaterial que no tiene una medida concreta. De esta forma se puede tratar a las imágenes como un grupo de puntos, más no como bloque.

Los bitmaps son utilizados para representar imágenes con sombras.

Dentro de la memoria de la computadora, un gráfico en mapa de bits está representado como un arreglo de bits que describe las características de los píxeles individuales que constituyen la imagen.

Tipos de imágenes de mapa de bits

Una forma muy importante de clasificar las imágenes de mapa de bits es saber cuánta información se asigna a cada píxel. Un píxel puede tener muchos valores (blanco, negro, escala de grises, color, etc.). Ésta es la base de la principal clasificación de las imágenes del mapa de bits.

Imágenes de 1 bit por píxel.

En este tipo de imágenes cada celdilla (píxel) sólo puede tener uno de dos valores: uno o cero. Como basta 1 bit para definir esa alternativa, se le llama “imágenes de 1 bit”, también se les llama “imágenes de mapa de bit, de alto contraste, o de línea”.

Imágenes de escala de grises (8 bits por píxel).

Cada píxel puede tener 256 valores diferentes (las 256 posibilidades combinatorias de un byte u octeto). Este es el modo de las imágenes digitales de blanco y negro “normales”. En ellas se distinguen hasta 256 tonos diferentes de gris y no suelen aparecer todos a la vez.

Imágenes RGB o Lab (24 bits por píxel).

Si se toma un píxel y se le asignan tres bytes, se dispondrá de 24 bits en tres grupos de ocho. Podemos “colorearlo” siguiendo el sistema de color de los monitores de televisión, que se basan en tres “canales” de luz de color (Rojo, Azul y Verde). De este modo se puede distinguir hasta 16.777.216 millones de tonos de color (256 Rojo x 256 Azul x 256 Verde). En realidad, lo que se está haciendo es superponer tres canales de luz, uno rojo, otro verde y otro azul, cada uno con 256 posibilidades de tono.

Imágenes CMYK (32 bits por píxel).

Si a cada píxel se le asignan 4 bytes, se podría representar (teóricamente) los valores CMYK (1 byte para el cyan, otro para el magenta, otro para el amarillo y un cuarto para el negro). CMYK es un sistema de colores en el cual se pueden representar una gran gama poniendo diferentes valores a estos cuatro.

Se dice que la mezcla de CMY es sustractivo (es decir, magenta, ciánico y amarillo en un fondo blanco produce negro). En el modelo de CMYK, magenta más amarillo produce el rojo, ciánico más marcas amarillas ponerte verde, y la magenta más ciánico genera el azul.

Este formato es transparente al usuario de computadoras, ya que los monitores son RGB y no CMYK, como es el caso de la impresión profesional.

Imágenes en color de 8 bits o menos.

Es lo que se llama color indexado. Lo que se hace es crear una tabla o índice de 256 colores y a cada uno de los posibles valores de un píxel se le asigna uno de ellos. Si la tabla se construye con menos posibilidades (16 por ejemplo), esa imagen no será un color indexado de 256 tonos sino uno de 16.

Tipos de imágenes especiales

El número de imágenes especializadas está creciendo por la aparición de nuevas modalidades. Las imágenes médicas son el corazón de los diagnósticos de pacientes, planificación quirúrgica, tratamientos terapéuticos, y a largo plazo para repetir evaluaciones de resultados. Normalmente, las modalidades siguientes tienen una definición de la clase SOP de almacenamiento en el estándar DICOM. Diferentes tipos de

películas digitalizadoras, como escáners, cámaras de estado sólido, escáner de tambor y video cámaras, se usan rutinariamente para convertir las películas, planos de rayos X en formato digital para su posterior tratamiento y archivo.

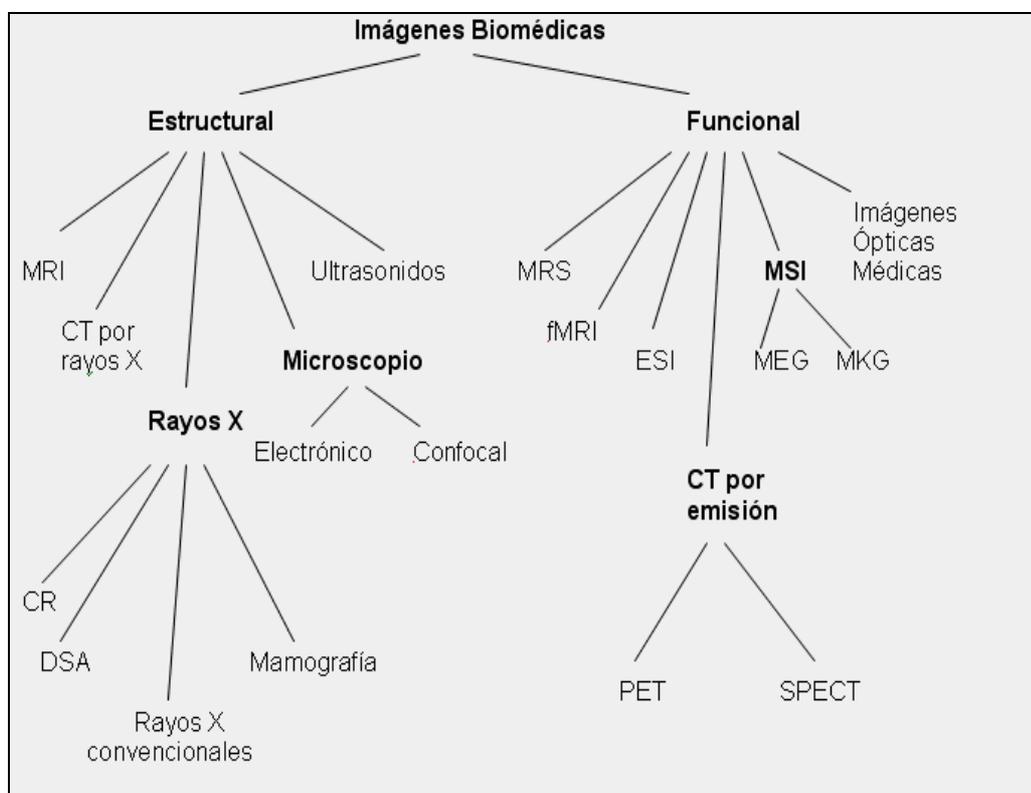


Figura 2.1 Clasificación de las imágenes especiales

- **Radiografía computarizada IOD:** Usada por los sistemas radiográficos tradicionales que trabajan con fósforo que brilla al leerse con sistemas como PCR.

- **Tomografía computarizada IOD:** Usada para escáneres CT; para este tipo de aparatos el posicionamiento es importante para el manejo de muchas imágenes.
- **Resonancia magnética IOD:** Para sistemas MR. Aparte de la misma información que para escáneres CT, también se da información adicional sobre el protocolo de adquisición.
- **Medicina nuclear IOD:** Para cámaras que usan isótopos radiactivos. Contienen imágenes de especial formato para este tipo de aparatos. Las imágenes son del multiformato.
- **Ultrasonidos IOD:** Para este tipo de equipos contiene detalles sobre la posición y la adquisición de la imagen. Las imágenes pueden ser en color y se puede usar el multiformato.

En la tabla 2.2 se muestran algunos parámetros y tamaño de la imagen.

Tabla 2.2 Tamaños de las imágenes

TIPO DE RADIOLOGÍA	RESOLUCIÓN DE LA IMAGEN	TAMAÑO DE LA IMAGEN APROXIMADO
Radiografía	2048 x 2048 x 12 bits	32 MB
	512 x 512 x 10 bits	
	1024 x 1024 x 10 bits	
Mamografía	4096 x 5120 x 12 bits	160 MB
CT (Tomografía Computarizada)	512 x 512 x 12 bits x n ^o imágenes	15 MB
	256 x 256 x 12 bits	
Ultrasonido	256 x 256 x 8 bits	1,5 MB
	640 x 640 x 8 bits	
Medicina Nuclear	128 x 128 x 8 bits	0,4 MB
DSA (Angiografía Por sustracción)	512 x 512 x 10 bits	
	1024 x 1024 x 10 bits	
SPECT (Tomografía Computarizada de Emisión Fotónica Única)	64 x 64 x 16 bits	
	128 x 128 x 16 bits	

2.2 Desarrollo de contenido Web

Al comenzar a realizar el proyecto se lo planteo como una página Web pero a medida que se fue investigando se notó que mejor era desarrollarlo dinámicamente.

Los sitios Web dinámicos ofrecen ciertas ventajas tales como el permitir la fácil actualización y sincronización de la información y el aprovechamiento de recursos tales como, los servicios entre archivos.

2.2.1 Servidores Web, html.

Un servidor Web es un programa que implementa el Protocolo HTTP (Protocolo de transferencia entre hipertextos), el cual está diseñado para transferir lo que llamamos hipertextos, páginas Web o páginas HTML (Lenguaje de marcado de hipertexto): textos complejos con enlaces, figuras, formularios, botones y objetos incrustados como animaciones o reproductores de sonido.

2.3 Otras tecnologías propuestas para el desarrollo

En la actualidad están a disposición otras tecnologías para el desarrollo de contenido dinámico, entre las cuales podemos citar a las siguientes: PHP, .NET, JSP (Tecnología Java).

PHP⁹: es un lenguaje interpretado de alto nivel concentrado en páginas HTML y ejecutado en el servidor.

.NET: es una aplicación similar a una máquina virtual que se encarga de gestionar la ejecución de las aplicaciones para ellas escritas. A estas aplicaciones les ofrece numerosos servicios que facilitan su desarrollo, mantenimiento y favorecen su fiabilidad y seguridad.

⁹ Hypertext Preprocessor

JSP¹⁰: significa Páginas de Servidor Java, es una tecnología orientada a crear páginas Web con programación en Java, donde se pueden crear aplicaciones Web que se ejecuten en variados servidores Web, de múltiples plataformas, ya que Java es en esencia un lenguaje multiplataforma.

¹⁰ Java Server Pages

CAPÍTULO 3

3. Análisis

A continuación se detalla en forma general cada etapa del sistema, en el cual se revisan las herramientas disponibles para llevar a cabo la realización del proyecto.

3.1. Análisis del sistema.

En esta sección se presentan las diferentes etapas de análisis

3.1.1. Identificación del ámbito del sistema.

En este trabajo se trató la creación de un software basado en un estándar de comunicación de imágenes en la Medicina lo cual es muy importante para los diagnósticos de pacientes, tratamientos y evaluación de resultados. Este software llamado "DIGINSOFT", tiene las siguientes características:

- ✓ Está definido como un estándar orientado a objetos.
- ✓ Las imágenes tienen parámetros que la acompañan correspondientes al paciente como el nombre, un identificador, la fecha de nacimiento, sexo, descripción del estudio, Identificador del estudio, fecha del estudio, nombre

del médico, comentario del estudio, y otros parámetros que se usan en Medicina.

Parametros Generales

Parámetros que acompañaran la imagen

Información del paciente

Nombre: Thayna

Identificador: 51.218.20070103203819453.32768 **Generar Id.**

Fecha de nacimiento: 2003 10 26

Sexo: Femenino

Datos del estudio

Descripción: Tomografía

Identificador: 51.218.20070103203819453.32769 **Generar Id.**

Fecha: 2007 01 01

Nombre del médico: Leonor

Comentarios: Ninguno

Otros parametros

0018,0074 Acquisition Start Condition Data: '1980'

Mostrar Todos los Parametros

Parámetros médicos

Aceptar **Cancelar**

Figura 3.1 Ventana de los parámetros que acompañan la imagen

3.1.2. Análisis de Viabilidad

La viabilidad técnica de este software se evaluó ante un determinado requerimiento como es la aplicación de la

Telemedicina en zonas rurales, usando las telecomunicaciones para intercambiar la información.

Para determinar si es posible llevarlo a cabo satisfactoriamente y en condiciones de seguridad con la tecnología disponible, se verificó algunos factores como el costo y la operatividad, donde se llegó a la conclusión que es muy importante la aplicación del estándar, porque con esto se ayuda a pacientes con difícil acceso a los centros de salud debido a la distancia, a la falta de dinero, transporte mejorando la calidad de vida de estas personas.

3.1.3. Análisis económico.

Aquí se presentan los costos asociados al software y hardware a utilizar.

Software

En la tabla 3.1 muestra el software utilizado en el desarrollo del proyecto y la tabla 3.2 muestra el recomendado para la instalación.

Tabla 3.1 Software Utilizado

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	PRECIO
JAVA	Desarrollo del convertidor	\$ 0
NET BEAN T IDE 5.0	Para desarrollar con Java el convertidor	\$ 0

Tabla 3.2 Software Recomendado

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
Window 98 ♦	Sistema operativo	\$ 0
Java	Para instalar el convertidor	\$ 0

♦ También se puede usar Windows NT, 2000, ó XP

Hardware

Se utilizó un equipo con las siguientes características:

- Procesador Intel Pentium III 1.5 Ghz
- Memoria RAM 512 Mb
- Disco duro 40Gb
- 3.5" Floppy disk drive
- Monitor 15'', Resolución: 1024 x 768 píxeles
- Teclado estándar de 101/102 teclas
- Mouse Cypress USB

- Lector de CD 56X

COSTO REFERENCIAL: \$ 700

- Una tarjeta capturadora de PC Video TV/Capture Card.

COSTO REFERENCIAL: \$ 75

Para la instalación del programa en marcha, se recomienda un equipo con las siguientes características:

- Procesador Intel Pentium IV 1.5 Ghz
- Memoria RAM 512 Mb
- Disco duro 80Gb
- 3.5" Floppy disk drive
- Monitor 17'', Resolución: 1024 x 768 píxeles
- Teclado estándar de 101/102 teclas
- Mouse USB (puede ser cualquier tipo)
- Grabador de CD 8x

COSTO REFERENCIAL: \$ 900

Tenemos un costo en herramientas de trabajo de \$ 775 para el desarrollo del proyecto y de \$ 900 para hacerlo operativo. Considerando que las herramientas utilizadas en el software y el hardware para el desarrollo del proyecto estaban a nuestra disposición en nuestros hogares el costo se redujo a \$0,00.

3.2. Especificaciones del sistema.

DIGINSOFT es un sistema que se usa para la recepción, almacenamiento, visualización, procesamiento y transmisión de imágenes médicas digitales. Este software tiene implementado el estándar DICOM, el cual es establecido internacionalmente para la transmisión de imágenes médicas. Con ayuda de este software, se pueden agregar algunos parámetros como la identificación del paciente, fecha de nacimiento, sexo, así como también descripción, identificador, fecha del estudio y comentarios sobre imágenes provenientes de diversas modalidades: Tomografía Axial Computarizada, Resonancia Magnética, Ultrasonido, entre otras, y luego ser analizadas o enviadas vía email.

Visualización para la consulta:

La especificación técnica mínima es la siguiente:

- ✓ Permitirá trabajar con imágenes de baja resolución como: jpeg y DICOM.

Almacenamiento de la imagen:

El almacenamiento de las imágenes se realiza en formato DICOM.

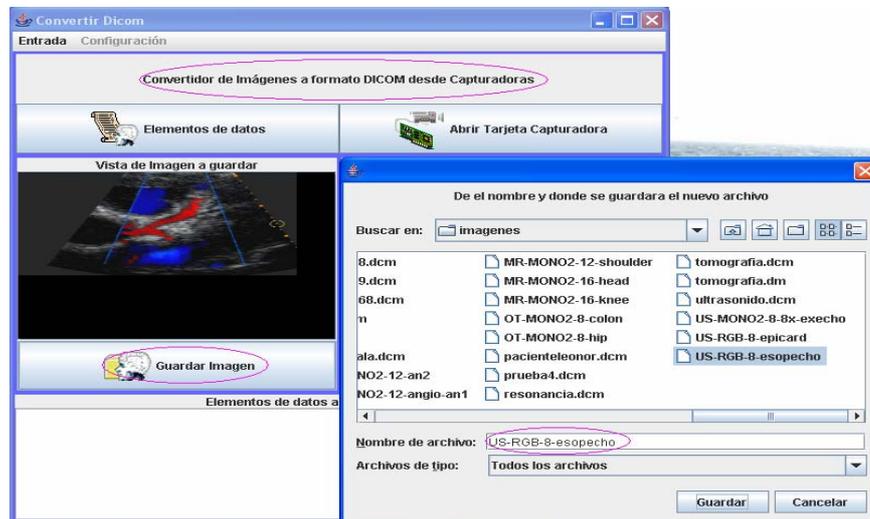


Figura 3.2 Visualización del almacenamiento de imágenes

3.3. Herramientas para la implementación del sistema

En este apartado se detalla la plataforma en que se implementaron: el convertidor, los componentes del software y las herramientas de desarrollo.

3.3.1 Plataforma

Las plataformas donde se desarrolló el proyecto fueron el Sistema Microsoft Windows 2000, que por su amplia difusión y conocimiento facilitará la extensión del sistema y además provee un ambiente de desarrollo para aplicaciones de imágenes; y la plataforma NetBeans IDE 5.0 donde se realizó la programación en Java.

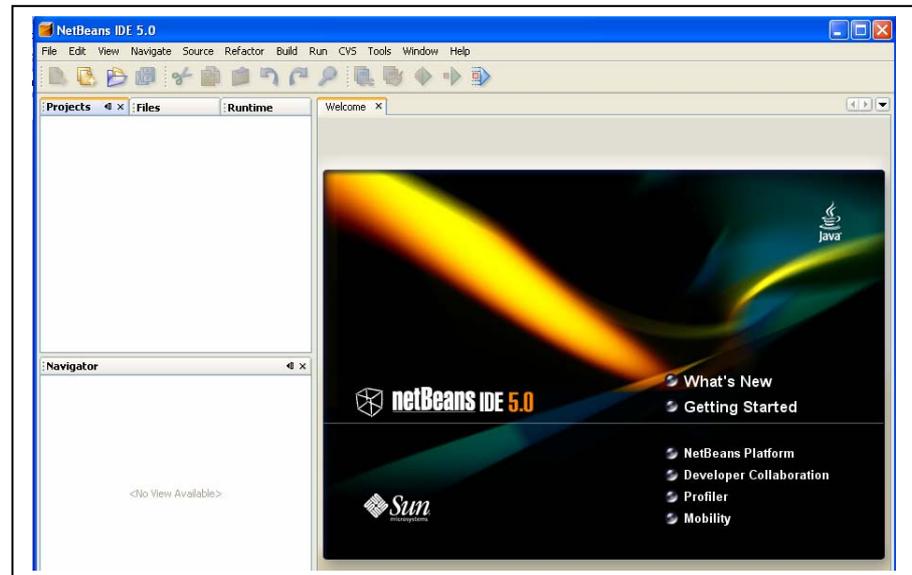


Figura 3.3 Ventana de entrada de NetBeans IDE 5.0

3.3.2 Componentes del software

Entre los componentes de software utilizados se tiene:

- ✓ dcm4che
- ✓ Javamail
- ✓ Dsj

Dcm4che

Es una implementación de DICOM para Java, las aplicaciones son basadas en archivo de imagen J2EE¹¹.

¹¹ Java Platform Enterprise Edition

Javamail

Javamail es un API (Interfaz de Programación de Aplicaciones) de Java muy útil. Entre los requisitos para trabajar con Javamail necesitaremos disponer de dos APIs, ambas distribuidas por SUN, como son:

1.- Javamail: Es el API de Java dedicado al correo electrónico.

2.- Java activation framework (JAF): Este API es una forma de acceder a fuentes de datos estándar. Javamail lo necesita para manipular correctamente los correos electrónicos.

Como cualquier otro programa que se escriba con Java, tendrá que hacer accesibles estas librerías para la aplicación, por medio de alguna herramienta para construir aplicaciones.

DSJ

El dsj es una envoltura de JNI (Interfaz Nativa de Java) basada DirectShow que permite a los apps de Java en Windows abrirse.

El dsj consiste en un DLL nativo y un archivo pequeño de Java, aproximado 700kb del código binario. Dentro del dsj tenemos una clase base: **DSFiltergraph**, se lo utiliza con un

par de subclases, que maneja toda la funcionalidad y ofrece facilidad de las funciones típicas de los medios de aplicación.



Figura 3.4 Componentes del dsj

Hay siete clases principales heredadas por DSFiltergraph y representan las principales áreas de funcionalidad disponibles:

- ✓ **DSMovie:** se usa para exportar la película en código.
- ✓ **DSCapture:** proporciona el acceso al video de DirectShow y los dispositivos de la captura de audio.
- ✓ **DSDVCam:** es la envoltura de funcionalidad de DirectShow.

- ✓ **DSDVD**: ofrece la reproducción de DVD para la funcionalidad de las aplicaciones de Java cuando un apropiado DirectShow decodifica los filtros instalados.
- ✓ **DSGraph**: brinda la funcionalidad de abrir archivos de editor gráfico¹².
- ✓ **DSStreamBufferGraph**: esta clase trabaja con DV o MPEG que captura de los dispositivos como la televisión digital. Se introdujo en Windows XP SP1, esta clase no está disponible en las versiones de Windows más viejas.
- ✓ **DSBDAGraph**: permite al dsj trabajar con dispositivos de la televisión digital.

¹² GraphEdit XML files (Archivos de editor gráfico)

3.3.3. Herramientas de desarrollo

La herramienta que se utilizó para programar en Java fue la plataforma Netbeans 5.0, el cual es un IDE (Ambiente de Desarrollo integrado) y una herramienta de desarrollo para escribir programas en Java.

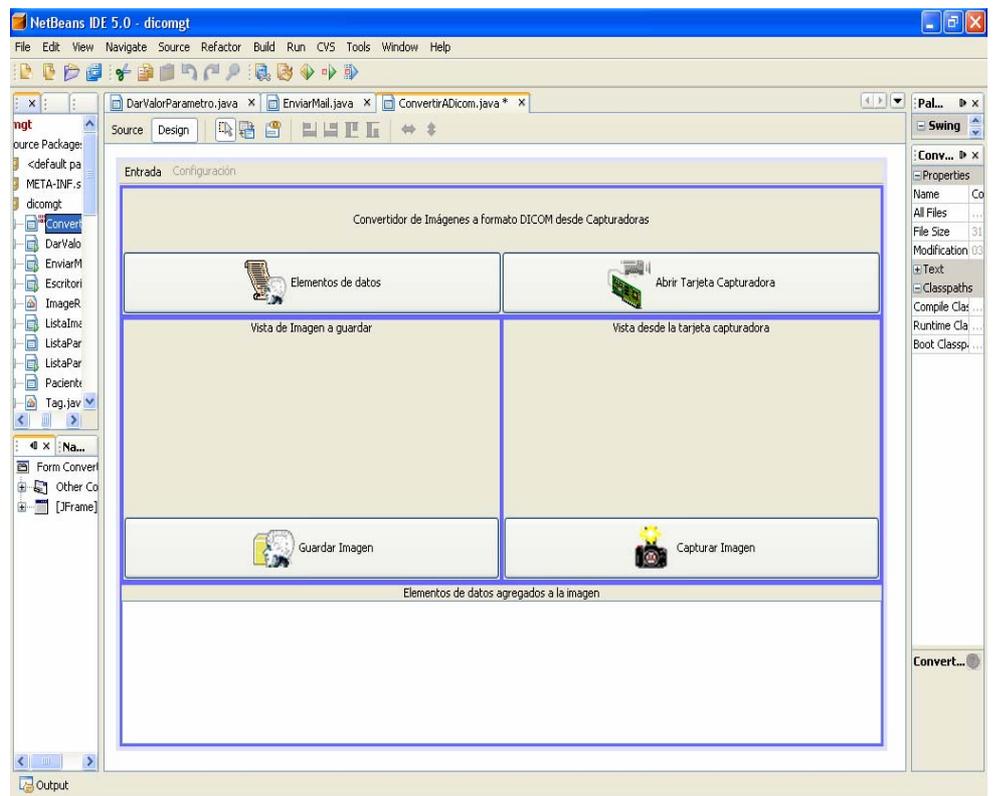


Figura 3.5 Ventana de NetBeans IDE 5.0

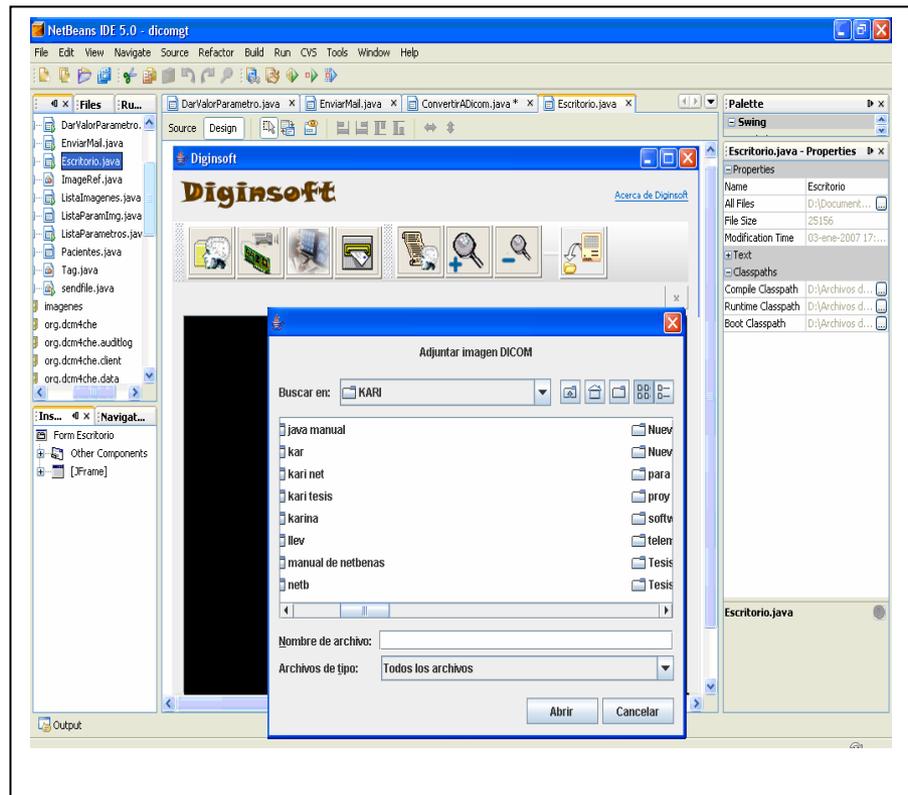


Figura 3.6 Ventana de entrada del software Digisoft

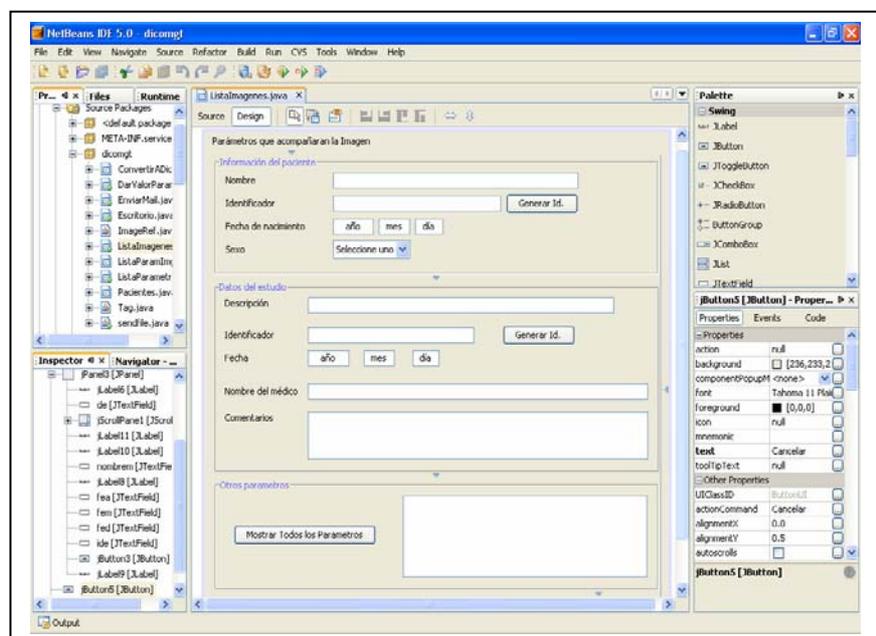


Figura 3.7 Ventana de los parámetros que acompañan a la Imagen desarrollada en NetBeans IDE 5.0

CAPÍTULO 4

4. Diseño e Implementación del Software Basado en el Estándar DICOM

4.1. Diseño

En esta sección se detalla como se diseño el software y el interfaz de usuario.

4.1.1 Diseño de la base de datos.

En este caso en particular no se utiliza una base de datos externa al sistema pues la información que acompaña a la imagen se almacena internamente en el archivo que guarda la imagen DICOM, pues el estándar lo definió de esta manera.

Sin embargo, el sistema almacena una referencia a los archivos, mediante el uso de objetos persistentes¹³ es decir que la instancia de una clase que mantiene esta lista en un archivo.

¹³ Los objetos **persistentes** (también llamados **dinámicos**) son creados y destruidos por llamadas a funciones específicas.

4.1.2. Diseño de la interfaz de usuario.

Para iniciar, tenemos la pantalla principal del software, la cual presenta ocho íconos como son abrir imagen, capturar imagen, pacientes, enviar mail, parámetros de la imagen, zoom imagen, zoom disminuido, transferencia, como se puede observar en la figura 4.1.

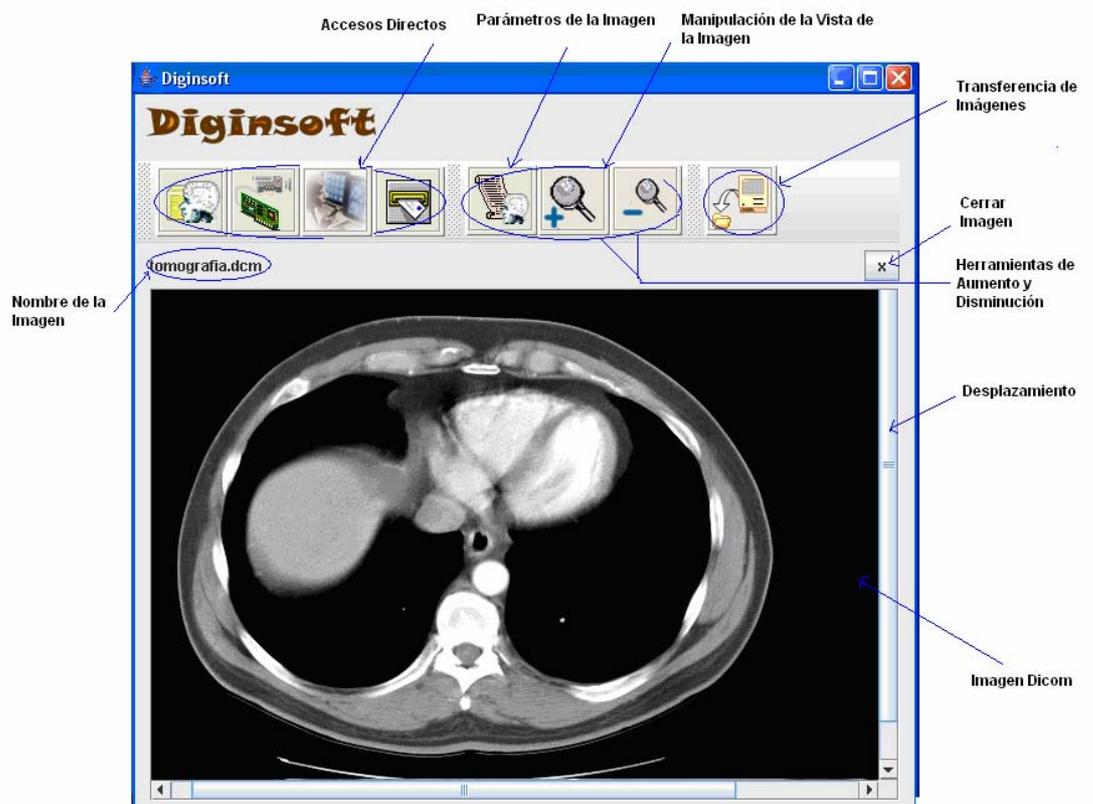


Figura 4.1 Estructura de la interfaz de Diginsoft

Como se puede observar en la figura anterior, la interfaz incluye:

- ✓ Barras de desplazamientos.
- ✓ Herramienta de aumento y disminución que tienen como símbolo lupas de aumento y de disminución.
- ✓ Los accesos directos (íconos) los cuales están de acuerdo a lo que necesita el usuario.



Figura 4.2 Íconos para ingreso a las diferentes funciones

Se utilizó un diseño con múltiples ventanas, donde cada una encierra solo una función bien definida y consistente, además que se reúne poca información en pantalla.

El lenguaje usado para la interfaz es general y simple; no se utilizan palabras técnicas a excepción de la ventana de ingreso de parámetros para una nueva imagen DICOM, debido que estos parámetros están definidos en el estándar DICOM.

El sistema provee adecuada retroalimentación de las operaciones que realiza con mensajes en ventanas emergentes, como se puede observar en las figuras 4.3 y 4.4.



Figura 4.3 Vista de una ventana emergente cuando ocurre un error al abrir una imagen que no es DICOM

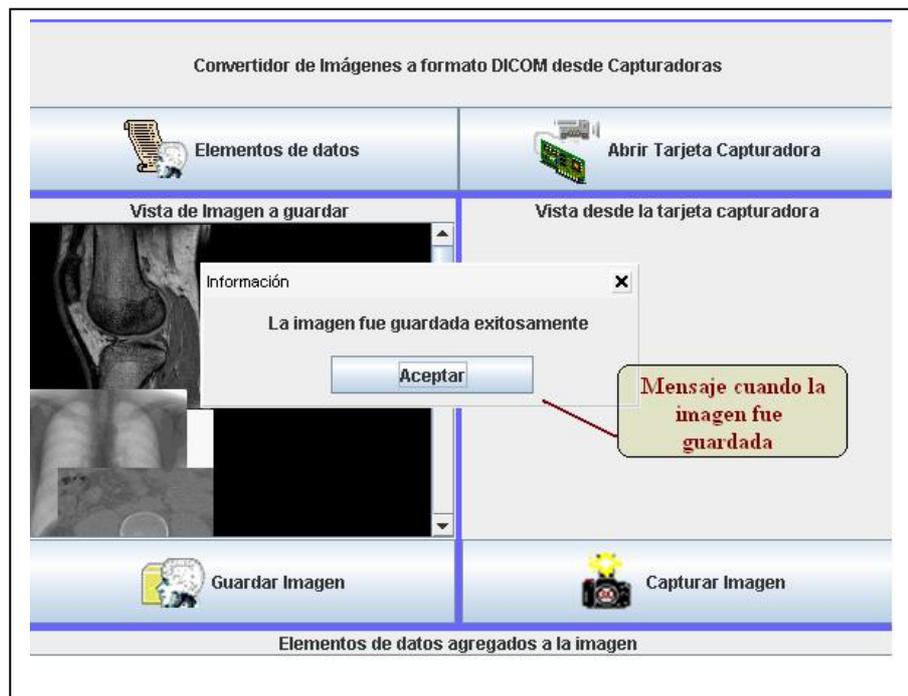


Figura 4.4 Ventana para guardar una imagen en formato DICOM

Descripción de iconos del software

Abrir



Al hacer clic en el ícono se puede adjuntar una imagen DICOM. Como se muestra en (Figura 4.5).

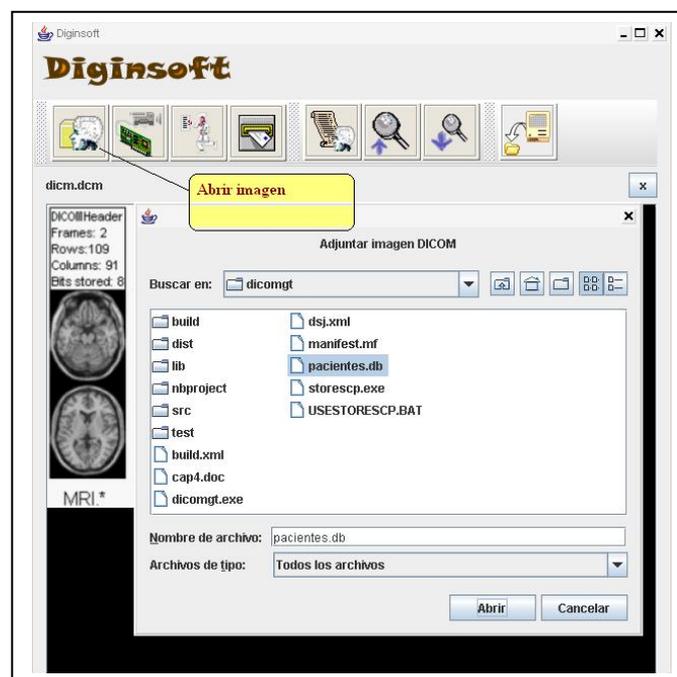


Figura 4.5 Adjuntar imagen

Tarjeta capturadora



Al hacer clic en el segundo ícono , Abrir **tarjeta capturadora**, la cual a través de WINTV –CAPTURE, permite

observar videos y capturarlos a un archivo dependiendo que escoja el usuario, el cual puede ser 0,1,2 el tipo de pin (entrada)

Después de elegir el pin (se puede observar en la figura 4.6) se hace clic en abrir, luego en la parte superior, en la barra de herramientas se escoge la configuración.

TV Card WDM Video Capture, Set TV Channel y el canal como se muestra en la figura 4.7.



Figura 4.6 Elección del pin para abrir la tarjeta

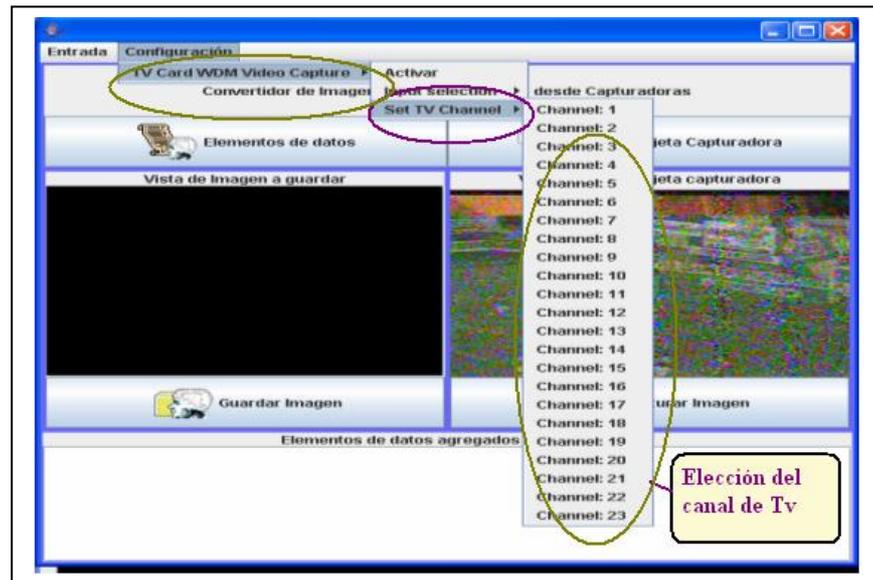


Figura 4.7 Elección del Canal de TV

Luego se hace clic en ***capturar imagen*** y se procede a guardar la imagen capturada y convertirla en formato DICOM, como se muestra en la figura 4.8

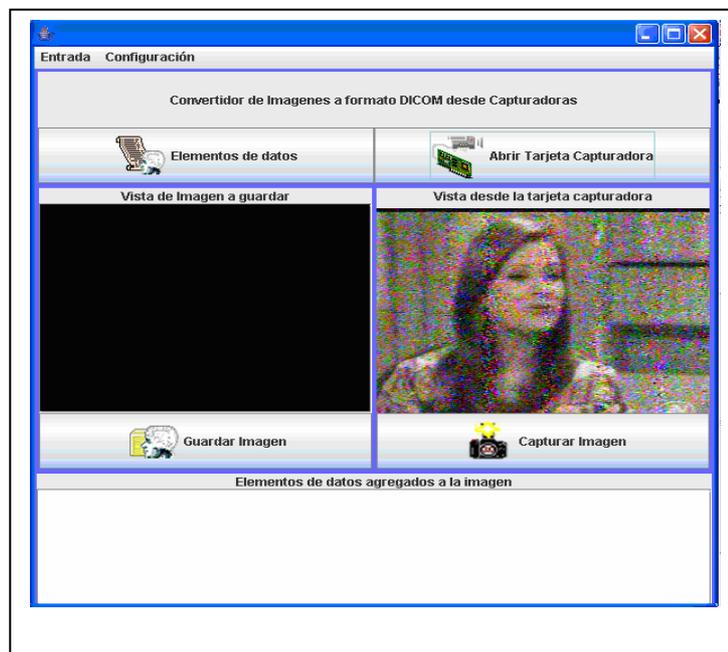


Figura 4.8 Captura de imagen desde la tarjeta

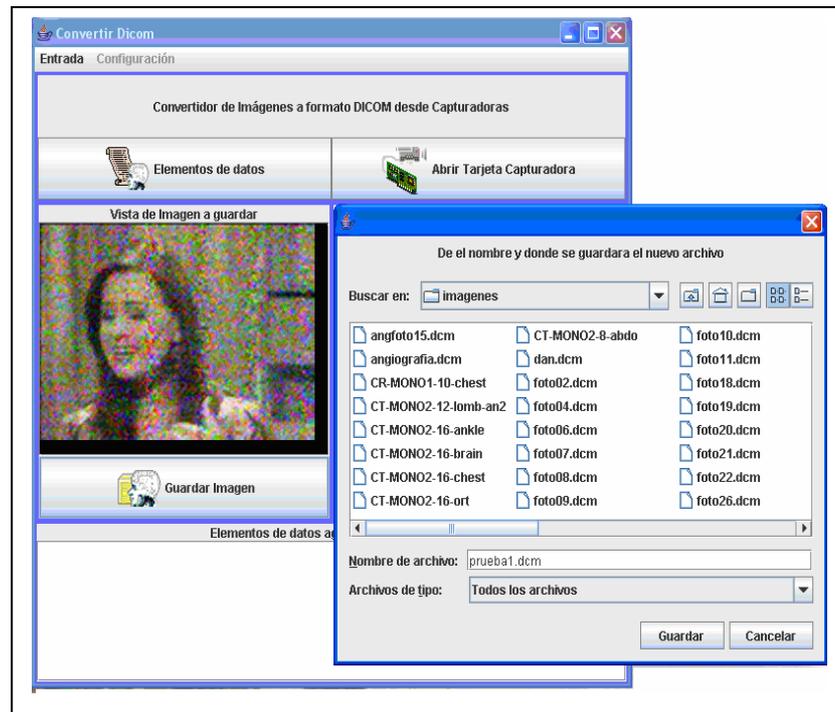


Figura 4.9 Almacenamiento de la imagen

Se le puede agregar datos a la imagen por medio de elementos de datos.

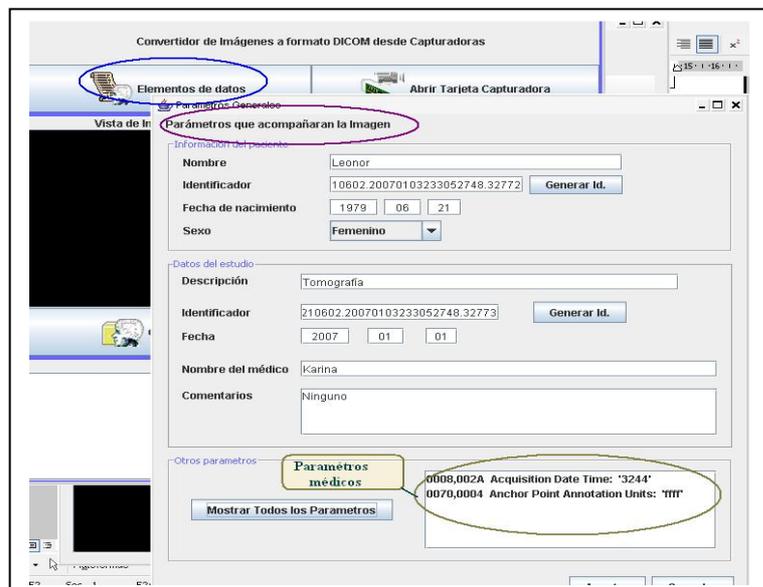


Figura 4.10 Parámetros que acompañan a la imagen

Imágenes Recientes



Al hacer clic en el icono de imágenes recientes, se puede observar la imagen guardada al hacer clic en ver. Esto se puede observar en la página principal.

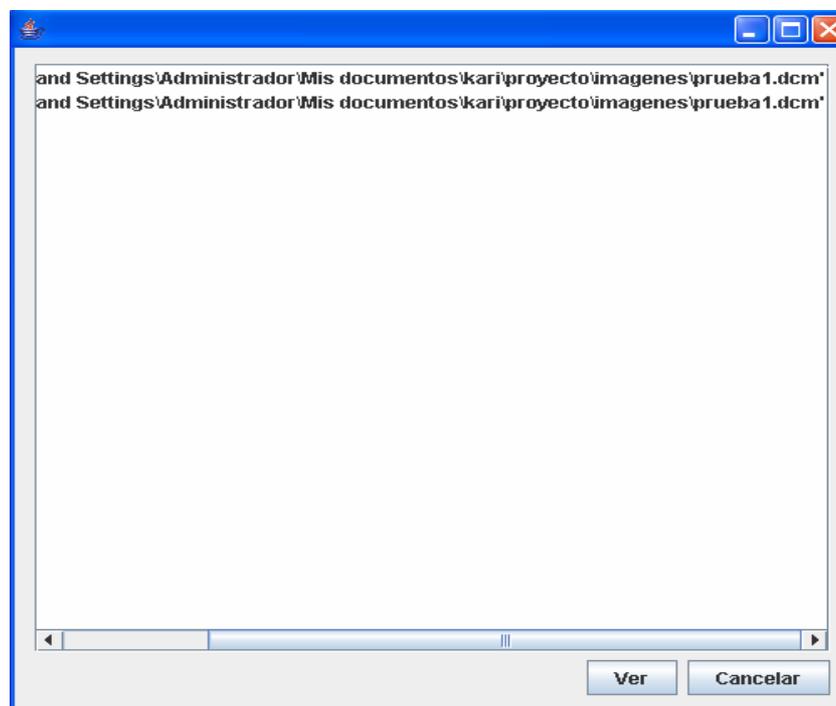


Figura 4.11 Ventana de información de las imágenes

Enviar Correo Electrónico



Al hacer clic en el icono  (Enviar Correo Electrónico) se procede a enviar la imagen que se desea, junto con un diagnóstico. (Figura 4.12).

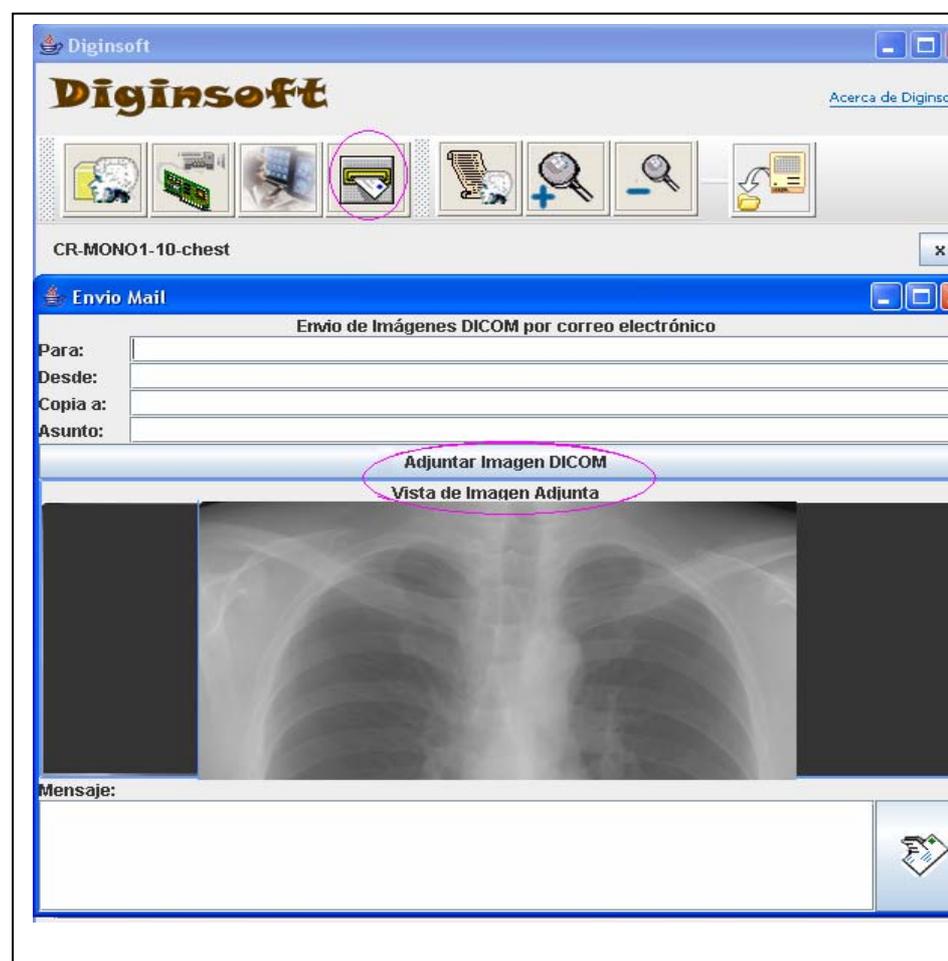


Figura 4.12 Ventana de envío de la imagen, vía correo electrónico

Ampliación de imagen



Al hacer clic en el icono  Este operador permite obtener vistas ampliadas de la imagen.

La operación puede repetirse hasta tres veces sobre la misma imagen.

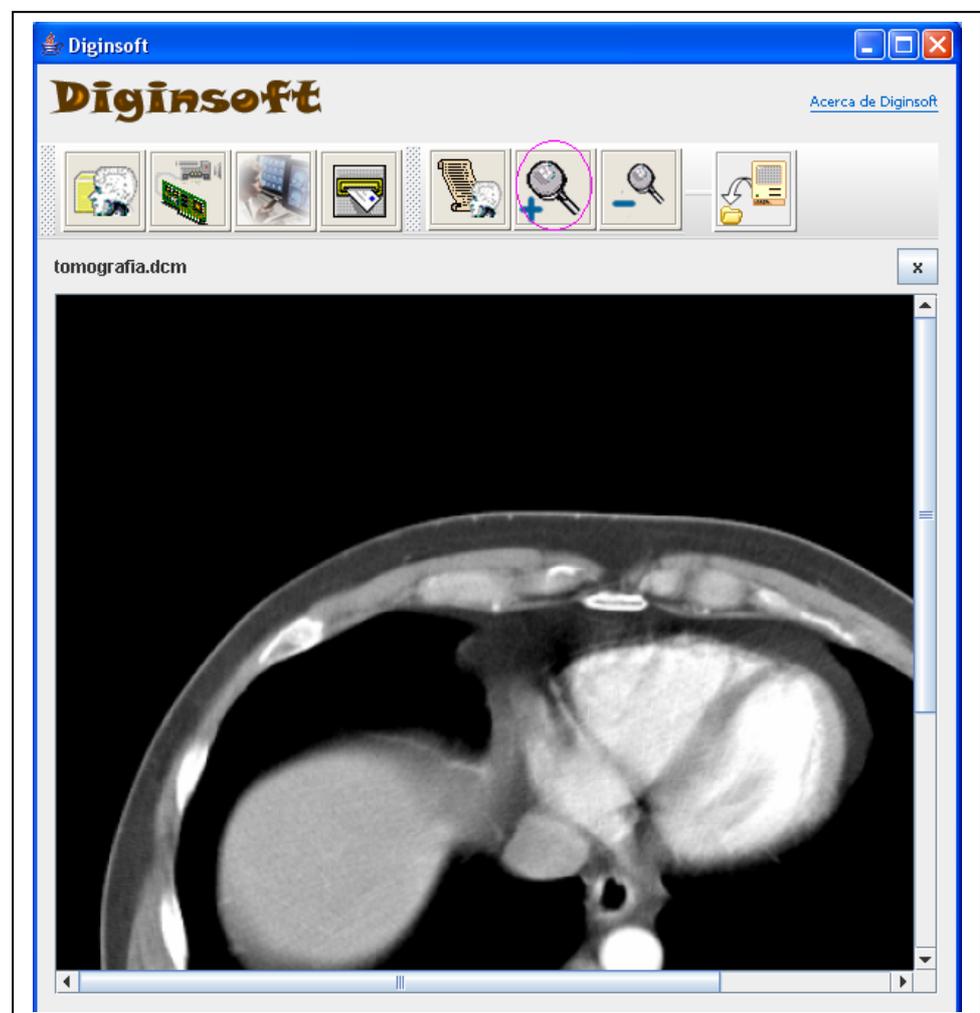


Figura 4.13 Vista de una imagen



Disminución: De forma similar al icono anterior permite divisarla para disminuir el tamaño de la imagen hasta 3 veces.

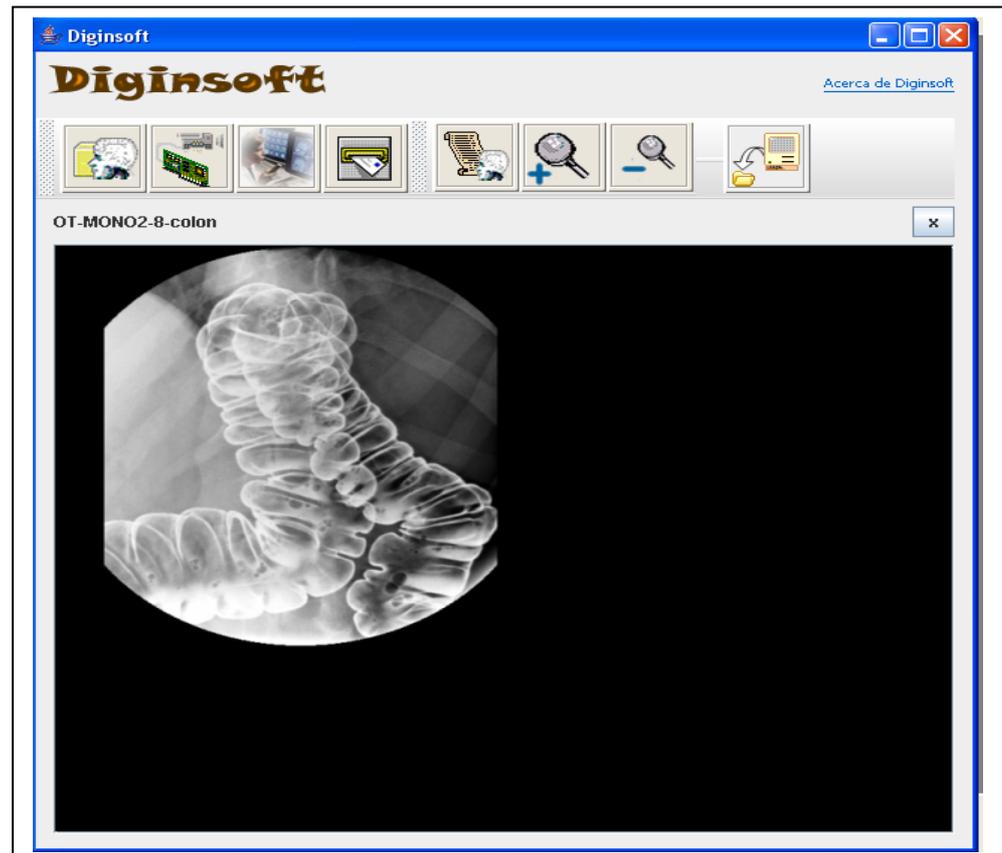


Figura 4.14 Vista de la imagen disminuida

Transferencia de Imágenes:



Al realizar clic en este icono Permite que se transmita las imágenes desde cualquier equipo médico, a una carpeta específica.

4.2 Implementación

Para la implementación del sistema se utilizaron varios componentes del software estos componentes son:

Dcm4che.- permite leer y guardar imágenes en formato **DICOM** sin comprimir.

Dsj.- Librerías que permiten el uso de la tarjeta capturadora de video.

JavaMail.- permite enviar correos electrónicos de una aplicación Java.

Para el desarrollo del sistema se utilizó el diseño “sistema centrado en la interfaz de usuario”, es decir, se encarga de hacer las llamadas a los componentes de software e implementa la funcionalidad del sistema.

4.2.1 Lenguaje de programación

Dado que el sistema tiene como finalidad ser usado en programadas de ayuda y desarrollo social se utilizó un lenguaje de programación que no necesita la compra de una licencia por su uso. Gracias a las características que ofrece JAVA fue seleccionado para la implementación del sistema.

Entre las que podemos mencionar:

- Reduce un 50% los errores más comunes de programación tales como: aritmética de punteros, administración memoria (free), definición de tipos.
- Trabaja sus datos como objetos y a través de interfaces.
- Soporta la encapsulación, herencia y polimorfismo.
- Realiza verificaciones en busca de problemas tanto en tiempo de compilación como en tiempo de ejecución.
- Además, para asegurar el funcionamiento de la aplicación, realiza una verificación de los byte -codes, que son el resultado de la compilación de un programa Java. Es un código de máquina virtual que es interpretado por el interpretador de Java. No es el código máquina directamente entendible por el hardware, pero ya ha pasado todas las fases del compilador: análisis de instrucciones, orden de operadores, tiene generada la pila de ejecución de órdenes de forma previa.

Componente: DSJ

Nombre: getActiveVideoDevice()

Función: devuelve la referencia de la entrada de video desde la tarjeta capturadora, es decir permite tomar el video de entrada y pasarlo a un control grafico de JAVA para poder visualizar la entrada de video y por así decidir que imagen se desea capturar.

Parámetros: ninguno

Componente: DSJ

Nombre: getImage()

Función: permite capturar una imagen desde el dispositivo capturador. Esta función es llamada cada vez que el usuario presiona el botón “capturar imagen”.

Parámetros: ninguno

Componente: ImageIO

Nombre: scanForPlugins()

Función: Permite especificarle al paquete grafico de JAVA que busque componentes de visualización en la carpeta “lib”, en este caso el componente que es encontrado es dcm4che

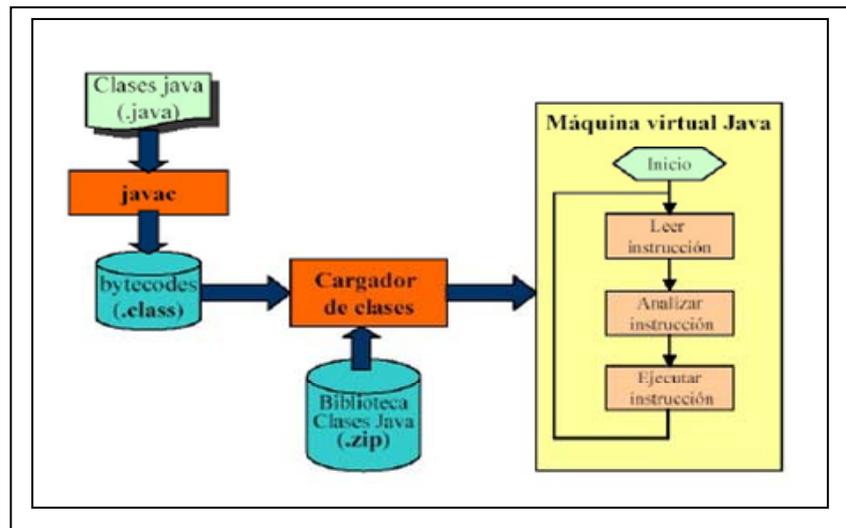


Figura 4.15 Compilación y ejecución

4.2.2 Procedimientos

Aquí solo describiremos los procedimientos más importantes utilizados de los componentes adicionales.

Componente: DSJ

Nombre: showCaptureGraphConfiguration()

Función: muestra un cuadro de dialogo que permite escoger y configurar el dispositivo capturador.

Parámetros: ninguno

quien permite leer y grabar las imágenes en formato DICOM sin comprimir.

Parámetros: ninguno

Componente: ImageIO

Nombre: write(metadata, imagen, parámetros)

Función: Esta función permite grabar en un archivo en formato DICOM junto con los TAGs que se le hayan agregado.

Parámetros:

Metadata.- contiene los TAGs que acompañan a la imagen.

Imagen.- es un objeto que tiene la imagen a ser grabada en un formato general.

Parámetros.- indicadores de cómo debe ser grabado según el estándar DICOM.

Componente: ImageIO

Nombre: read (entrada)

Función: Permite leer una imagen en formato DICOM desde un archivo.

Parámetros:

Archivo.- es la referencia al archivo que tiene la imagen en formato DICOM.

Componente: JavaMail

Nombre: setRecipients(parámetros, address);

Función: especifica la dirección de correo ha la cual será enviado el mail

Parámetros: permite dar configuraciones especiales, no es usado.

Address: la dirección de correo.

Componente: JavaMail

Nombre: setText(msgText1);

Función: Permite agregar texto que ira en el mensaje.

Parámetros:

msgText1.- es el texto que se decir enviar acompañando a la imagen DICOM.

Componente: JavaMail

Nombre: setFileName(ruta)

Función: permite especificar donde se encuentra el archivo DICOM que se desea enviar en el correo.

Parámetros:

Ruta.- la ruta del archivo DICOM

Componente: JavaMail

Nombre: send(msg)

Función: envía el correo una vez que se le ha dado la dirección destino, la ruta del archivo y el texto del mismo.

Parámetros:

Msg.- el mensaje completo

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De este proyecto se puede concluir que se logró cumplir con el objetivo principal de convertir imágenes médicas a un formato DICOM.

En el desarrollo de este proyecto se han adquirido conocimientos básicos del estándar DICOM, con la finalidad de capturar, almacenar y enviar imágenes.

La Telemedicina, en sus diferentes grados de desarrollo, brinda muchos beneficios en los campos de atención de salud. De esta forma este proyecto, da la posibilidad de aplicar nuevos procedimientos de diagnóstico de enfermedades de personas residentes en núcleos rurales o lugares remotos.

Java ha avanzado mucho haciendo más fácil la programación; gracias a su Máquina Virtual. Todas las aplicaciones desarrolladas en este lenguaje, pueden funcionar bajo cualquier plataforma o sistema operativo; disminuyendo el grado de dificultad en el diseño e implementación del software de administración de imágenes médicas.

Con DIGINSOFT, se aportó al programa de Telemedicina de la ESPOL un elemento didáctico y de marcada relevancia, que pone de manifiesto lo aprendido en el Tópico de Electrónica Médica.

Finalmente, a manera de recomendación para promociones venideras en este campo, utilizar la tecnología ya existente como base para futuros proyectos.

Este trabajo puede ser tomado como referencia para desarrollar nuevo software que permita obtener imágenes múltiples y crear una base de datos general que permitiría dar seguimiento de pacientes a largo plazo.

Una de las metas es que el software desarrollado en este trabajo, sea mejorado e implementado en Telemedicina para de esta manera ayudar a las comunidades en zonas rurales.

APÉNDICE A

APÉNDICE A

TARJETA CAPTURADORA: WINTV.-INSTALACIÓN

Las tarjetas WinTV son equipos Plug and Play, diseñados para Windows 95.

Plug and Play simplifica la instalación y configuración del hardware mediante parámetros asignados para Windows 95.

La tarjeta de televisión es la WinTV video, en la que encontramos las funciones de:

- ✓ Captura de video
- ✓ Recepción de televisión
- ✓ Recepción de radio

Diagrama de la Tarjeta

El siguiente diagrama muestra los conectores y las funciones principales de la tarjeta WinTV.

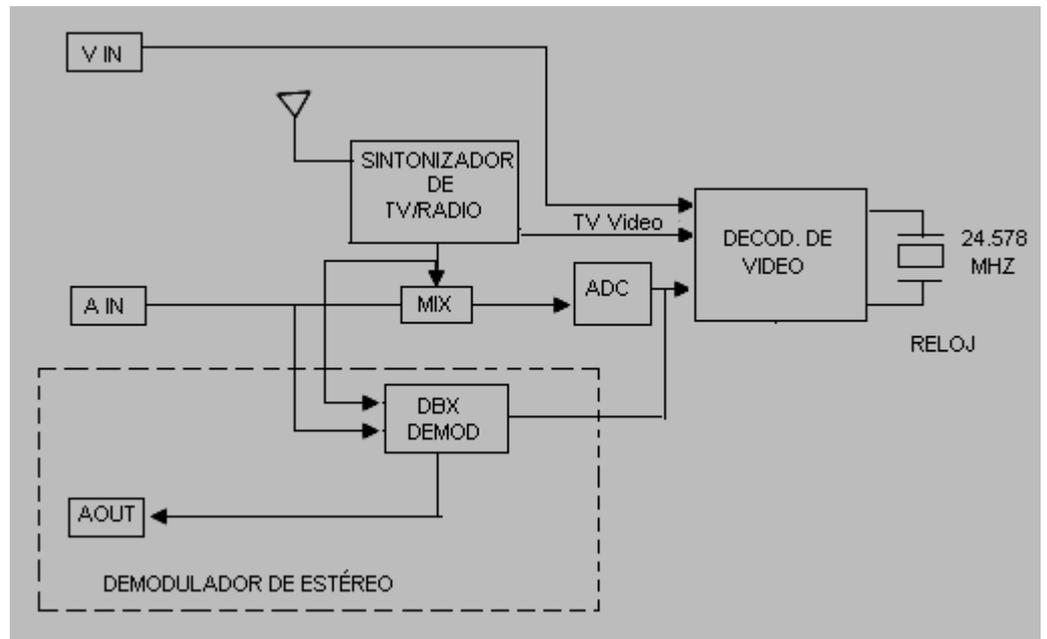


Figura 1 Diagrama de bloques de la tarjeta

Conexiones de la tarjeta

FM: Conexión para antena de radio FM (opcional)

TV: Antena de TV o conexión para cable TV

Line out: Salida de audio (se conecta a la tarjeta de sonido)

Audio Line In: Entrada de audio, canal izquierdo y derecho

Video In: Entrada de video

El diagrama de bloques esta conformado por 2 etapas:

- ✓ Recepción de audio y;
- ✓ Decodificación de video del conector de entrada.

La señal de televisión es recibida por una antena y luego pasa al sintonizador, donde es demodulada de acuerdo al canal sintonizado y donde se separan las señales de audio y video.

La señal de video se envía al decodificador de video, mientras que la de audio de televisión es mezclada con la señal externa de audio, para pasar de aquí a un convertidor analógico digital, de donde finalmente llega al decodificador de video.

Se encuentra también un decodificador de estéreo cuya salida puede ser enviada a la tarjeta de sonido.

Función de la tarjeta WINTV la entrada de video a Window

Para mostrar el video en el monitor de la PC la tarjeta WinTV usa la técnica llamada PC1 Push. Con esta técnica el video es digitalizado por la tarjeta WinTV y entonces es enviado mediante un bus PC1 (slot de la tarjeta madre) dentro de la memoria de la tarjeta de video del monitor. Desde aquí el proceso sigue los siguientes pasos:

- ✓ El sintonizador de TV es controlado por software para sintonizar a un canal de TV específico. Esto tomando

una señal modulada de televisión y llevándola al demodulador de señales de audio y video.

- ✓ El video demodulado desde el sintonizador de TV va aun BT848 Digitalizador de video, donde es convertido a una señal digital. Hay una gran calidad de imagen como resultado del uso de 24 bits de RGB por píxel de video.
- ✓ La señal demodulada de audio va a la tarjeta controlada por un conmutador. Así WinTV puede recibir audio desde la señal sintonizada de TV o de los conectores de la entrada de audio.
- ✓ El BT848 Digitalizador de Video es también un aparato de bus PC!. Después de que 10s píxeles de video son digitalizados, este los coloca vía PC1 dentro de la memoria de la tarjeta de video. Esto hace que el procesador del PC no haga abajo alguno, de esta forma el video mostrado en una ventana en la pantalla VGA sin las lentitudes del PC.

Con WinTV-Capture, se puede seleccionar el número de cuadros por segundo que van a ser capturados y el tamaño de las imágenes. La cantidad de videos y el tiempo de duración de los mismos solo dependen de la capacidad de almacenamiento de la computadora. El máximo tamaño de la imagen y numero de cuadros capturados dependen de la rapidez de la computadora.

Captura de video

El video deseado el cual es digitalizado por la tarjeta WinTV, puede ser "capturado" como una secuencia de video, usando el programa de captura de la tarjeta. Este programa es provisto en el CD-ROM de instalación y usa Microsoft's Video para Windows el cual esta presente en Windows 95 Win TV- Capture crea un archivo tipo AVI en su disco duro. Este archivo contiene el video digitalizado y, opcionalmente audio.

WinTV da gran calidad de captura de video almacenando el video digitalizado descomprimido en un archivo AVI.

Este, comparado con cada método de compresión como JPEG y MPEG, donde se pierde calidad de video es aceptado en el orden de reducir la cantidad de información guardada. El video capturado y descomprimido crea gran calidad digital de video, pero requiere un óptimo sistema para evitar pérdidas.

Para crear la mejor calidad de video digital, realice los siguientes pasos:

- ✓ Capture video descomprimido con el formato BTYUV en un archivo AVI.
- ✓ Adicione efectos especiales, corte, pegue usando uno de los programas de edición sobre video digital, tales como Asymetrix DigitalVideo Producer, Adobe Premiere.

APÉNDICE B

APÉNDICE B

ESTÁNDAR DICOM

Este documento es una parte del estándar DICOM, que consiste en las siguientes partes:

B1. Estructura del documento.

DICOM la versión 3.0 consiste en el siguiente nueve partes:

PS.1: Introducción y descripción

PS.2: Conformidad

PS.3: Definiciones de objeto de información

PS.4: Datos específicos de clase de Servicio

PS.5: Estructura de datos y Codificación

PS.6: Diccionario de datos

PS.7: Intercambio de mensajes

PS.8: Soporte de comunicación en red para el intercambio de mensajes

PS.9: Soporte de comunicación punto por punto para el intercambio de mensajes

Estas partes del estándar están relacionadas, pero son documentos independientes.

Una corta descripción de las Partes 2 a 9 se proporciona en esta sección.

B.1. PS.1 Introducción y Descripción

Es el documento que provee una descripción del estándar.

En 1992 en la reunión anual de la Sociedad de Radiología de América del Norte (RSNA), en la parte 1(Introducción y Descripción) y en la 8 (Soporte de Comunicaciones de Red e intercambio de Mensaje) del DICOM de ACR-NEMA (Imagen médica y Comunicaciones en la Medicina) el Estándar se había votado y aprobado. Las partes restantes 2 a 7 y 9 se hicieron disponibles para comentarios. En infoRAD, se realizó una demostración de la Versión de DICOM 3.0, la parte 8 usando mensajes de la versión previa 2.0 de ACR-NEMA. Mientras estas no eran implementaciones que incluían todas las estructuras de datos de DICOM, mostraron que el apoyo de red era operacional y podría cumplirse exitosamente.

B.2. PS 2: Conformidad

PS.2 del Estándar DICOM define principios que las implementaciones deben seguir:

Exigencias de conformidad. PS.2 especifica las exigencias generales que deben ser encontradas por cualquier realización. Hace referencia a secciones de conformidad de otras partes del estándar.

Declaración de conformidad. PS.2 define la estructura de un estado de conformidad. Especifica la información que debe estar presente en una declaración de conformidad. Hace referencia a las secciones del estado de conformidad de otras partes del estándar.

PS.2 no especifica procedimientos de pruebas y validación para evaluar la conformidad de una implementación del estándar. La figura 2 representa el proceso de construcción para una declaración de conformidad. Una declaración de conformidad consiste en tres partes principales: el conjunto de los objetos de información que son reconocidos por esta implementación el conjunto de las clases de servicio que es reconocido en esta

implementación, el conjunto de los protocolos de comunicaciones que esta implementación soporta.

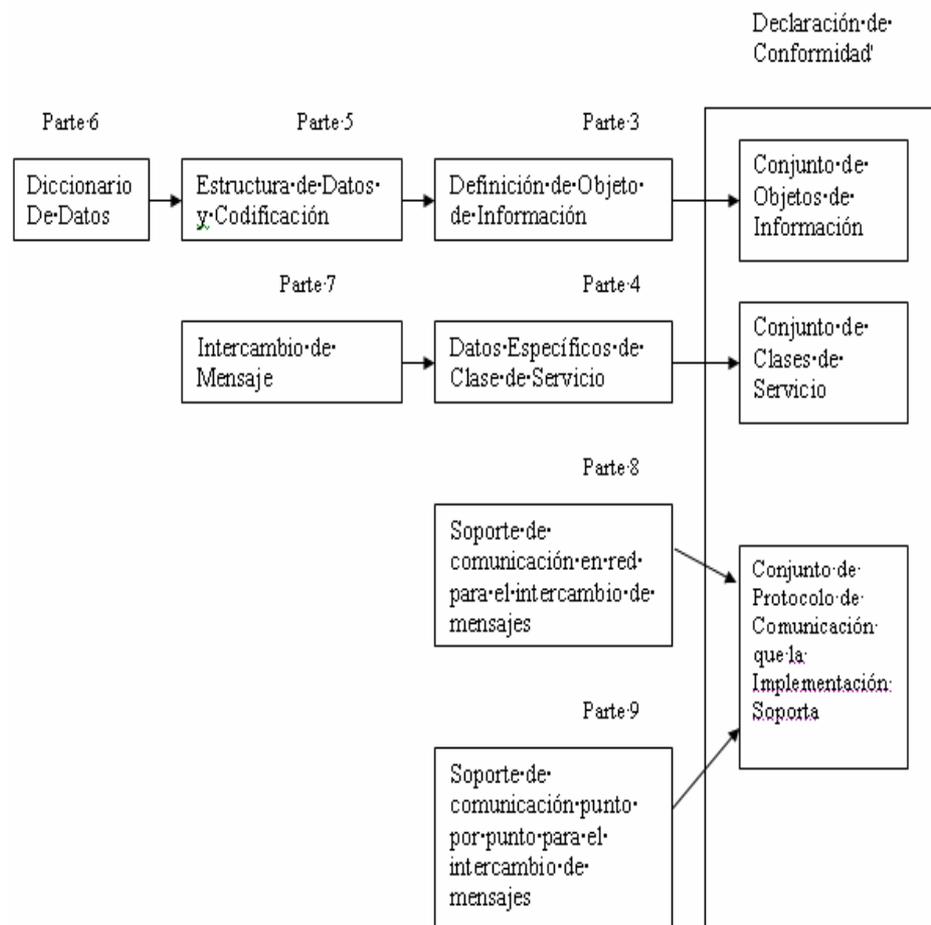


Figura 2 Proceso de construcción

B.3. PS.3: Definiciones de objetos de la información (IOD's)

PS.3 del estándar DICOM especifica unas clases de objeto de información que proporcionan una definición abstracta de entidades del mundo real, aplicables a la comunicación de

imágenes digitales médicas. Cada IOD consiste en la descripción de su objetivo y los atributos que lo definen. Un IOD no incluye los valores para los atributos que comprenden su definición.

Para facilitar el crecimiento futuro del estándar y mantener la compatibilidad con las versiones anteriores del estándar, dos tipos de IOD's están definidos: normalizado y compuesto.

Los IOD's normalizados incluyen sólo aquellos atributos inherentes a la entidad de mundo real representada. Por ejemplo, la clase de objeto de información de estudio, que está definida como normalizado, contiene los atributos de los estudios de fecha y tiempo porque son inherentes al estudio actual. El nombre del paciente, sin embargo, no es un atributo de la clase de objeto de información de estudio porque éste, es inherente al paciente sobre el que el estudio ha sido realizado y no sobre el estudio en sí mismo.

Las clases de objeto de información compuestas pueden además incluir los atributos que tienen relación, pero que no son inherentes a la entidad del mundo real. Por ejemplo, la

clase de objeto de información de imagen de tomográfica calculada, que está definida como compuesta, contiene los atributos que son inherentes a la imagen por ejemplo la fecha de imagen y los atributos que están relacionados, pero que no son inherentes a la imagen por ejemplo el nombre del paciente. También proporcionan un marco estructurado para expresar las exigencias de comunicación de las imágenes que han sido definidos en las versiones anteriores del estándar.

Para simplificar las definiciones de clase de objeto de información, los atributos de cada uno están divididos en atributos similares, agrupados. Estas agrupaciones de atributos son especificadas como módulos independientes y pueden ser reutilizadas por una o más clases.

Para representar un acontecimiento de una entidad del mundo real, se crea una instancia de objeto de información, en la cual se incluyen valores para los atributos. Los valores de atributo de esta instancia de objeto de información pueden cambiar con tiempo para reflejar con exactitud el estado que se cambia de la entidad a la que esto representa. Ésto se logra realizando operaciones básicas diferentes sobre la instancia de objeto de

información para dar un juego específico de servicios definidos como una clase de servicio. Estas clases de servicio son definidas en PS.4 del Estándar.

PS.3 también está relacionado con otras partes del estándar DICOM:

PS.5, Estructura de datos y semántica, define la estructura del conjunto de datos y la codificación para convertir DICOM Atributos de Información de Objetos.

PS.6, Diccionario de datos, define la semántica de los elementos de datos DICOM la cual transporta los atributos de objetos de información definidos en PS.3.

B.4. PS.4: Especificaciones de las clases de servicio.

PS.4 del estándar DICOM define un número de clases de servicio. Una clase de servicio asocia uno o más objetos de información con una o más órdenes para ser realizadas sobre estos objetos.

PS.4 del estándar DICOM define las características compartidas por todas las clases de servicio, y como una declaración de conformidad a una clase de servicio individual está estructurada. Contiene unos anexos normativos que describen clases de servicio individuales detalladamente.

Los ejemplos de Clases de Servicio incluyen lo siguiente:

- *Clase de servicio de almacenamiento.*
- *Clase de servicio de pregunta.*
- *Clase de servicio de recuperación.*
- *Clase de servicio de gestión de estudio.*

PS.4 define las operaciones realizadas sobre los objetos de información definidos en PS.3. PS.7 define las órdenes y protocolos para usar los comandos para lograr las operaciones descritas en PS.4.

B.5. PS.5: Estructura de datos y semántica

PS.5 del estándar DICOM especifica como las entidades de aplicación DICOM construyen y codifican la información de conjunto de datos el siendo resultado del empleo de los objetos de información y clases de servicios definidas en las partes 3 y 4 del estándar DICOM.

PS.5 del estándar DICOM, especifica como entidades de aplicación DICOM construyen y codifican la información del conjunto de datos, siendo conjunto el resultado del empleo de los objetos de información y clases de servicios definidas en las partes 3 y 4 del estándar DICOM.

PS.5 direcciona las reglas de codificación necesarias para construir un flujo de datos para ser transportada en un mensaje como se especifica en PS.7 del estándar DICOM. Estos datos son producidos de la colección de elementos de datos que forman el conjunto de datos. Varios conjuntos de datos pueden ser referidos o doblados en un conjunto de datos compuesto.

Un conjunto de datos compuesto es usado para transferir en un paquete el contenido de objetos de información, ofreciendo una capacidad de carpeta.

PS.5 también define la semántica de un número de unas funciones genéricas que son comunes a muchos objetos de información.

B.6. PS.6: Diccionario de datos

PS.6 del estándar DICOM es el registro centralizado que define la colección de todos los elementos de datos DICOM disponibles para representar la información. Para cada elemento de datos, PS.6: asigna una etiqueta única, que consiste en grupo y el número de elemento le da un nombre específica sus características de valor (la cadena de caracteres, el número entero, etc.) define su semántica (como debe ser interpretado).

PS.6, en la conjunción con PS.5, es usado para construir conjunto de datos, y representar objetos de información como conjuntos de datos en la conjunción con PS.3 Y PS.5.

B.7. PS.7: Intercambio de mensajes.

PS.7 del estándar DICOM especifica tanto el servicio como el protocolo usado por una entidad de aplicación en un ambiente de imágenes médicas para intercambiar mensajes sobre los servicios de apoyo de comunicaciones definidos en PS.8 O PS.9. Un mensaje está compuesto por un flujo de órdenes definidos en PS.7 seguido por un flujo de datos opcional como lo definido en PS.5.

Esta parte especifica lo siguiente: reglas para establecer y finalizar las asociaciones proporcionadas por el apoyo de comunicaciones especificado en PS.8 o PS.9, y las repercusiones sobre transacciones excepcionales reglas que gobiernan el intercambio de peticiones y respuestas de órdenes.

Además, PS.7 está relacionado con otras partes del estándar: PS.3, las definiciones de objeto de información, especifican el juego de clases de objeto de información a las que las Órdenes definidas en PS 7 pueden ser aplicadas.

PS.5, la estructura de datos y la semántica, dirigen las reglas de codificación necesarias para construir un flujo de datos para ser transportada en un mensaje especificado en PS.7 del estándar DICOM.

PS.7, el intercambio de mensajes, define las órdenes y protocolos para usar las órdenes para lograr las operaciones descritas en PS.4.

B.8. PS.8: Apoyo de comunicación de red para el intercambio de mensaje.

PS.8 del estándar DICOM especifica los servicios de comunicación y los protocolos de capas superiores necesarios para soportar, en una red, la comunicación entre entidades de aplicación DICOM según lo especificado en PS.3, PS.4, PS.5, PS.6, Y PS.7. Estos servicios de comunicación y protocolos aseguran que la comunicación entre entidades de aplicación DICOM sea realizada de una manera eficiente y coordinada a través de la red.

Los servicios de comunicación especificados en PS.8 son un subconjunto apropiado de los servicios ofrecidos por el servicio de presentación OSI (LA ISO 8822) y del elemento de servicio de control de asociación OSI (ACSE) y (LA ISO 8649). Se refieren al servicio de capa superior, que permite a un par entidades de aplicación el establecimiento de asociaciones, mensajes de transferencia y el fin de las asociaciones.

Además, este mismo servicio de capa superior también puede ser proporcionado por el protocolo de capa DICOM superior usado conjuntamente con protocolos de transporte de TCP/IP. Por lo tanto, una amplia gama de ambientes de red se pueden usar. La definición de un servicio de capa superior común a OSI y a ambientes TCP/IP, permite la migración de un TCP/IP a un ambiente OSI sin chocar entidades de aplicación DICOM.

Estos protocolos de comunicación especificados por PS.8 son protocolos de comunicación de objetivos generales (OSI, TCP/IP) y no versiones específicas para el estándar DICOM. La figura muestra estos dos protocolos.

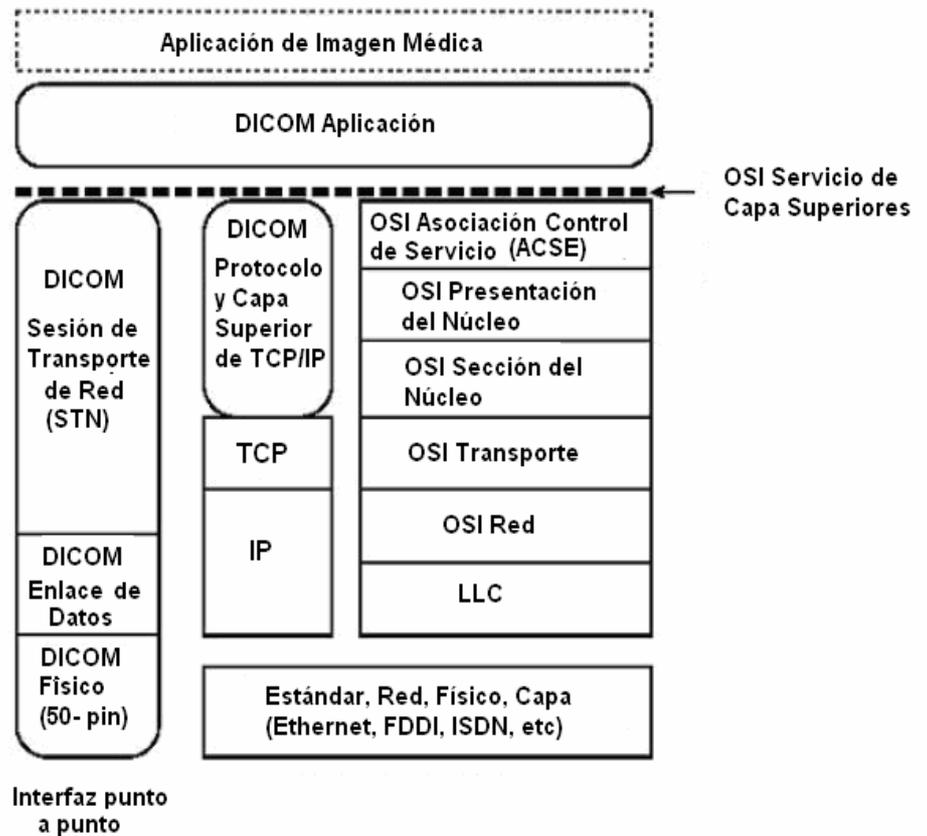


Figura 3 Capas del formato DICOM

B.9. PS.9: Soporte de comunicación para el intercambio de mensajes punto por punto.

El PS.9 del estándar DICOM especifica los servicios y los protocolos usados para las comunicaciones punto por punto de una manera compatible con ACR-NEMA 2.0. Especifica un interfaz físico y protocolos señalados. Define el OSI enlace para transmisión de datos y protocolos sesión/transporte/red y los

servicios del montón de protocolo para ser usado sobre este interfaz físico.

Los servicios de capa de sesión/transporte/red especificados y protocolos soportan la comunicación entre entidades de aplicación DICOM como lo especificado en las partes 3, 4, 5, 6, y 7. Estos servicios son un subconjunto de los servicios de capa superiores especificados en PS.8 del estándar DICOM. Esta característica del subconjunto permite la interconexión de un dispositivo con un interfaz de punto-punto a un ambiente de comunicación totalmente conectado a una red con soporte OSI Y TCP/IP. Tal interconexión requiere una unidad de interfaz de red interventor (NIU). La figura presenta como un interfaz de punto-punto y un ambiente conectado a una red coexiste.

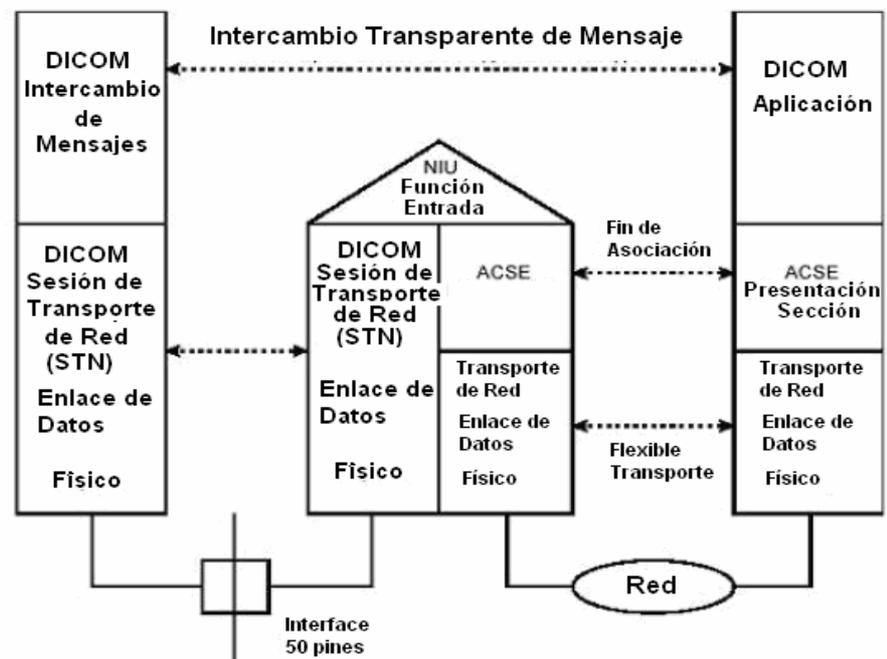


Figura 4 Interfaz punto a punto

B.10. Relaciones entre las partes del estándar

Las relaciones siguientes existen entre las partes del estándar:

PS.1: la introducción y la descripción describen la estructura total del estándar.

PS.2: la conformidad especifica las exigencias generales que deben ser encontradas por puestas en práctica reclamando la conformidad y el contenido de una Declaración de conformidad.

PS.3: las definiciones de objeto de información especifican la estructura y los atributos de los objetos que son manejados por clases de servicio (PS.4). Estos objetos incluyen imágenes, estudios, y pacientes.

PS.4: los datos específicos de clase de servicio definen las operaciones que pueden ser realizadas sobre los casos de objetos de información (PS.3) para proporcionar un servicio específico. Estos servicios incluyen el almacenaje de imagen, la recuperación, y la impresión.

PS.5: la estructura de datos y la Semántica especifican la codificación del contenido de datos de los mensajes que son cambiados para lograr las operaciones usadas por las clases de servicio (PS.4).

PS.6: el diccionario de datos define los atributos individuales de la información que representan el contenido de datos (PS.5) de los casos de objetos de información.

PS.7: el cambio de mensaje especifica las operaciones y el protocolo usado para cambiar mensajes. Estas operaciones son usadas para lograr los servicios definidos por las clases de servicio (PS.4).

PS.8: el apoyo de comunicación de red para el cambio de mensaje define los servicios y protocolos usados para cambiar mensajes (PS.7) directamente sobre REDES de TCP/IP y OSI.

PS.9: el apoyo de comunicación punto a punto para el intercambio de mensajes define los servicios y los protocolos usados para el intercambio de mensajes (PS.7) en la interfaz de 50 pines.

APÉNDICE C

APÉNDICE C

DIAGRAMA DE FLUJO DEL SOFTWARE DIGINSOFT

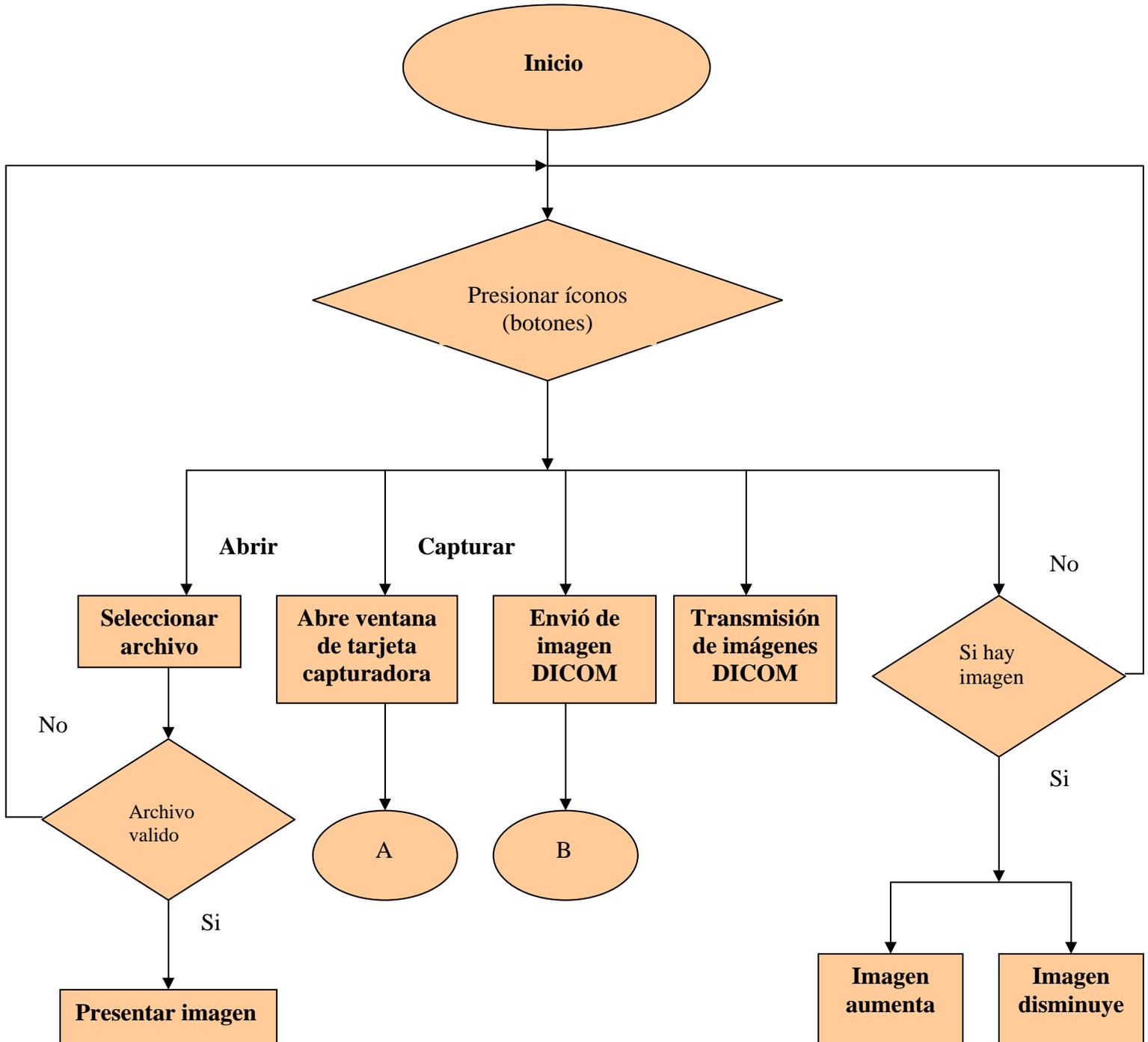
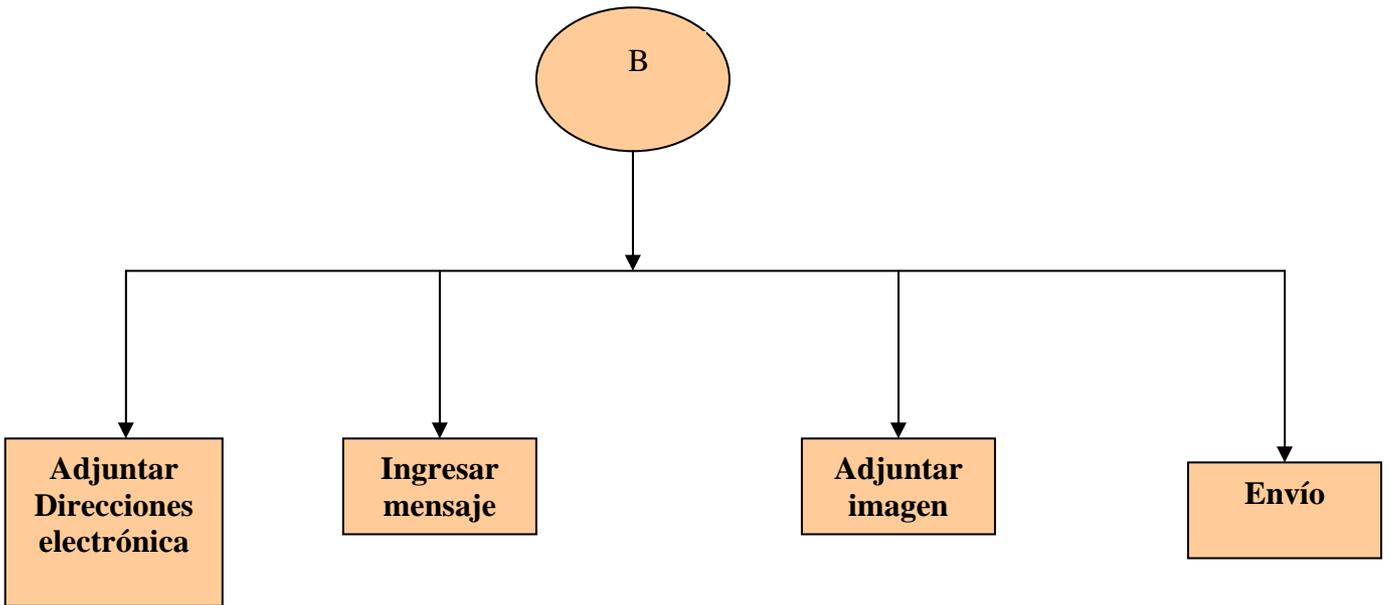
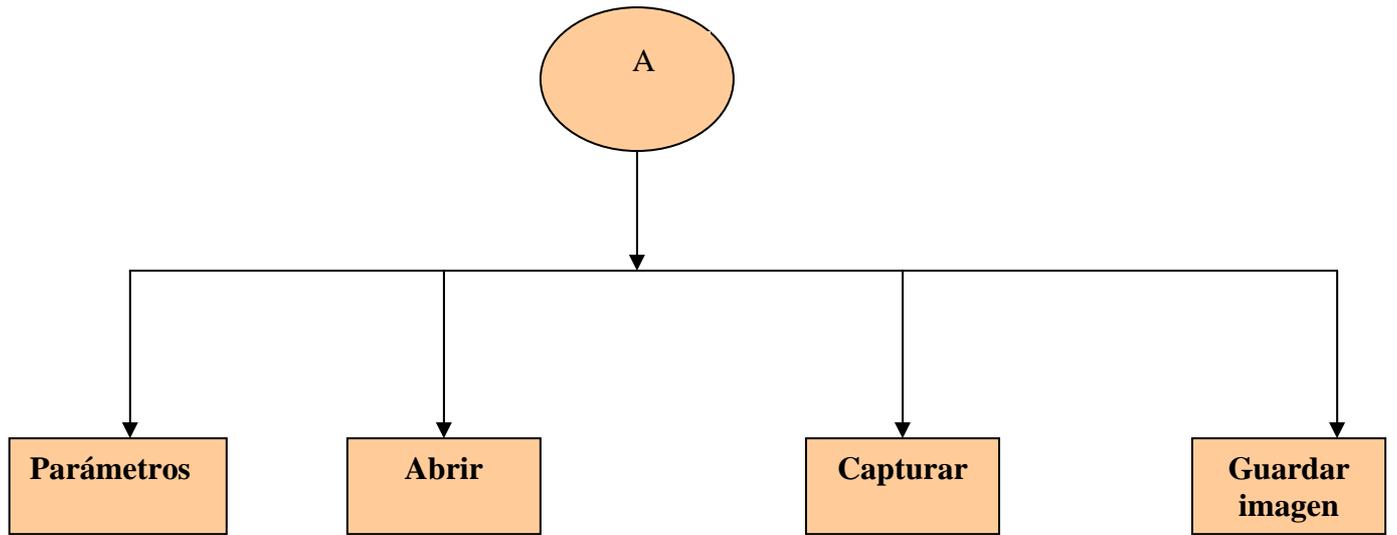


DIAGRAMA DE FLUJO DEL SOFTWARE DIGINSOFT



BIBLIOGRAFÍA

1. ONRUBIA JOSE MARIA, Desarrollo de aplicación DICOM mediante librerías JDT (Java Dicom Toolkit), 14 de julio de 2003.
2. Chavez R.; Linzán J., Interfase ecógrafo – computadora, ESPOL, 1999.
3. H. M.DEITEL, P. J. DEITEL, Como programar en Java, Editorial: Prentice Hall, 1998.
4. Descarga gratuita de Java; <http://www.java.com/es/download/index.jsp>
5. Página de Netbeans; <http://www.netbeans.org/>
6. DICOM; <http://www.telecomsalud.com/dicom.htm>
7. <http://www.aapm.org/meetings/04SS/documents/DICOMBasics.pdf>
8. NEMA;DICOM; 2004;
http://medical.nema.org/dicom/2004/04_01PU.PDF
9. Sociedad radiológica de Norteamérica; 2005;
<http://www.rsna.org/practice/dicom/intro/index.html>
- 10.Hori, S. & Prior, F. & Dean Bidgood,W. & Parisot, C. & Claeys, G;
DICOM: An introduction to the standard;
<http://www.dicomanalyser.co.uk/html/introduction.htm>
- 11.Open source clinical image and object management;
<http://www.dcm4che.org/>

12. dcm4che a DICOM Implementation in JAVA;
<http://spanish.osstrans.net/software/dcm4che.html>;
13. API documentation for the dsj DirectShow Java wrapper;
<http://www.humatic.de/htools/dsj/javadoc/index.html>,
14. Barba Mir, C.; A propósito del estándar DICOM 3.0; Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa (Zaragoza);
<http://www.hcu-lblesa.es/mane/noticia/didcom3.htm>