

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA.



División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Maestría en Ciencias de la Computación.

Informe del Proyecto de Investigación en Computación I.

Sistema PACS mínimo basado en el estándar DICOM.

Alumno:

JIMÉNEZ HERRERA Armando.

Asesor:

Dr. Carlos Avilés.

México, D. F. Junio del 2005.

Contenido

ESTADO GENERAL DEL PROYECTO	1
TIPO DE REPORTE:.....	1
DURACIÓN.....	1
SITUACIÓN DEL PROYECTO.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
OBJETIVOS.....	2
OBJETIVOS GENERALES.....	2
OBJETIVOS PARTICULARES.....	2
METODOLOGÍA	3
SISTEMAS PACS.....	4
INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS PACS.....	4
FUNDAMENTOS DE UN SISTEMA PACS.....	5
<i>Adquisición.....</i>	<i>6</i>
Los equipos de diagnostico por imagen	6
La adquisición de la imagen médica.....	7
Placas convencionales de Rayos X.....	7
Digitalización de video	8
Imagen Digitales	8
<i>Redes de Comunicación.....</i>	<i>10</i>
<i>Bases de Datos.....</i>	<i>11</i>
<i>Estaciones de trabajo.....</i>	<i>12</i>
<i>Sistemas de almacenamiento.....</i>	<i>13</i>
ESTÁNDAR DICOM.....	14
HISTORIA.....	14
ALCANCES DE DICOM	15
EL MODELO DE PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN DE DICOM.....	15
ESTRUCTURA.....	16
REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE.....	19
UML	20
SIGNIFICADO DE UML.....	20
HISTORIA DEL UML.....	22
PERSPECTIVAS DE UML.....	23
DEFINICIÓN DE MODELOS Y DIAGRAMAS.....	23

DIAGRAMAS DE UML.....	24
ORGANIZACIÓN DE MODELOS.....	24
<i>4+1 vistas de Kruchten (1995)</i>	24
<i>Propuesta de Rational Unified Process (RUP)</i>	25
ARGOUML	26
LISTA DE CARACTERISTICAS.....	26
RATIONAL ROSE, POSEIDON VS. ARGOUML	27
BITÁCORA.....	28
ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DEL MODELO PARA EL VISUALIZADOR DE IMÁGENES	
DICOM.....	41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	47
ESTÁNDAR DICOM	47
SISTEMAS PACS	49
ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DEL MODELO PARA EL VISUALIZADOR DE IMÁGENES DICOM	50
REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE.....	53
UML.....	54
CONTROLO DE PROYECTO.....	54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS:.....	56

ESTADO GENERAL DEL PROYECTO

Describir el tipo de reporte, duración y situación del proyecto

TIPO DE REPORTE:

Trimestral.-El reporte corresponde al Trimestral 05- Primavera

DURACIÓN.

Fecha de inicio: 25 de Abril del 2005.

Fecha de terminación: 8 de Julio del 2005.

SITUACIÓN DEL PROYECTO.

En proceso

INTRODUCCIÓN.

Actualmente encontramos en forma comercial Sistemas PACS creados por las empresas que producen equipos médicos como AGFA, Siemens, entre otros, los cuales tienen como estándar a DICOM pero son vendidos a un alto precio. Por lo que prácticamente no se usan estos sistemas en los Hospitales Nacionales. Con este trabajo permitirá a los médicos acceder a imágenes médicas para analizarlas y procesarlas, y con ello dar un mejor diagnóstico a su paciente.

El propósito de obtener este Sistema es disminuir la dependencia tecnológica sin necesidad de pagar el costo intelectual del producto generado, proponiendo un modelo e implementación de este. Por lo que facilitaría la implementación del Sistema PACS en nuestros Hospitales. Reduciendo sus costos de implementación y mantenimiento.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

Esta investigación tiene como Objetivo General realizar el Análisis, Diseño e Implementación de un Sistema PACS basado en el estándar DICOM, con el propósito de obtener un software de calidad que permita disminuir la dependencia tecnológica sin necesidad de pagar el costo intelectual del producto generado.

OBJETIVOS PARTICULARES

Realizar el Análisis, Diseño e Implementación de:

Un servidor de Base de Datos e Imágenes que sea capaz de atender a múltiples clientes y que soporte el protocolo DICOM para atender los servicios solicitados por el cliente.

La Aplicación para Cliente que sea capaz de comunicarse con el servidor de Base de Datos e Imágenes bajo el estándar DICOM.

Las Librerías para los distintos tipos de imágenes (codificación para cada tipo de imagen).

El Manejo de la Base de Datos de la información del paciente.

Para que el sistema tenga una comunicación segura utilizando técnicas de encriptamiento utilizando el Algoritmo 3DESS.

Pruebas de Validación.

METODOLOGÍA

Para poder alcanzar los objetivos para este proyecto se dividió en tres etapas: Análisis, Diseño e Implementación del Sistema. Por lo que se propuso en la propuesta:

- 1) En la etapa de “Análisis” se estudiará las características del estándar DICOM, para poder después ver los requerimientos de hardware necesarios para el desarrollo del sistema y determinar la viabilidad de una red orientada a conexión, este estándar proporcionara la información para el tipo de imágenes que se utilizan. Se estudiará con profundidad los sistemas PACS para determinar los casos de uso que corresponde a la definición de los actores, manipulación y almacenamiento del estudio del paciente. Se analizará las características de las Pruebas de Validación del Sistema. Etapa con una duración de nueve semanas
- 2) En la segunda etapa “Diseño” se propondrá la Arquitectura del Sistema. En base a la primera etapa se definirá el modelo de lo datos que tendrá este sistema. Se diseñara el sistema de visualizador (pantalla, archivo, impresión) de información. Se Diseñaran las Pruebas de Validación del Sistema. Con una duración de seis semanas
- 3) En la última etapa “Implementación” en base a las etapas anteriores se implemente la aplicación que manejará la información en tres tipos: primera: almacenamiento en un dispositivo de almacenamiento secundario. Segunda: Visualización de esta información en una pantalla. Tercero: obtener ésta información impresa. Por lo que se pretende utilizar Java. Se estudiará e implementarán técnicas de encriptamiento para que se obtenga una comunicación segura utilizando 3DESS. Se implementarán las pruebas de validación al sistema para la liberación del Sistema. Con una duración de ocho semanas

La etapa I se desarrollo en este trimestre encontrando varios puntos necesarios para poder desarrollar este trabajo. En el siguiente capitulo de escribe con mas detalle.

SISTEMAS PACS.

Se presenta una introducción de los sistemas PACS; las partes que cuenta este sistema que son: adquisición redes de comunicación, Base de Datos, estaciones de trabajo, Sistemas de Almacenamiento.

INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS PACS.

En el campo de la medicina existe gran cantidad de imágenes para diagnóstico tales como Rayos X, Radiografía Computada (CR), Tomografía Computada (CT), Resonancia Magnética (MRI), Ultrasonido, Medicina Nuclear (NMI), Angiografía de Sustracción Digital (DSA), entre otras. El manejo de dichas imágenes se ha vuelto complicado, principalmente cuando deben imprimirse y archivarse. La figura 1 muestra las imágenes de estudios digitalizado para un mejor manejo.

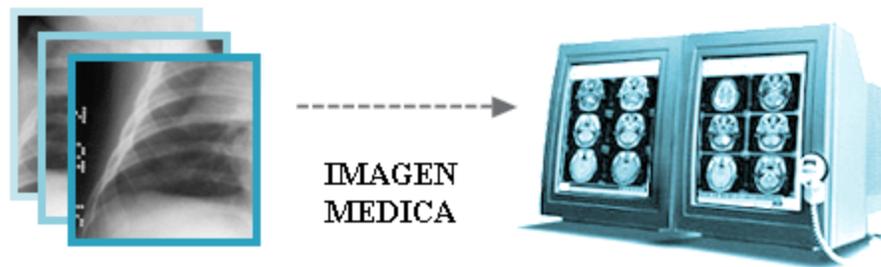


Figura 1 Digitalización de las Imágenes para un mejor manejo.

Al proliferar los Sistemas Digitales en los años 80, ha conducido al desarrollo de la idea de constituir un departamento de radiología o imagenología prácticamente digital. Este departamento emplearía una red de estaciones de visualización junto con los sistemas de almacenamiento y adquisición de imágenes. Un sistema completo de este tipo se conoce bajo el nombre de un sistema PACS ("Picture Archiving and Communications System"). El empleo generalizado de este tipo de sistemas en nuestro país traería un cambio fundamental en el esquema de funcionamiento de los departamentos de radiología o imagenología, mejorando significativamente la eficiencia de los mismos, conjuntamente con una mejoría importante de la calidad de la atención médica que se le brinda a los pacientes. En este caso no solo se trataría de reproducir el paradigma de visualización en medios electrónicos, sino que al incorporar otro tipo de información antes no disponible, como el despliegue de imágenes multimodalidad, el realce de imágenes y el diagnóstico asistido por computadora.

FUNDAMENTOS DE UN SISTEMA PACS.

La figura 2 muestra una realización pequeña de un sistema PACS. Se trata de la implantación de una red de estaciones de consulta, diagnóstico y visualización basada en computadoras personales que se desarrolló entre la Université de Technologie de Compiègne y el Centro Hospitalario de Amiens, en el norte de Francia [6].

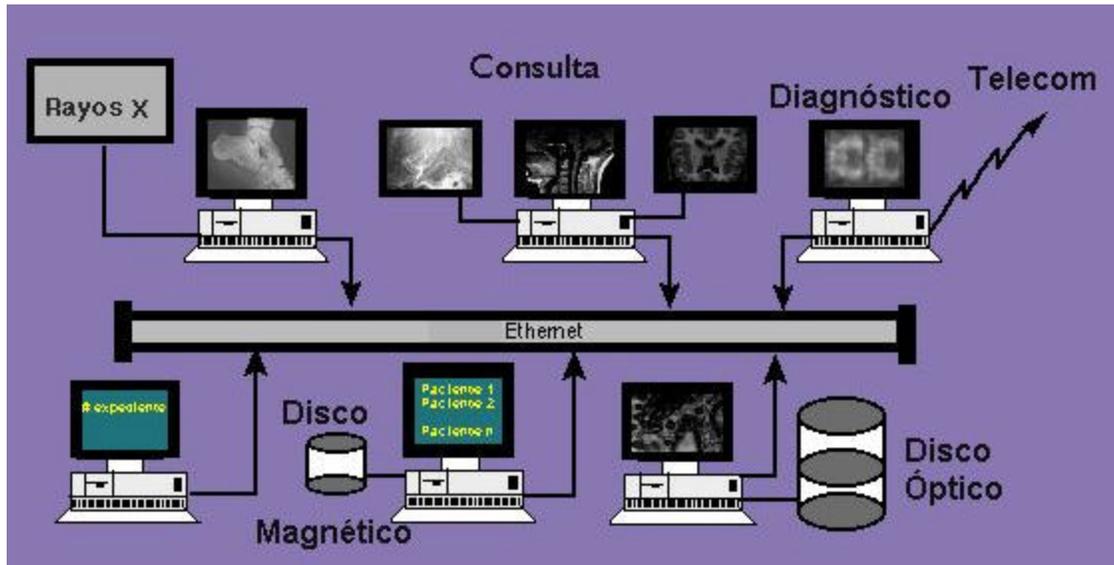


Figura 2 Red MicroPACS, Université de Technologie de Compiègne y el Centro Hospitalario de Amiens, en el norte de Francia

Los sistemas PACS, utilizan varios componentes (hardware y software) con funciones específicas. Son cinco componentes básicos de los sistemas PACs:

- Adquisición de imágenes.
- Red de comunicación.
- Bases de datos.
- Estaciones de Diagnóstico y Visualización.
- Sistemas de Almacenamiento.

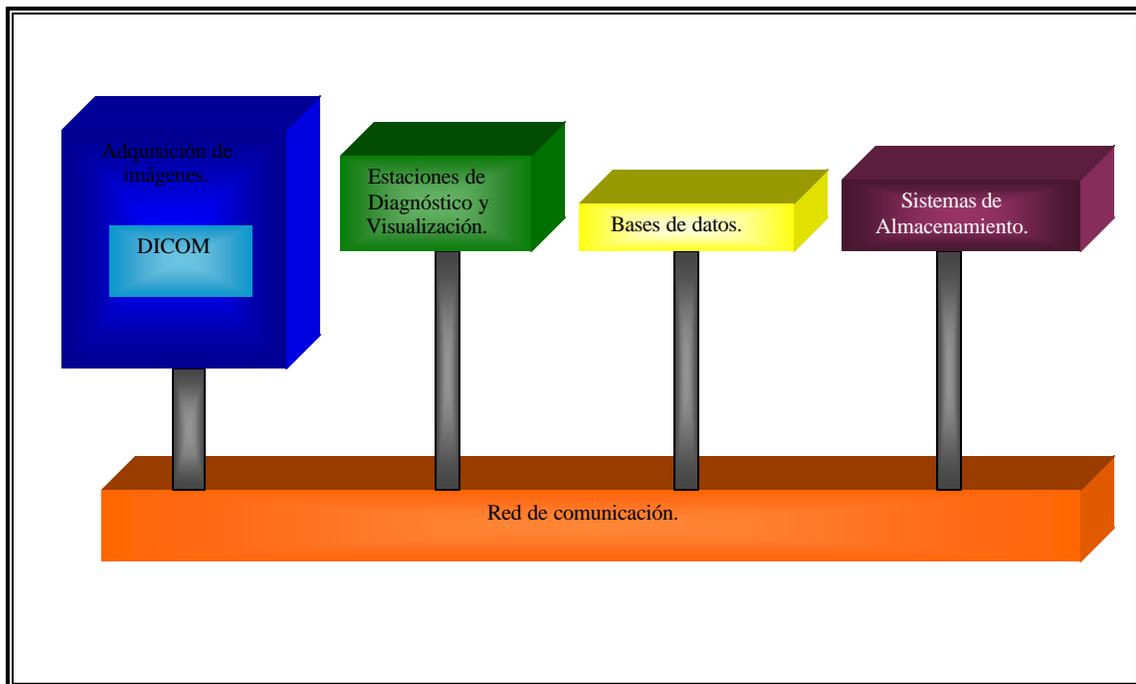


Figura 3 Componentes de un Sistema PACS.

ADQUISICIÓN

La adquisición de las imágenes tiene dos modalidades principales. En el caso de una cantidad importante de tipos de imagen, debido a su naturaleza, se tiene que éstas ya se encuentran en un formato numérico. Las imágenes de Tomografía axial computada, resonancia magnética nuclear, medicina nuclear, entre otras son digitales y se imprimen en placa por comodidad únicamente. En estos casos, el reto es encontrar la manera de obtener la información numérica directamente de la máquina y transmitirla a través de la red al archivo de imágenes. Es común encontrar que las imágenes se proporcionan bajo un formato no estándar, que depende del fabricante. En otros casos, se presentan los datos numéricos, siguiendo el estándar DICOM [6], en cuyo caso es posible leer los datos y almacenarlos siguiendo esta norma.

En el caso que se tengan las imágenes disponibles únicamente en placa, formatos de video se tendrán que digitalizar manualmente, por medio de un digitalizador de placas.

Los equipos de diagnóstico por imagen

Cada uno de los equipos de diagnóstico que obtienen imágenes del paciente se denomina modalidad. Así son modalidad

- Tomografía computarizada (CT)
- Resonancia Magnética (MRI)
- Radiografía computada (CR)
- Radiografía Directa (DR)
- Película digitalizada (FD)
- Ultrasonido (US)
- Medicina Nuclear (NM)

Fluoroscopia Digital (DF)

Radiología angiografía (Angi-R)Cardiología angiografía (Angi-C)

La adquisición de la imagen médica.

Considerando el formato de la información original existen dos Fuentes de imágenes:

Imágenes producidas sobre película (Radiografías ó ecografía) que deberían se digitalizadas para poder ser explotadas digitalmente.

Imágenes generadas en formato digital de forma directa: Tomografía computarizada, Medicina Nuclear, Resonancia Magnética, Radiografía Computarizada.

La mayor calidad de información se obtiene con la conexión digital directa de las modalidades, que permite tener toda la información de la exploración.

Dentro de los quipos que generan imágenes medicas no digitales encontramos con dos tipos diferentes de equipos: Los que generan la imagen sobre placas radiográficas (rayos-X) y los que presentan las imágenes en video, dependiendo del origen de la imagen se han de seguir metodologías diferentes para su digitalización.

Placas convencionales de Rayos X.

Las imágenes obtenidas sobre película convencional deben ser convertidas a formato digital para incorporarlas a la carpeta del paciente. El proceso consiste en una lectura punto a punto de cada película con un digitalizador, que puede se de tres tipos: cámara de video CCD, barrido por CCD, o barrido por láser. La mejor calidad se obtiene con los digitalizadores láser, obtienen resolución superior a 2000x2000 píxeles y una gama de densidades de 12 bits (4096 tonos) por píxel. Con la cámara de video CCD, limitada 8 bits (256 grises) y a resoluciones inferiores a 1024x1024 píxeles, la calidad es muy limitada, (aunque hay prototipos a 2048x2048 píxeles).

Este proceso es siempre costoso ya que duplica el registro analógico, precisa personal para la manipulación de las películas, y son los equipos digitalizadores menos sofisticados disminuye la calidad de la imagen.

Digitalización de video

La interfase digital de los equipos con señal de video se pueden realizar con digitalizadores de video "Frame Grabber" que toma la imagen de un monitor del equipo de exploración y la convierte en un fichero grafico. La resolución especial oscila alrededor de 800x800 píxeles, y 8 bits (256 frises), que no corresponden con los datos originales de adquisición sino con la ventana o ajuste del monitor. Los digitalizadores de video son válidos en ecografías, en fluoroscopia digital e incluso en resonancia magnética, pero su ventana máxima de 256 niveles de grises claramente insuficiente en la tomografía computarizada. Que requiere almacenar 4000 unidades Hounsfield (12 bits)

Imagen Digitales

La introducción de modalidades radiológicas con adquisición digital Tomografía computarizada, Radiología angiografía, Cardiología angiografía, Medicina Nuclear, Resonancia Magnética y sobre todo la Radiografía Computarizada, y el progreso de las tecnologías de la comunicación e informática, han facilitado el desarrollo de la gestión directa de las imágenes en formato digital.

La imagen médica digital constituye un paradigma de requerimientos para cualquier sistema computarizado: las imágenes presentan un volumen muy elevado de información, tanto por sus características de resolución espacial, como por el volumen de datos o números de imágenes por exploración

En la Tabla 1 Muestra el tamaño de las imágenes y el número de imágenes en cada estudio así como el tamaño requerido en MB.

Modalidad	Tamaño de la imagen			Por Estudio			
				Numero de Imágenes		Almacenamiento en MB	
	X (píxeles)	Y (píxeles)	Almacenamiento en MB.	Típico	Rango	Típico	Rango
Tomografía computarizada (CT)	512	512	0,524	60	40-300	31,4	21-157
Resonancia Magnética (MRI)	256	256	0,131	160	80-1000	21,0	10,5-131
Radiografía computada (CR)	2000	2500	10,00	3	2-5	30,0	20-50
Radiografía Directa (DR)	3000	3000	18,00	3	2-5	54,0	36-90
Película digitalizada (FD)	2000	2500	10,00	3	2-5	30,0	20-50
Ultrasonido (US)	640	480	0,614	30	20-60	18,40	12,3-36,8
Medicina Nuclear (NM)	256	256	0,131	10	4-30	1,31	0,52-3,93
Fluoroscopia Digital (DF)	1024	1024	1,05	20	10-50	21,0	10,5-52,5
Radiología angiografía (Angi-R)	1024	1024	1,05	15	10-30	15,8	10,5-31,5
Cardiología angiografía (Angi-C)	1024	1024	1,05	70	40-120	73,5	42-126

Tabla 1 Imagen y tamaño de estudio por Modalidad.

REDES DE COMUNICACIÓN

La red de comunicación es un elemento fundamental de los sistemas PACS. Esta puede ser una red simple tipo Ethernet en un sistema mínimo, pero comúnmente se cuenta con una serie de elementos con distintas velocidades de acceso, que dependen de las necesidades de velocidad de transferencia de información. Comúnmente se cuenta con una red de alta velocidad dentro del departamento de imagenología, que puede ser FDDI o Gigabit Ethernet, un red de menor capacidad dentro del hospital, como Ethernet convencional y un sistema de acceso exterior que puede ser tan lento como el acceso telefónico, el empleo de la red digital de servicios integrados, o canales de mayor velocidad. Estos esquemas se basan en el hecho de que la mayor parte del tráfico de información se encontrará dentro de la misma unidad de imagenología, donde se hará la mayor parte del diagnóstico radiológico y donde se generarán los informes por parte de los especialistas. Esta demanda de ancho de banda justifica la instalación de una red de alta velocidad.

En el caso de la conexión al resto del hospital, la velocidad de transferencia no tiene que ser tan alta, ya que la demanda es menor. Es común que se tengan enlaces entre los sistemas generales de información hospitalaria, donde se encuentran los expedientes de los pacientes, y sistema de información radiológica. En algunos casos, todo el hospital está cableado con la misma tecnología (frecuentemente se trata de fibra óptica), por lo que la intercomunicación en sistemas de información se facilita. Para las comunicaciones con el exterior se debe hacer un estudio cuidadoso del ancho de banda que se requiere, ya que los costos de renta para RDSI y otras opciones pueden ser altas.

BASES DE DATOS

El diseño de un sistema de bases de datos y su implantación son fundamentales para el buen funcionamiento de un sistema PACS. Se deben almacenar tanto imágenes como voz (el informe oral del radiólogo) y texto. El diseño de la base de datos debe ser orientado a objetos para que su manejo sea más intuitivo. Se debe tener una estrategia para el almacenamiento de información: En las horas siguientes a la adquisición de una imagen, ésta se consulta con más frecuencia. A lo largo del tiempo la probabilidad de que esta imagen sea consultada disminuye significativamente. Debido a esto, el almacenamiento a corto plazo (plazos de horas) debe hacerse en los sistemas locales (memoria y disco). A mediano plazo (días), el almacenamiento debe hacerse en servidores locales, mientras que el almacenamiento permanente y a largo plazo puede hacerse ya sea en unidades de disco óptico o en cinta magnética. Unido a esto, debe existir un módulo que se encargue de efectuar una recuperación inteligente de las imágenes que probablemente se solicitarán (prefetch), junto con un sistema de compresión y descompresión en línea. Un ejemplo de esta aplicación es el precargado de las imágenes de un determinado paciente, el día de su consulta. Así, los médicos podrán hacer un seguimiento a largo plazo de sus padecimientos y podrán solicitar cualquiera de sus imágenes, si así lo desean. El programa estaría encargado de revisar la agenda de visitas programadas y de precargar las imágenes que ordinariamente se encuentran en almacenamiento a largo plazo.

ESTACIONES DE TRABAJO

Las estaciones de diagnóstico y visualización también son elementos importantes en un sistema PACS. Estos son los elementos que presentan la información visual a los médicos y deben cumplir con las normas de calidad adecuadas.

Para el caso de las estaciones de diagnóstico, que se encuentran dentro del departamento de imagenología, éstas deben tener una muy alta resolución y se deben poder presentar imágenes en monitores múltiples de 2048 x 2048 pixels y un tamaño de no menos de 19". Para las estaciones de visualización que se encontrarán en todas partes dentro de un hospital, y que recibirán las imágenes ya analizadas por los especialistas, éstas deberán tener una resolución de alrededor de 1024 x 1024 pixels y 17" de diámetro. En ambas situaciones es deseable incorporar funciones básicas de procesamiento de imágenes para poder hacer operaciones de cambio de contraste y de intensidad por lo menos. Es deseable además que se incorporen otras funciones tales como audio (informes orales, traducción automática de audio a reporte escrito) y despliegue de otros tipos de información en tiempo real (Ayuda en línea, marcado de áreas de interés), todo bajo una interfase para el usuario amigable.

Las estaciones de diagnóstico y visualización deben contar con algunas funciones de procesamiento de imágenes. Estas son las funciones de base, que consisten en:

- Contraste
- Zoom
- Mediciones Cuantitativas
- Anotación sobre la imagen
- Ecualización de histogramas
- Análisis de texturas
- Despliegue en 3D
- Filtrado
- Registro

Las funciones básicas deben estar disponibles en ambos tipos de estaciones, mientras que las funciones avanzadas de procesamiento deben incluirse en las estaciones de diagnóstico. La diferencia en la disponibilidad de estas funciones obedece al hecho de que el primer tipo no altera las características fundamentales de las imágenes y sirven para mejorar el despliegue de las mismas, mientras que el segundo tipo en las estaciones de diagnóstico serán manejadas por expertos que podrán generar nuevas imágenes con realce que estarán disponibles en los archivos radiológicos y que servirán para complementar la información previamente existente. La implantación de estas funciones implica el proporcionar un cierto grado de capacidades de cálculo a ambos tipos de estaciones.

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

Los sistemas de almacenamiento de imágenes deben seguir una estructura jerárquica que dependerá de la probabilidad de demanda de la imagen. En general las imágenes recientemente adquiridas se consultan con mucha frecuencia en los minutos siguientes a su adquisición y su frecuencia de consulta disminuye rápidamente con el tiempo. En la figura 4 se muestra una grafica de la demanda de visualización vs. tiempo

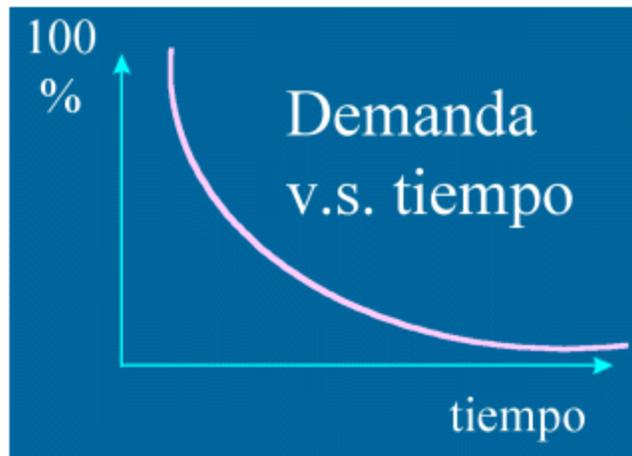


Figura 4 Gráfica de la demanda de visualización de una imagen a lo largo del tiempo.

La estructura jerárquica propuesta toma en cuenta estas características para reducir los costos, mientras que se aumenta el rendimiento y consiste de:

- Discos magnéticos locales
- Discos magnéticos remotos
- Discos ópticos
- Cinta

El almacenamiento a corto plazo (local) tiene las siguientes características:

- Decenas de GB
- Transferencia de alrededor de 50 imágenes por minuto.
- 1-15 días de almacenamiento.

El almacenamiento a largo plazo debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Capacidad de varios Terabytes.
- Empleo de robots o "jukeboxes" de discos ópticos.
- Capacidad de almacenamiento de dos años de información.
- Empleo de cinta e imágenes comprimidas para almacenamiento a plazos mayores.

La compresión de imágenes se puede emplear para multiplicar el espacio en disco, y para reducir el tiempo de transferencia. Se pueden emplear varios criterios:

- Compresión reversible con tasas de 3:1 para imágenes de referencia o para almacenamiento a corto plazo.
 - Compresión irreversible con tasas de 10-20:1 para almacenamiento a largo plazo.
- En la actualidad el problema del tipo de compresión adecuado para un determinado tipo de imágenes no está resuelto y sigue siendo un tema de investigación actual.

ESTÁNDAR DICOM

Se presenta una breve historia del Estándar DICOM, sus alcances, el modelo de protocolo de comunicación, la estructura del estándar. Esta parte se pretende complementarla más.

HISTORIA

En 1983 la ACR y la NEMA formaron un comité de trabajo con el fin de desarrollar un estándar que permitiera a los usuarios de equipos de imágenes medicas (como son Tomografías Computarizadas, Imágenes de resonancia magnética, Medicina nuclear, etc.) Conectar diferentes dispositivos para compartir recursos, como visualizadores, impresoras, etc. El comité encargadote buscar una interfaz entre equipos de imágenes medicas se llamo ACR-NEMA Digital Imaging and communications Estandars Comité. Las especificaciones deberían de incluir un diccionario de datos el cual se especificaran los elementos necesarios para visualizar interpretar y almacenar las imágenes médicas, asi como las características del hardware de estos sistemas.

Este comité estudio los estándares de interfaz existentes hasta esa fecha sin encontrar alguien que cumpliera los requerimientos. Un Año antes la AAPM (American Association of Phisicists in Medicine) había desarrollado un estándar para el almacenamiento de Imágenes en cintas magnéticas. Este estándar definía los archivos formados por cabecera (head) y matriz de datos. En la Cabecera se usaba el concepto de <etiqueta> <descripción>. Estos conceptos fueron aprovechados para definir las bases del estándar DICOM.

En el congreso anual RSNA 1985 fue publicada la primera versión del estándar por NEMA. Se llamó ACR-NEMA Versión 1.0. Dado que esta versión tenía una serie de errores de tubo que estudiar las propuestas de usuarios y fabricantes para crear la versión 2.0. En 1988 el ACR-NEMA Versión 2.0 (también llamado ACR-NEMA 300-1988) fue publicado conservando las especificaciones de hardware de V1.0 pero añadiendo nuevos datos y mejoras.

La evolución de la tecnología plantea la necesidad de comunicarse diferentes dispositivos la necesidad de los usuarios de utilizar las redes, por lo que se tuvo que rediseñar todo el estándar y el método adoptado fue el diseño orientado a objetos.

Un exhausto examen de bs servicio que debería de ofrecer el estándar para la comunicación sobre diferentes redes mostraba que la definición de estos servicios básicas deberían definirse para permitir la comunicación entre proceso (al nivel de aplicación). El grupo de trabajo

seleccionó como protocolo TCP/IP de mas bajo nivel sobre el que se asentaría el nuevo estándar y como modelo de diseño el ISO-OSI.

El estándar esta en la versión 3 que fue publicada en 1998. Hoy en día, DICOM esta centrando su atención a la evolución de los estándares vinculados a Internet. Su estrategia es integrar sus recomendaciones tan pronto como sea estables y ampliamente adoptadas por productos comerciales.

Por lo tanto, DICOM en continuo cambio y expansión, añadiendo nuevos equipos y/o servicios o debatiendo en alguno de sus grupos de trabajo sobre la definición de nuevos objetos y servicios.

ALCANCES DE DICOM

El contenido del estándar DICOM va más allá de la definición del formato de intercambio de imágenes, sus alcances principales son:

- Estructuras de datos (formatos) para imágenes médicas y datos relacionados,
- Servicios orientados a red, como: Transmisión de imágenes, búsqueda de imágenes, impresión y modalidades de integración entre un sistema PACS y un sistema general de información de un hospital (HIS o RIS),
- Formatos para intercambio entre medios de almacenamiento,
- Requerimientos de conformidad de los equipos y aplicaciones.

EL MODELO DE PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN DE DICOM.

El protocolo se modelan como una serie de capas modeladas de forma independiente pero compatibles entre si, llamadas “stacks”. En la Versión existente 2.0 el “stacks” definido en una conexión punto a punto era uno. Y posteriormente se agregaron dos mas: El Protocolo de Control de Transmisión / Internet de Protocolo (TCP / IP) y la Organización Internacional de Estándares de Interconexión de Sistemas (ISO-OSI).

La figura 5 muestra el modelo de comunicación que fue desarrollado. Este modelo tiene las siguientes capas: aplicación de imágenes medicas; capa de intercambio de mensajes de aplicación DICOM; posteriormente se divide en dos ambientes: comunicación en red (soporte de protocolo TCP/IP y OSI) y comunicación punto a punto (capas física, de enlace y SNT (sesión, transporte y red) de DICOM). La filosofía básica de diseño era que una aplicación de imagen médica determinada (fuera del alcance del estándar) podría comunicar sobre cualquier de los stacks de otro dispositivo que use la misma stack. Con la adherencia al estándar, sería

posible cambiar las comunicaciones de stacks sin tener que revisar los programas de computadora de la aplicación.

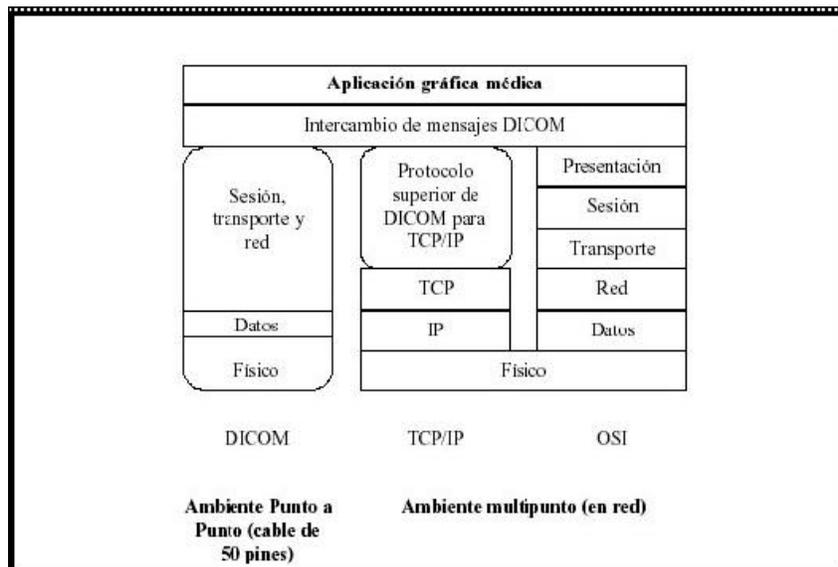


Figura 5 Modelo de protocolo de comunicación DICOM.

ESTRUCTURA

El estándar está estructurado como un documento en multipartes usando como guía el Estándar Internacional Dibujo y Presentación (ISO/IEC Directives, 1989 Part 3: Drafting and Presentation of International Standards).

En su revisión de 2004 el Estándar DICOM versión 3.1 tiene las siguientes partes:

- PS 3.1. Introducción y vista general: La primera parte contiene una panorámica del estándar en sí mismo, con descripción de los principios básicos, como puede ser los conceptos de SOP Class o Service Class Provider.
- PS 3.2. Conformación: Describe la definición de conformación para DICOM, es decir se le solicita a los desarrolladores y vendedores de equipos y sistemas describir claramente como es su adhesión al estándar DICOM.
- PS 3.3. Definición de los Objetos de Información (IOD): Especifica la estructura y atributos de los objetos que se operan por Clases de Servicio. Estos objetos pueden ser Paciente, Estudio, Serie, Imagen, etc. Cada definición de IOD está agrupada en módulos. Algunos IOD pueden tener grupos de atributos idénticos, que se definen en módulos comunes. Estos objetos compuestos son por ejemplo la imagen de TC o RMN que contienen atributos inherentes a la misma entidad del mundo real y otros que no lo son.

- PS 3.4.Especificación de las clases de servicios: Se define las funciones que operan sobre los Objetos de información para proporcionar un servicio específico. La especificación de las Clases de Servicios (SOP Class) se base en las operaciones que deben actuar sobre los IOD. Tales SOP Class son.- certificación , memorización, petición/consulta de imágenes e información, contenida en el estudio, gestión del paciente, gestión del examen, gestión del parte medico, gestión de la documentación. Cuando una aplicación DICOM genera una serie de datos, esta tiene que ser decodificada para poder ser insertada en los mensajes de comunicación.
- PS 3.5.Estructura de datos y codificación: Especifica la codificación de los datos en los mensajes que se intercambian para lograr el funcionamiento de las Clases de Servicio. La principal función es definir el lenguaje que dos aparatos tiene que utilizar en la comunicación.
- PS 3.6.Diccionario de datos: Define los atributos de información individuales que representan los datos de todos los IOD definidos en la parte 3.3. También se especifica los valores de algunos de estos atributos.
- PS 3.7.Intercambio de Mensajes: Especifica el funcionamiento de los mensajes a intercambiar. Estos mensajes se necesitan para poder utilizar los servicios definidos por las Clases de Servicio (parte 3.4).
- PS 3.8.Soporte de las comunicaciones por red para el intercambio de mensajes:Define los servicios y protocolo de intercambio de mensajes (Parte 3.7) directamente en OSI y redes TCP/IP. En el entorno DICOM, el protocolo de comunicación utilizado es el TCP/IP.
- PS 3.9. Retirado
- PS 3.10.Medios de almacenamiento y formato de archivos para intercambio de datos: Define los formatos lógicos para guardar la información de DICOM sobre varios medios de comunicación, entre ellos los archivos tratados.
- PS 3.11.Perfiles de aplicación para medios de almacenamiento: Define los medios para usuario y vendedores, especificando la sección de medios de comunicación entre los sistemas definidos en la Parte 3.12 y los objetos de información definidos en la parte 3.3
- PS 3.12.Formatos y medios físicos para el intercambio de datos: Las especificaciones de la industria referentes a los medios Físicos de Almacenamiento u medios de Comunicación que estructuran los sistemas de archivos.

- PS 3.13. Retirado
- PS 3.14. Estándar para la función de representación de escala de grises: En Esta parte se especifica la estandarización de las características de los monitores para la representación en la escala de grises de las imágenes.
- PS 3.15. Perfiles de Seguridad: Perfiles de usuario en aplicaciones.
- PS 3.16. Recurso para el Mapeo de Contenido: Plantillas para estructuración de documentación de objetos de información DICOM; conjunto de términos codificados para uso en objetos de información; un léxico de definición de términos para DICOM; traducción de especificaciones del país por medio de código
- PS 3.17. interpretación de la información: anexos de información y normativa
- PS 3.18. Acceso WEB de objeto persistente DICOM (WADO): Especifica la solicitud para el acceso de un objeto persistente DICOM que puede ser expresada en un HTTP URL.

REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE

El equipo a utilizar para el desarrollo de este proyecto deberá apegarse a las siguientes características:

Para realizar la documentación del proyecto será una Computadora Personal con sistema operativo Windows XP y Office.

El equipo donde se deberá desarrollar el proyecto tendrá las mismas características de la anterior pero con Sistema Operativo Linux

El Software deberá ser libre utilizando Java.

UML

UML define una notación que se expresa como diagramas sirven para representar modelos/subsistemas o partes de ellos

El 80 por ciento de la mayoría de los problemas pueden modelarse usando alrededor del 20 por ciento de UML-- Grady Booch

Aquí presentamos el significado, historial, perspectivas, definiciones de Modelos y Diagramas, Organización de Modelos para UML.

SIGNIFICADO DE UML

UML su significado es “Unified Modeling Language”. Es lenguaje de propósito general para el modelado orientado a objetos, y describe la semántica esencial de lo que estos diagramas y símbolos significan. Mientras que ha habido muchas notaciones y métodos usados para el diseño orientado a objetos, ahora los modeladores sólo tienen que aprender una única notación.

UML se puede usar para modelar distintos tipos de sistemas: sistemas de software, sistemas de hardware, y organizaciones del mundo real. UML ofrece nueve diagramas en los cuales modelar sistemas.

- Diagramas de Casos de Uso para modelar los procesos 'business'.

- Diagramas de Secuencia para modelar el paso de mensajes entre objetos.

- Diagramas de Colaboración para modelar interacciones entre objetos.

- Diagramas de Estado para modelar el comportamiento de los objetos en el sistema.

- Diagramas de Actividad para modelar el comportamiento de los Casos de Uso, objetos u operaciones.

- Diagramas de Clases para modelar la estructura estática de las clases en el sistema.

- Diagramas de Objetos para modelar la estructura estática de los objetos en el sistema.

- Diagramas de Componentes para modelar componentes.

- Diagramas de Implementación para modelar la distribución del sistema.

UML es una consolidación de muchas de las notaciones y conceptos más usadas orientados a objetos. Empezó como una consolidación del trabajo de Grade Booch, James Rumbaugh, e Ivar Jacobson, creadores de tres de las metodologías orientadas a objetos más populares.

Aun así, UML no prescribe un proceso o método estándar para desarrollar un sistema. Hay varias metodologías existentes; entre las más populares se incluyen las siguientes:

- Catalysis*: Un método orientado a objetos que fusiona mucho del trabajo reciente en métodos orientados a objetos, y además ofrece técnicas específicas para modelar componentes distribuidos.

- Objetory*: Un método de Caso de Uso guiado para el desarrollo, creado por Ivar Jacobson.

Shlaer/Mellor: El método para diseñar sistemas de tiempo real, puesto en marcha por Sally Shlaer y Steven Mellor en dos libros de 1991, Ciclos de vida de Objetos, modelando el Mundo en Estados y Ciclos de vida de Objetos, Modelando el mundo en Datos (Prentice Hall). Shlaer/Mellor continúan actualizando su método continuamente (la actualización más reciente es el OOA96 report), y recientemente publicaron una guía sobre cómo usar la notación UML con Shlaer/Mellor.

Fusion: Desarrollado en Hewlett Packard a mediados de los noventa como primer intento de un método de diseño orientado a objetos estándar. Combina OMT y Booch con tarjetas CRC y métodos formales. (www.hpl.hp.com/fusion/file/teameps.pdf)

OMT: La Técnica de Modelado de Objetos fue desarrollada por James Rumbaugh y otros, y publicada en el libro de gran influencia "Diseño y Modelado Orientado a Objetos" (Prentice Hall, 1991). Un método que propone análisis y diseño 'iterative', más centrado en el lado del análisis.

Booch: Parecido al OMT, y también muy popular, la primera y segunda edición de "Diseño Orientado a Objetos, con Aplicaciones" (Benjamin Cummings, 1991 y 1994), (Object-Oriented Design, With Applications), detallan un método ofreciendo también diseño y análisis 'iterative', centrándose en el lado del diseño.

Además, muchas organizaciones han desarrollado sus propias metodologías internas, usando diferentes diagramas y técnicas con orígenes varios. Ejemplos son el método Catalyst por Computer Sciences Corporation (CSC) o el Worldwide Solution Design and Delivery Method (WSDDM) por IBM. Estas metodologías difieren, pero generalmente combinan análisis de flujo de trabajo, captura de los requisitos, y modelado de negocio con modelado de datos, con modelado de objetos usando varias notaciones (OMT, Booch, etc), y algunas veces incluyendo técnicas adicionales de modelado de objetos como Casos de Uso y tarjetas CRC. La mayoría de estas organizaciones están adoptando e incorporando el UML como la notación orientada a objetos de sus metodologías.

Algunos modeladores usarán un subconjunto de UML para modelar 'what they're after', por ejemplo simplemente el diagrama de clases, o solo los diagramas de clases y de secuencia con Casos de Uso. Otros usarán una suite más completa, incluyendo los diagramas de estado y actividad para modelar sistemas de tiempo real, y el diagrama de implementación para modelar sistemas distribuidos. Aun así, otros no estarán satisfechos con los diagramas ofrecidos por UML, y necesitarán extender UML con otros diagramas como modelos relacionales de datos y 'CRC cards'.

HISTORIA DEL UML

Comenzó como el “Método Unificado”, con la participación de Grady Booch y Jim Rumbaugh. Se presentó en el OOPSLA’95. El mismo año se unió Ivar Jacobson. Los “Tres Amigos” son socios en la compañía Rational Software. Herramienta CASE Rational Rose

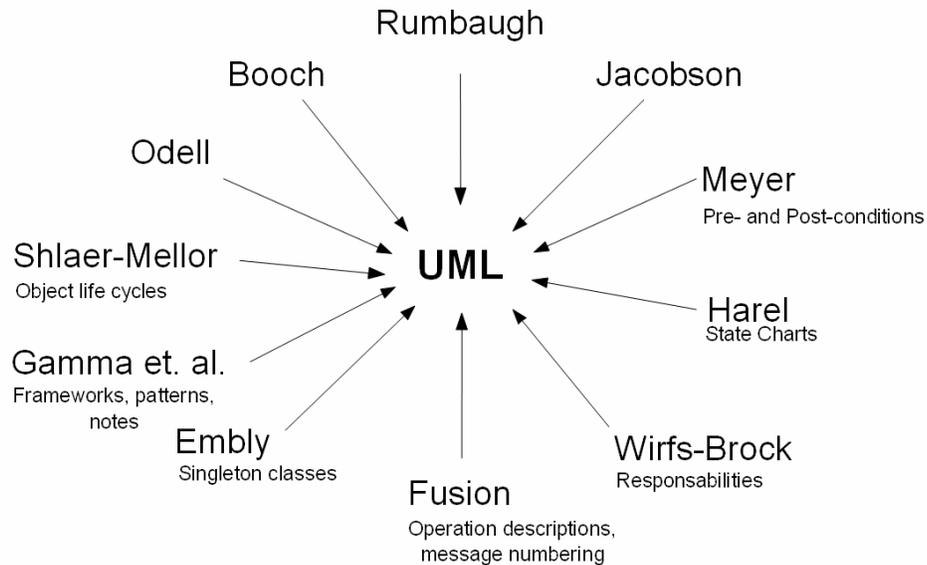


Figura 6 UML “Aglutina” enfoques de programación Orientada a Objetos

En enero de 1997 es lanzado UML 1.0 participando : Rational Software (Grady Booch, Jim Rumbaugh y Ivar Jacobson), Digital Equipment , Hewlett-Packard, i-Logix (David Harel), IBM, ICON Computing (Desmond D’Souza), Intellicorp and James Martin & co. (James Odell), MCI Systemhouse, Microsoft, ObjecTime, Oracle Corp., Platinum Technology, Sterling Software, Taskon, Texas Instruments, Unisys

La Figura 7 se muestra como fue evolucionando UML desde 1995 hasta el 2003.

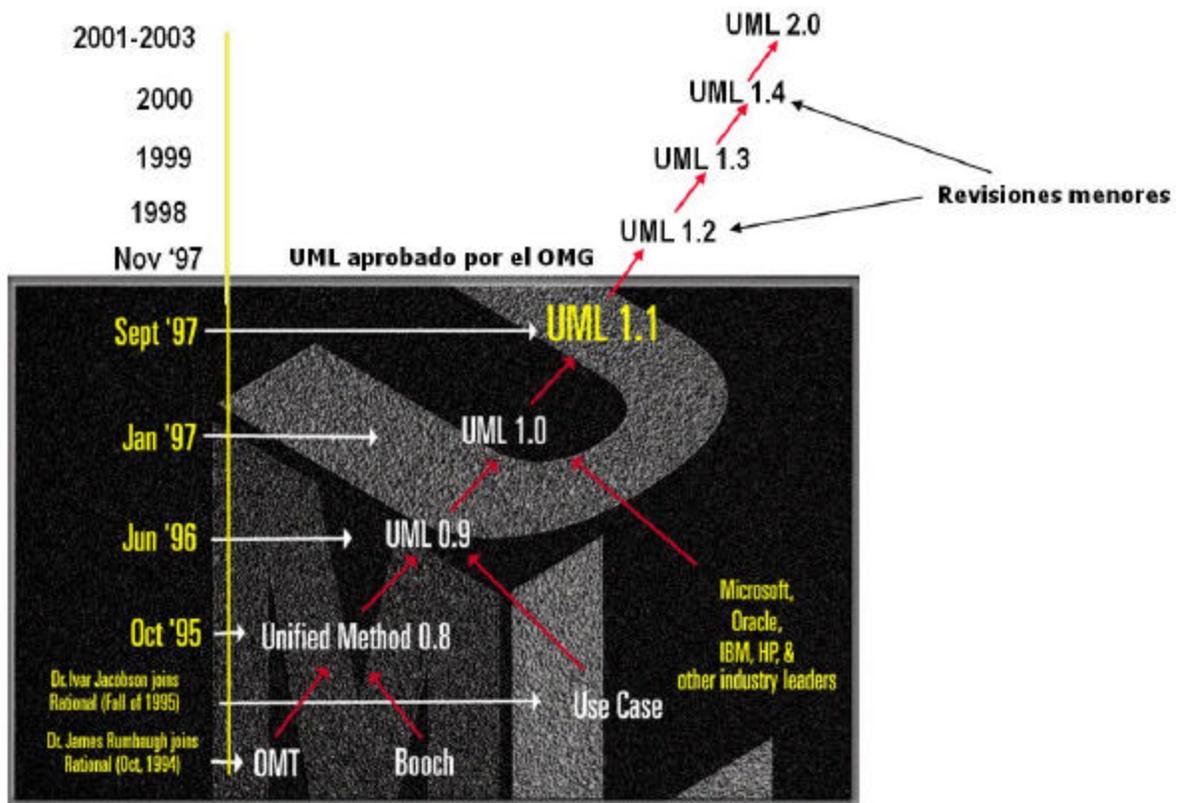


Figura 7 Historia de UML.

PERSPECTIVAS DE UML

UML será el lenguaje de modelado orientado a objetos estándar predominante los próximos años

Razones:

- Participación de metodólogos influyentes
- Participación de importantes empresas
- Aceptación del OMG como notación estándar

Evidencias:

- Herramientas que proveen la notación UML
- “Edición” de libros
- Congresos, cursos, etc
- UML aglutina Enfoque de programación Orientado a Objetos

DEFINICIÓN DE MODELOS Y DIAGRAMAS.

Un modelo captura una vista de un sistema del mundo real. Es una abstracción de dicho sistema, considerando un cierto propósito. Así, el modelo describe completamente aquellos aspectos del sistema que son relevantes al propósito del modelo, y a un apropiado nivel de detalle.

El Diagrama es una representación gráfica de una colección de elementos de modelado, a menudo dibujada como un grafo con vértices conectados por arcos

Un proceso de desarrollo de software debe ofrecer un conjunto de modelos que permitan expresar el producto desde cada una de las perspectivas de interés

El código fuente del sistema es el modelo más detallado del sistema (y además es ejecutable).

Sin embargo, se requieren otros modelos ...

Cada modelo es completo desde su punto de vista del sistema, sin embargo, existen relaciones de trazabilidad entre los diferentes modelos

DIAGRAMAS DE UML

Los Diagramas que contempla son: Diagrama de Casos de Uso, Diagrama de Clases, Diagrama de Objetos, Diagramas de Comportamiento, Diagrama de Estados, Diagrama de Actividad, Diagramas de Interacción, Diagrama de Secuencia, Diagrama de Colaboración, Diagramas de implementación, Diagrama de Componentes, Diagrama de Despliegue, Los diagramas expresan gráficamente partes de un modelo,

En la figura 8 muestra que los diagramas expresan gráficamente partes de un modelo

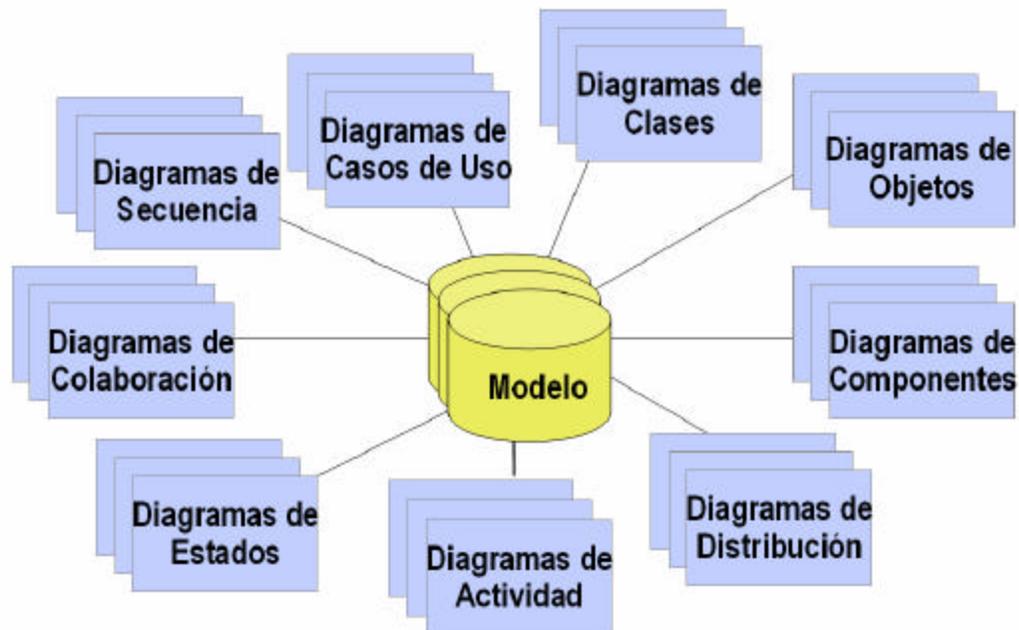


Figura 8 Un modelo se puede expresar por medio de diagramas.

ORGANIZACIÓN DE MODELOS

4+1 VISTAS DE KRUCHTEN (1995)

Contiene las visiones Lógica, Realización, Distribución, Proceso, Caso de Uso. El cual este enfoque sigue el browser de Rational Rose ver figura 9.

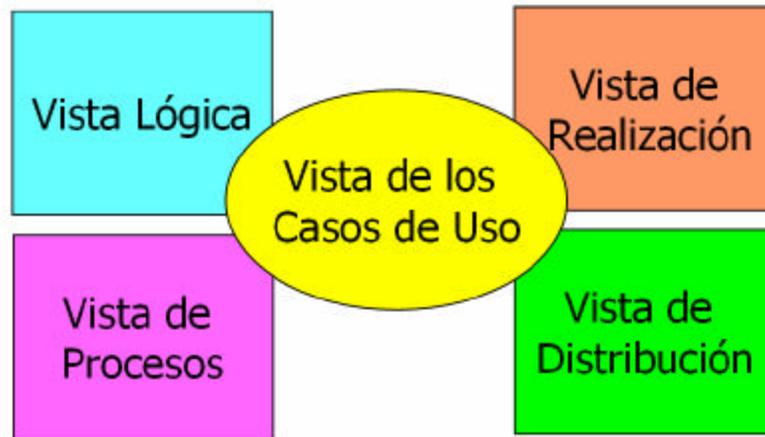


Figura 9 Vistas de Kruchten 4+1.

PROPUESTA DE RATIONAL UNIFIED PROCESS (RUP)

Esta propuesta contiene los siguientes modelos:

- Casos de Uso del Negocio (Business Use-Case Model)
- Objetos del Negocio (Business Object Model)
- Casos de Uso (Use-Case Model)
- Análisis (Analysis Model)
- Diseño (Design Model)
- Despliegue (Deployment Model)
- Datos (Data Model)
- Implementación (Implementation Model)
- Pruebas (Test Model)

ARGOUML

ArgoUML es una herramienta utilizada en el modelado de sistemas, mediante la cual se realizan diseños en UML ("Unified Markup Language") llevados a cabo en el análisis y prediseño de Sistemas de Software. En la Figura 10 se muestra como es la pantalla de este software.

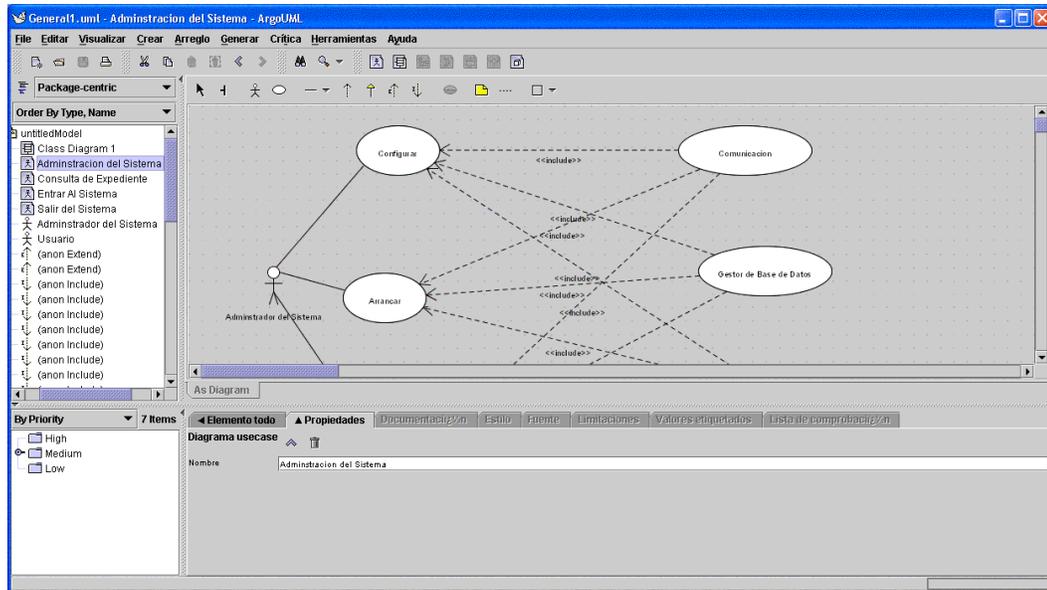


Figura 10 Presentación de ArgoUml.

LISTA DE CARACTERISTICAS

Las características de ArgoUml son:

- Multiplataforma (Java 1.2)
- Metamodelo de UML estándar
- Clase
- Estado
- Casos de uso
- Actividad
- Colaboración
- Despliegue
- Secuencia
- Soporte para bases de datos
- Exporta los diagramas a distintos formatos
- Generación de código (parcial)
- Soporte cognitivo:
 - Preactivo (críticas de diseño, listas de cosas por hacer, correcciones automáticas)
 - Comprensión y solución del problema

RATIONAL ROSE, POSEIDON VS. ARGOUML

En el ramo para modelado de Software existen diversas herramientas que también son capaces de realizar diseños en UML, entre las principales se encuentran Rational Rose y Together, e inclusive existe un derivado comercial de ArgoUML llamado Poseidon.

Esta ultima herramienta llamada Poseidon se encuentra disponible en diversas versiones, la cual en su modalidad más básica (Community) es gratuita, y dado que se encuentra basada en ArgoUML, presenta sus mismas funcionalidades con opciones de compra para usuarios que requieran funciones avanzadas no disponibles en ArgoUML.

En lo que concierne las otras opciones comerciales -- antes mencionadas -- Éstas por lo general son empleadas en proyectos de misión critica, no sólo por las funcionalidades avanzadas que ofrecen en las etapas de diseño y modelación de software, sino por su costo de licenciamiento que puede oscilar desde los \$1,000 Dlls (U.S) hasta \$4,500 Dlls (U.S) por licencia/usuario.

BITÁCORA

En esta parte se presenta la información del archivo de control que se esta utilizando para el desarrollo de Proyecto.

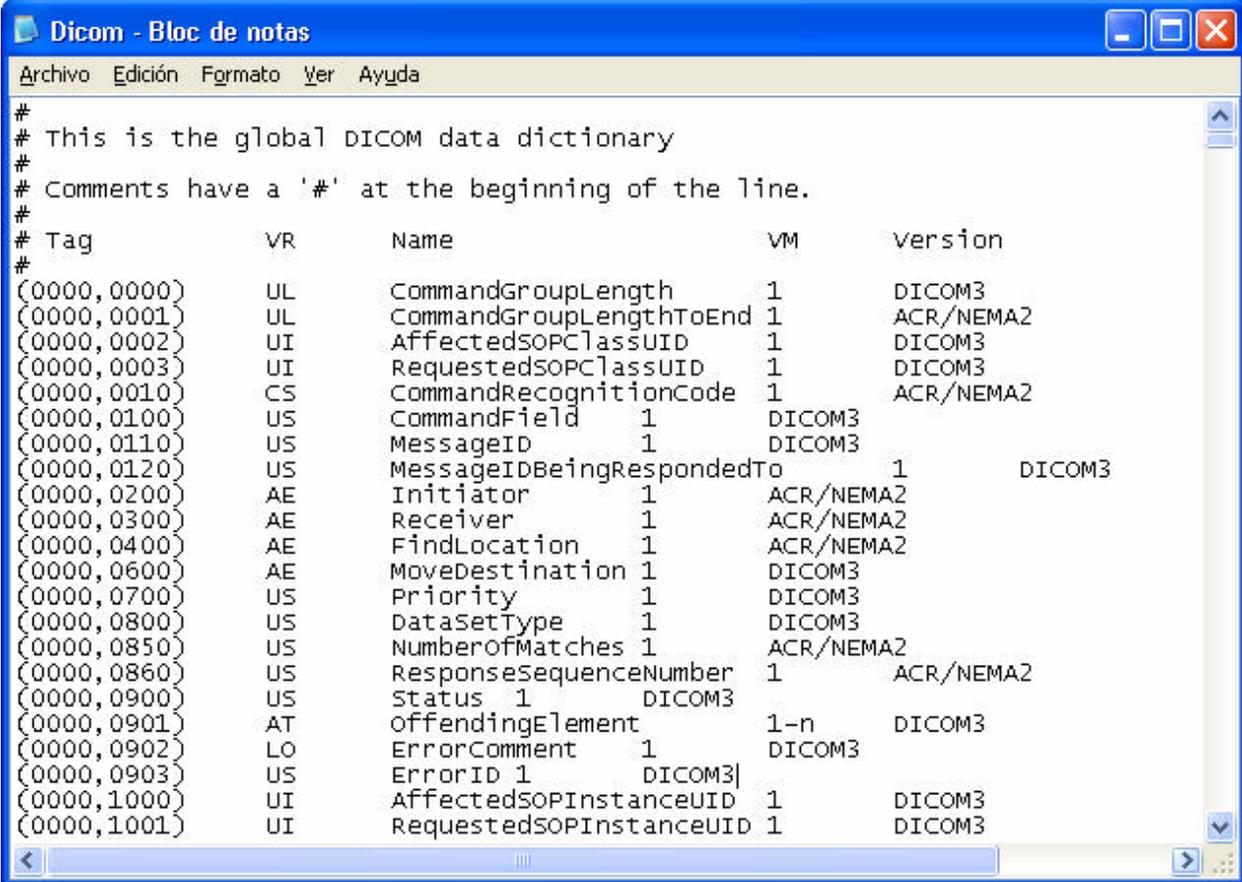
ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DEL MODELO PARA EL VISUALIZADOR DE IMÁGENES DICOM.

En esta parte se presenta la información del archivo que se utilizó para el análisis para la selección del modelo para el visualizador de imágenes DICOM

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

ESTÁNDAR DICOM

Se estudiaron las características del estándar DICOM por lo que se empezó a escribir de este tema encontrando la necesidad de revisar los tags correspondientes que se manejan en un archivo DICOM. En la figura 11 se muestra un fragmento de los tags utilizados.



```
#
# This is the global DICOM data dictionary
#
# Comments have a '#' at the beginning of the line.
#
# Tag          VR      Name          VM      Version
#
(0000,0000)    UL      CommandGroupLength  1      DICOM3
(0000,0001)    UL      CommandGroupLengthToEnd 1      ACR/NEMA2
(0000,0002)    UI      AffectedSOPClassUID  1      DICOM3
(0000,0003)    UI      RequestedSOPClassUID 1      DICOM3
(0000,0010)    CS      CommandRecognitionCode 1      ACR/NEMA2
(0000,0100)    US      CommandField 1      DICOM3
(0000,0110)    US      MessageID 1      DICOM3
(0000,0120)    US      MessageIDBeingRespondedTo 1      DICOM3
(0000,0200)    AE      Initiator 1      ACR/NEMA2
(0000,0300)    AE      Receiver 1      ACR/NEMA2
(0000,0400)    AE      FindLocation 1      ACR/NEMA2
(0000,0600)    AE      MoveDestination 1      DICOM3
(0000,0700)    US      Priority 1      DICOM3
(0000,0800)    US      DataSetType 1      DICOM3
(0000,0850)    US      NumberOfMatches 1      ACR/NEMA2
(0000,0860)    US      ResponseSequenceNumber 1      ACR/NEMA2
(0000,0900)    US      Status 1      DICOM3
(0000,0901)    AT      OffendingElement 1-n      DICOM3
(0000,0902)    LO      ErrorComment 1      DICOM3
(0000,0903)    US      ErrorID 1      DICOM3
(0000,1000)    UI      AffectedSOPInstanceUID 1      DICOM3
(0000,1001)    UI      RequestedSOPInstanceUID 1      DICOM3
```

Figura 11 Se muestra un fragmento de los Tags utilizados.

Para poder entender y complementar esta información se procedió a buscar ejemplos de imágenes para ver como están formados para ello de encontró a DCMTags el cual es un programa (ejecutable solamente) el cual muestra el contenido los Tags del archivo (Ver figura 12).

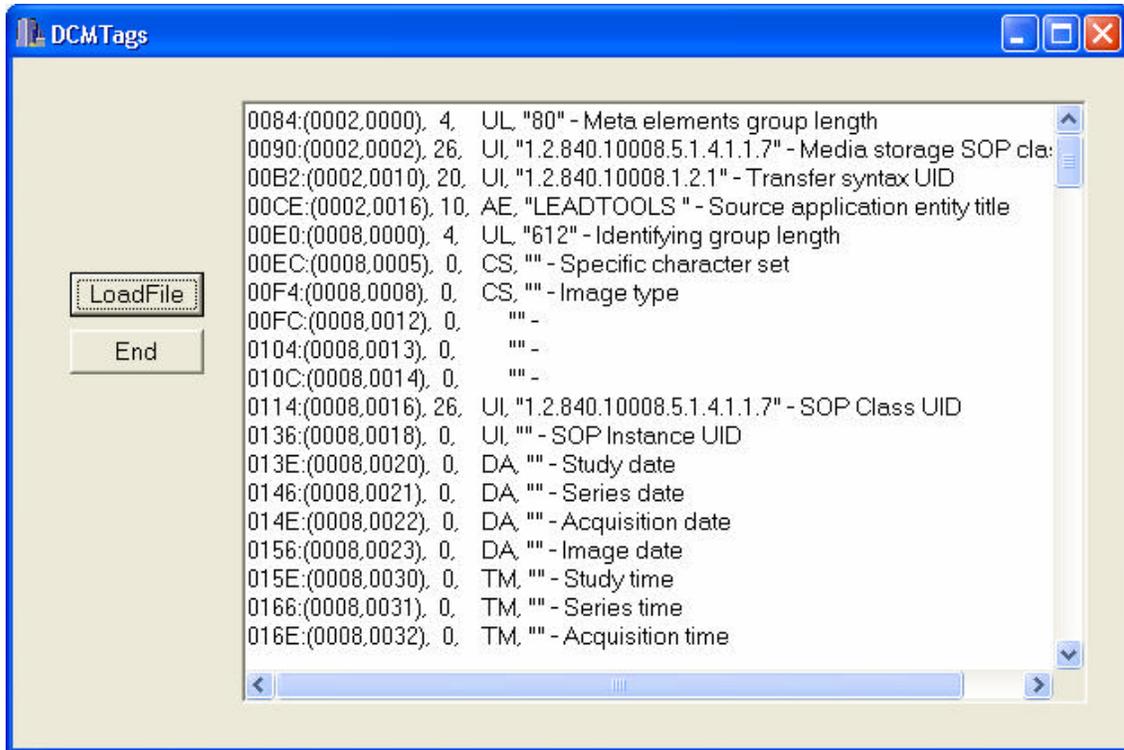


Figura 12 Pantalla de DCMTags

Para esta sección se empezó a escribir un resumen de lo que es DICOM 3 necesario para integrarlo a la tesis, el cual se espera terminara para la segunda etapa.

SISTEMAS PACS

En esta parte se recompilo informaciones se proceso y se genero un resumen.



Figura 13 Multimodalidad donde se despliega información del paciente, imágenes médicas, diagnóstico, Pruebas de Laboratorio...

La información recavada nos permitió ver los puntos más débiles el cual es el de cómo atacar lo que se refiere al visualizador (ver figura 13). Por lo que al investigar más sobre este se encontró una serie de visualizadores desarrollados lo que se tuvo que realizar un análisis para escoger el modelo a seguir.



Figura 14 DICOMLight nos presenta en pantalla una imagen DICOM.

ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DEL MODELO PARA EL VISUALIZADOR DE IMÁGENES DICOM

Aquí presentaremos los resultados de este análisis encontrando que la mejor opción es DICONVIEWER.

Enunciado de la decision:	
Seleccionar el modelo base del visualizador que servirá de guía para nuestro Visualizador Simple	
Opciones	
A	dicomviewer054
B	DCMJK
C	EviewBox
D	OSIRIS
E	ImageJ
F	
Objetivo:	10 Tememos Acceso a los programas fuentes
Escala de Satisfaccion	PUNTUACION
documentacion en español o ingles	8
documentacionen otro idioma	6
ejemplo de compilacion y sencillo	2
Objetivo:	9 El Lenguaje de programación es Java
Escala de Satisfaccion	PUNTUACION
java	10
Objetivo:	8 Licencia Libre
Escala de Satisfaccion	PUNTUACION
Licencia Libre	10
con licencia para utilizarlo	0

OBJETIVOS	VP	OPCIONES											
		dicomviewer054		DCMJK		EviewBox		OSIRIS		ImageJ		0	
		ES	ESP ES	ES	ESP ES	ES	ESP ES	ES	ESP ES	ES	ESP ES	ES	ESP ES
Tememos Acceso a los programas fuentes	10	8	80	8	80	0	0	8	80	6	60		0
El Lenguaje de programación es Java Licencia Libre	9	10	90	10	90	10	90	0	0	10	90		0
	8	10	80	0	0	10	80	0	0	10	80		0
			0		0		0		0		0		0
			0		0		0		0		0		0
			0		0		0		0		0		0
			0		0		0		0		0		0
			0		0		0		0		0		0
			0		0		0		0		0		0
			0		0		0		0		0		0
Puntuación Ponderada TOTAL			250		170		170		80		230		0
Puntuación Ponderada TOTAL(%)			92,59%		62,96%		62,96%		29,63%		85,19%		0,00%
Puntuación Ponderada TOTAL (ideal)			270										

Tabla 2 Resultados del Análisis.

En la figura 15 se muestra la ejecución de DICOMVIEWER para una imagen DICOM

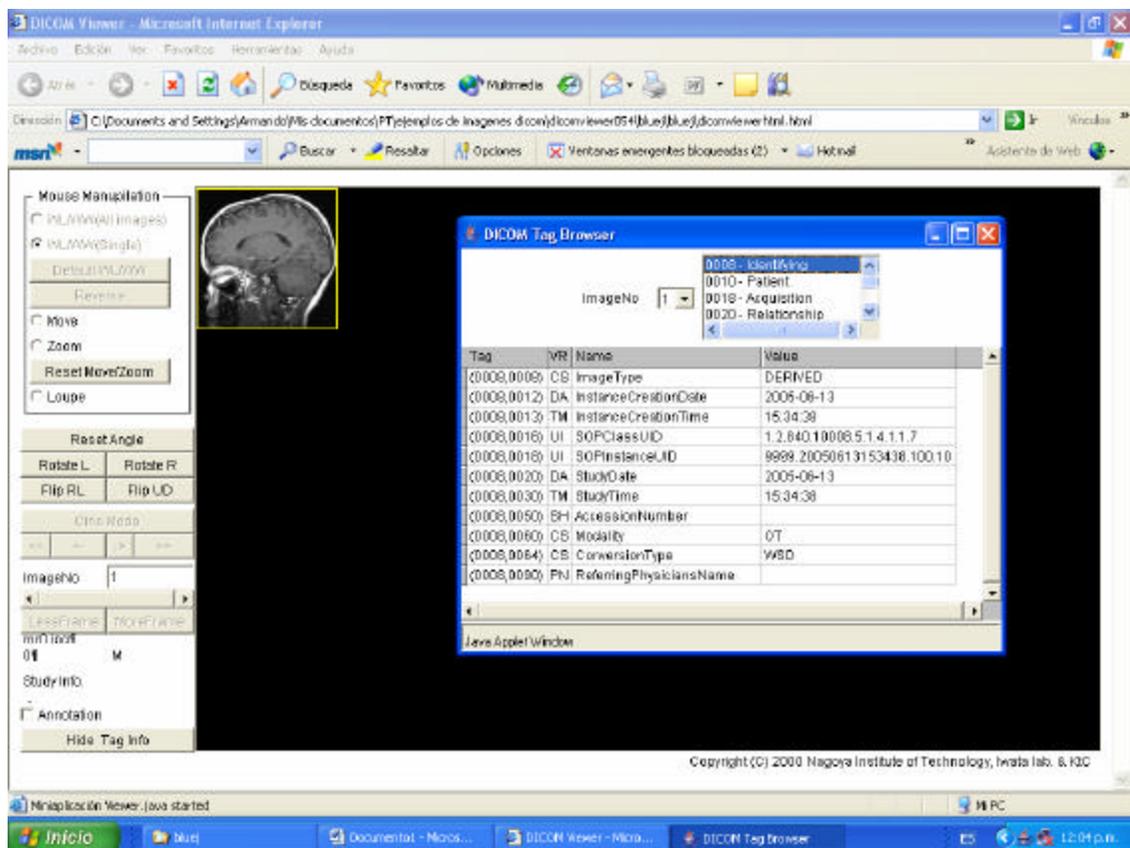


Figura 15 DICOMVIEWER mostrando un ejemplo de una imagen DICOM.

REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE

El equipo a utilizar para el desarrollo de este proyecto deberá apegar a las siguientes características:

Para realizar la documentación del proyecto será una Computadora Personal, Sistema operativo Windows XP con Office

El equipo donde se deberá desarrollar el proyecto tendrá las mismas características de la anterior pero con Sistema Operativo Linux

El Software deberá ser libre utilizando Java.

Como Herramienta para desarrollo utilizaremos:

ARGOUML ver apéndice F

BLUEJ como entorno de desarrollo Java

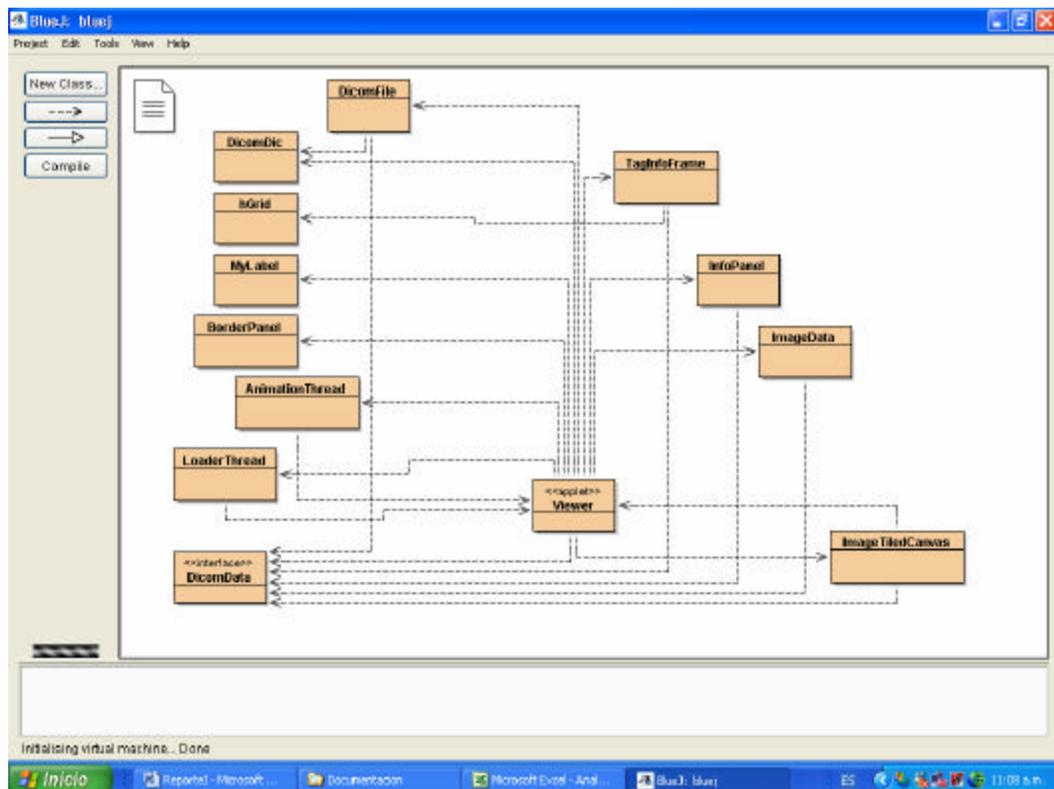


Figura 16 Presentación del a pantalla de BlueJ

UML

Para el desarrollo de este sistema es necesario profundizar más el conocimiento de UML y el proceso Unificado de desarrollo de software.

CONTROLO DE PROYECTO

Para llevar un control de las actividades realizadas para este proyecto fue necesario generar una Bitácora donde se marca diariamente las actividades que se realizan y su estado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Este reporte contiene las actividades que se realizaron durante el Trimestral 05- Primavera, el proyecto se encuentra en la terminación de la primera etapa. Los avances son:

Tema	Estado de la Documentación.	Observaciones
Estandar DICOM	Desarrollándose	
PACS	Desarrollado	
Análisis para la selección del modelo para el visualizador de imágenes DICOM	Se escogió DICOMVIEWER	Esta información servirá de base para el desarrollo de la siguiente etapa
Investigaciones de los tipo de imágenes medicas	Desarrollado	Definir para la siguiente etapa los tipos de imágenes que soportara nuestro sistema.
Requerimientos de Hardware y Software	Desarrollado	
UML	Desarrollándose	Servirá para la documentación de nuestro sistema y sistemas futuros.
Control de Proyecto	Desarrollándose	Servirá de base para realizar los reportes de nuestro proyecto.

En base a estos resultados podemos empezar la segunda etapa.

REFERENCIAS:

- [1] M. Sadiku and C. Sadiku
Writing a research report
IEEE Potentials, May 1988, pp 41-44.

- [2] Dr. Ricardo Hernández
Guía para la Elaboración del Reporte de Investigación
Facultad de Ciencias – ULA

- [3] Armando Jiménez Herrera.
Propuesta del Proyecto Terminal.
“Sistema PACS mínimo basado en el estándar DICOM.”
Octubre del 2004

- [4] National Electrical Manufacturers Association
Part 1: Introduction and Overview
PS 3.1-2004

- [5] Joaquín Azpiroz Leehan et al
Instalación y operación de Sistemas PACS (Almacenamiento y comunicación de imágenes) en México: características fundamentales.
<http://itzamna.uam.mx/joaquin/pacs/PACS2.html>

- [6] Estándar DICOM (Organización NEMA)
<http://medical.nema.org/dicom/2003.html>

- [7] Popkin Software and Systems. Modelado de Sistemas con UML
www.popkin.com

- [8] ArgoUML
<http://argouml.tigris.org>

- [9] Patricio Letelier Torres
Desarrollo de Software Orientado a Objeto usando UML
Universidad Politécnica de Valencia (UPV) - España

- [10] Ivar Jacobson et al
El proceso Unificado de Desarrollo de Software.
ISBN-7829-036-2
- [11] OMG
www.omg.org/uml/
- [12] <http://www.uml derby.org/compare/tool/>
- [13] <http://argouml.tigris.org>