

Almacenamiento y transmisión de imágenes. PACS

Francisco Bordils i Rovira.

Licenciado en Informática por la Universitat Politècnica de València. Técnico de Sistemas. División Médica. AGFA-Gevaert.

Miguel Chavarría Díaz.

Servicio de Radiodiagnóstico de Adultos. Hospital Universitario La Fe. Valencia.

Profesor Asociado. Departamento de Informática. Universidad de Valencia.

¿QUÉ ES UN PACS?

Un PACS es un sistema de almacenamiento y distribución de imagen. Esta definición corresponde a la traducción literal de sus siglas Picture Archiving and Communications System. Normalmente asociamos este sistema a Radiología, debido a que este servicio es el principal generador de imagen de un hospital y además el de mayor consumo.

En un sentido más estricto lo podríamos considerar como un sistema de almacenamiento de imagen radiológica, normalmente recibida de las distintas modalidades.

Entendemos por Modalidad, cada una de las técnicas usadas para la obtención de imagen: Tac, Resonancia, Ecografía.

El protocolo específico que utilizan los sistemas PACS es el DICOM (Digital Imaging COmmunication on Medicine), aunque también se pueden usar otros protocolos específicos para capturar las imágenes.

UNIDADES FUNCIONALES

La unidad funcional del PACS es el estudio.

Las imágenes no se suelen tratar de forma independiente, sino que se agrupan en series estas a su vez se agrupan en estudios.

Un estudio por tanto puede contener una o varias series, cada una de ellas con una o varias imágenes.

Esta agrupación de imágenes/series/estudios ya viene estructurada desde su origen en las distintas modalidades debiendo coincidir a su vez con el criterio elegido para definir estudios utilizado en el Sistema de Información Radiológico.

PROTOCOLO DICOM

Como ya hemos dicho DICOM es el acrónimo de Digital Imaging and Communication on Medicine. Desarrollado por el American College of Radiology y el National Electrical Manufacturers Association es un standard que permite el intercambio de imágenes médicas e informa-

ción de paciente, estableciendo una serie de normas que deben respetar todos los fabricantes.

El que los equipos dispongan del protocolo DICOM no implica que éstos puedan comunicarse directamente. La comunicación entre sistemas se consigue mediante la definición de una serie de parámetros que especifican las particularidades de la transmisión de información entre ellos.

Los parámetros mínimos requeridos son: El AE_TITLE (nombre de la aplicación), la dirección IP (Internet Protocol) y el puerto de comunicación .

El protocolo DICOM dispone de diferentes funcionalidades (o servicios), entre ellos:

- Servicio de Almacenamiento o Archivo. (Storage).
- Servicio de Consulta y Recuperación . (Query/Retrieve).
- Servicio de Impresión. (Print Management) .
- Servicio de gestión de Lista de Trabajo. (Basic Worklist Management).

Para cada uno de los dispositivos que se comunican usando el protocolo DICOM, el fabricante está obligado a crear un documento de Conformidad DICOM en el que debe indicar todos los servicios soportados. Este documento se denomina "Conformance Statement" (Declaración de conformidad).

La comunicación se establece como una especie de diálogo en la que uno de las partes toma el Rol de "Usuario" mientras que la otra parte toma el Rol de "Proveedor", es decir, estos sistemas funcionan con una arquitectura clásica cliente/servidor.



Figura 1. Sala de servidores.

Monográfico: Radiología Digital

Ejemplo: Cuando un TAC quiere imprimir en una impresora. La impresora sería el proveedor de servicio de impresión, mientras que el TAC asume el rol de usuario de dicho servicio.

No es necesario disponer de todos los servicios cuando se adquiere alguna modalidad DICOM. Pero es muy interesante solicitar la funcionalidad deseada, porque algunos fabricantes suelen vender las licencias de algunos servicios por separado.

Ejemplo:

- La opción de Worklist (lista de trabajo), puede incluirse o no en la oferta de determinado equipo.
- Podemos solicitar un Ecógrafo que incorpore la opción de "Worklist". Pero si no disponemos de un equipo "Proveedor" de la información. La lista de trabajo siempre estará vacía.

¿CÓMO ES FÍSICAMENTE UN PACS?

Un PACS puede estar compuesto por uno o varios servidores, junto con uno o varios dispositivos de almacenamiento secundario. Todo esto gestionado por un software el cual suele estar dispuesto en módulos funcionales que actúan todos ellos como un conjunto.

Estos servidores son los que proveen de información a los clientes exclusivos del PACS, que están constituidos por un PC con su correspondiente programa cliente y con monitores de gran resolución.

¿CUÁNDO SE POSEE UN PACS?

Si nos atenemos al sentido estricto de la definición cualquier programa que funcione en un ordenador y sea capaz de almacenar imágenes y recuperarlas de forma más o menos automática constituyen un PACS.

Pero esta solución no es válida para un servicio de radiología de un hospital.

Diremos que disponemos de un PACS cuando poseemos un almacén lógico de imágenes las cuales pueden ser recuperadas desde programas habilitados para tal fin, según nuestra necesidad, ya sea de forma inmediata para estudios actuales o de forma retardada para estudios almacenados en dispositivos de almacenamiento secundario.

Supongo que después de dar tantas vueltas los conceptos siguen sin estar del todo claros: Voy a usar un ejemplo para clarificarlo. "El propietario de un Mercedes considera que tiene un coche, seguramente el propietario de un Twingo también lo considere. Aunque para el propietario del Mercedes no lo considere como tal. Pero ambos coincidirán en que el propietario de un Motocarro no tiene un coche". Al final de la discusión todo se resume en un tema de cilindrada.

En los PACS ocurre exactamente lo mismo un Hospital con 1000 camas necesitará un PACS dimensionado para soportar una carga de trabajo mayor que una clínica de

50 camas y ambos pueden poseer un PACS. Pero si un usuario tiene un programa que permite almacenar y recuperar imágenes en su PC, seguramente ambos Hospitales no lo considerarán como tal.

INTEGRACIÓN RIS-PACS (HIS-PACS)

Cuando hablamos de RIS nos estamos refiriendo al Sistema de Información Radiológico (SIR) ya que RIS es el acrónimo de Radiology Information System. RIS es el programa que gestiona las tareas administrativas del departamento de radiología: citaciones, gestión de salas, registro de actividad e informes. Algunos hospitales no disponen de RIS como tal, sino que su sistema de información forma parte del programa de gestión del hospital, más conocido por HIS (Sistema de Información Hospitalaria).

El PACS no es un ente aislado que recibe y distribuye imagen. La interacción con el RIS es fundamental para el mejor aprovechamiento de las capacidades del PACS.

El RIS proporcionará al PACS toda la información sobre las citaciones existentes, esto implica que cualquier estudio que queramos almacenar en el PACS ha de tener una cita previa en el RIS. A su vez el PACS notificará al RIS que el estudio ha sido realizado y completado para posteriormente proporcionar al radiólogo las imágenes de la exploración realizada de forma que éste pueda elaborar el informe correspondiente en el RIS. Una vez finalizado éste, el RIS envía una copia al PACS y la notificación de que el informe ha sido realizado.

Para realizar todo este intercambio de información se utilizan diferentes protocolos, el estándar para intercambio de información médica es el HL7 (Health Layer 7), aunque existen otros como IDEAS (Intercambio de datos entre aplicaciones sanitarias) desarrollado por la Conselleria de Sanidad de la Comunidad Valenciana.

INTEGRACIÓN TOTAL RIS-PACS

Esta opción que actualmente ya está disponible, es un paso más en la integración antes explicada. Ya no sólo estamos hablando de un intercambio de información, sino que el RIS-PACS funcionan de forma conjunta de tal forma que en las estaciones clientes del PACS podemos acceder tanto a las imágenes como a toda la información referida a los estudios, una vez seleccionada la exploración correspondiente.

UBICACIÓN DE LAS IMÁGENES

Memoria Primaria (Cache Primario):

Es la memoria de trabajo donde el sistema PACS ubica los estudios que recibe o envía y a los cuales el Cliente Pacs puede acceder en un tiempo muy corto del orden de uno o varios segundos.

El inconveniente es su limitación de tamaño. Un estudio sólo podrá permanecer temporalmente en esta memoria.

Monográfico: Radiología Digital

Dependiendo de la cantidad de memoria disponible y de la cantidad de estudios que genere el centro, este periodo oscilará entre unas pocas semanas o algunos meses.

La ventaja es obvia, la velocidad de acceso. Es una ubicación de acceso rápido. Esta memoria la constituyen los discos duros de los servidores.

La tendencia es instalar sistemas PACS cada vez con mayor cantidad de memoria de este tipo, debido en parte a que el coste/Mb se ha reducido mucho y la perspectiva es de que los precios sigan bajando.

Memoria Secundaria (Archivo)

A esta memoria se accede para el almacenamiento permanente de los estudios recibidos en la Memoria Primaria y para recuperar estudios que por su antigüedad ya no se pueden encontrar en la Memoria Primaria.

Es una ubicación de acceso lento (en comparación con la primaria). Está formada por cintas DLT, discos ópticos MOD, CD o DVD, instalados normalmente en un armario que dispone de un brazo robot para intercambiarlos. Los estudios recibidos por el PACS se almacenarán en esta memoria para asegurar su conservación.

El inconveniente es el tiempo de espera para la recuperación de estudios. Normalmente esta espera es bastante mayor que en los accesos a la memoria primaria. Podemos hablar de medio minuto a varios minutos desde la solicitud hasta la recepción del estudio, dependiendo del soporte usado.

Su gran ventaja es su gran capacidad, al disponer de unidades de almacenamiento intercambiables, de forma que podemos sustituir las unidades usadas por nuevas. Estos sistemas pueden almacenar los suficientes Terabytes como para asegurar un almacenamiento permanente. Se conocen con el nombre de "Juke box".

Memoria Remota (Cliente PACS):

Las estaciones clientes del PACS se pueden configurar con su propia memoria de almacenamiento para que reciban copias de estudios sin tener que solicitarlos.

Su principal inconveniente es que su capacidad está muy limitada al tipo de estación además de que pueden generar un tráfico de red, muchas veces innecesario.

La ventaja es la posibilidad de disponer de forma inmediata en cualquier estación remota de estudios que por la carga del PACS o el tráfico de red podrían tardar bastante tiempo en estar disponibles.

COMPONENTES DEL PACS

Los componentes de un PACS los podemos describir de la siguiente manera:

Componentes Físicos:

Servidores: Servidores de datos e imágenes en entornos Unix/Windows/MacOs. Como componente adicional algu-



Figura 2. Librería de cintas DLT. Jukebox.

nos incorporan ampliaciones de discos duros para incrementar la capacidad de almacenamiento.

SAI: Sistemas de alimentación ininterrumpida. Estos además de estabilizar la corriente que recibe el servidor, lo apagan en caso de cortes prolongados de corriente.

Clientes: Ordenadores de gama media con monitores de alta resolución 1Kx1'5K, 2K x 2'5K pixels y superiores en entorno normalmente Windows.

Red Informática: Se trata de un componente fundamental ya que permite la interconexión de todos los elementos del PACS, así como el enlace con el resto del Hospital

Componentes Lógicos:

La parte lógica se percibe como un todo, aunque esta formada por distintos módulos que interactúan interactúan entre si produciendo la sensación de un todo.

Módulo Gestor de Base de Datos: Este módulo es fundamental porque la base de un PACS es el almacenamiento, y la Base de Datos (BBDD) es la encargada de registrar los datos del paciente, la ubicación de estudios, los usuarios y cualquier configuración específica.

Módulo de Gestión de Imágenes: Aunque la ubicación de las imágenes se suele guardar en la Base de Datos, en la mayoría de los casos es otro módulo el que se encarga de guardarlas, recuperarlas o distribuir las. En caso de necesitar compresión de imágenes para el almacenamiento, la tecnología utilizada es la de "compresión sin pérdidas", de forma que la imagen siga manteniendo toda la información diagnóstica y ocupe el menor espacio posible.

Módulo para la Gestión de los Dispositivos de Almacenamiento Secundario: El almacenaje o recuperación requiere de un módulo específico que se sirve de los interfaces con estos dispositivos.

Módulo de Interface con el RIS: Es el conjunto de aplicaciones que se encargan de:

- Recibir toda la información de citas/informes del RIS.
- Generar listas de trabajo que faciliten la introducción de estudios en las modalidades.

Monográfico: Radiología Digital

- Verificación de que todos los estudios recibidos tienen una cita previa.

- Enviar la captura de actividad.

Módulo cliente del PACS: Suele ser una aplicación específica con la que trabaja el especialista con las imágenes almacenadas en el PACS. Dispone de al menos de las siguientes herramientas:

- Selección de estudios
- Recuperación de antecedentes
- Recuperación de Informes previos
- Visualización y Medida

A los que se puede añadir un gran número de utilidades de proceso de imágenes como la reconstrucción de imágenes en 3D, etc...con la finalidad de obtener el mejor diagnóstico por parte del especialista.

VISOR WEB

Los visores Web se encargan de distribuir las imágenes no diagnósticas al resto de especialistas del hospital. Normalmente se considera parte del PACS, ya que es la herramienta que permite la visualización de las imágenes en cualquier PC del hospital que disponga de un navegador. A su vez el visor Web puede distribuir el informe asociado al estudio, reduciendo el tiempo de recepción para el destinatario y la supresión del papel.

Aunque el funcionamiento del visor está muy ligado al PACS, este puede funcionar de forma independiente recibiendo imágenes directamente de las modalidades y distribuyéndolas de igual manera. Los inconvenientes en este caso son el desaprovechamiento de la calidad DICOM original y la imposibilidad de recibir el informe asociado, al no existir la integración con el Sistema de Información Radiológico (SIR)..

El visor web recibe la imagen en formato DICOM y la convierte a un formato diferente de menor tamaño, usando para ello una compresión con pérdida, esto implica una reducción de la calidad por debajo de la considerada como diagnóstica.

A diferencia de los clientes específicos del PACS dispone de menos herramientas de tratamiento de la imagen así

como de una imagen de calidad no diagnóstica. El tiempo de acceso es mayor, ya que aunque el tamaño de imagen es menor, el número de clientes aumenta considerablemente.

Por otra parte los clientes específicos del PACS suelen disponer de monitores con mayor resolución que aprovechan la mayor calidad de imagen, en comparación con los monitores usados por los clientes web.

¿CÓMO ELEGIR UN PACS?

Sinceramente la elección de un PACS es una decisión difícil porque no sólo es importante la cantidad de servidores y la potencia de estos, sino que posiblemente lo más decisivo sea el Software de gestión de este PACS y la red informática que le da soporte.

Debemos tener en cuenta que un PACS irá tan rápido como lo haga él más lento de sus componentes. Un ejemplo ilustrativo sería disponer de unos servidores de gama alta en una red de 10 Mbits, por muy alta que fuese la velocidad de trabajo de los servidores, el cuello de botella sería la red y limitaría la velocidad del conjunto del PACS.

Cualquier solución debe estar precedida de un estudio previo, muchas veces relacionado con el volumen de estudios que genera el hospital y el tiempo durante el cual deseamos que permanezcan los estudios en almacenamiento primario o la cantidad de años almacenados en el archivo. Por tanto se requerirá un estudio de la cantidad de información generada, los clientes PACS necesarios y las posibilidades de futuras ampliaciones.

También es importante la ubicación física del hospital u hospitales cuya información queremos almacenar. Por ejemplo: si un departamento de sanidad decide montar un PACS para atender a varios hospitales, la distribución de los servidores en los hospitales debe estar relacionada con la carga de trabajo de éstos así como con las posibilidades y necesidades de intercambio de información entre ellos.

No será igual la distribución de servidores por el intercambio de información entre un hospital con varios centros de Salud dependientes de él que la distribución entre varios hospitales en igualdad de condiciones.



Figura 3. Estación de diagnóstico y estación WEB

Monográfico: Radiología Digital

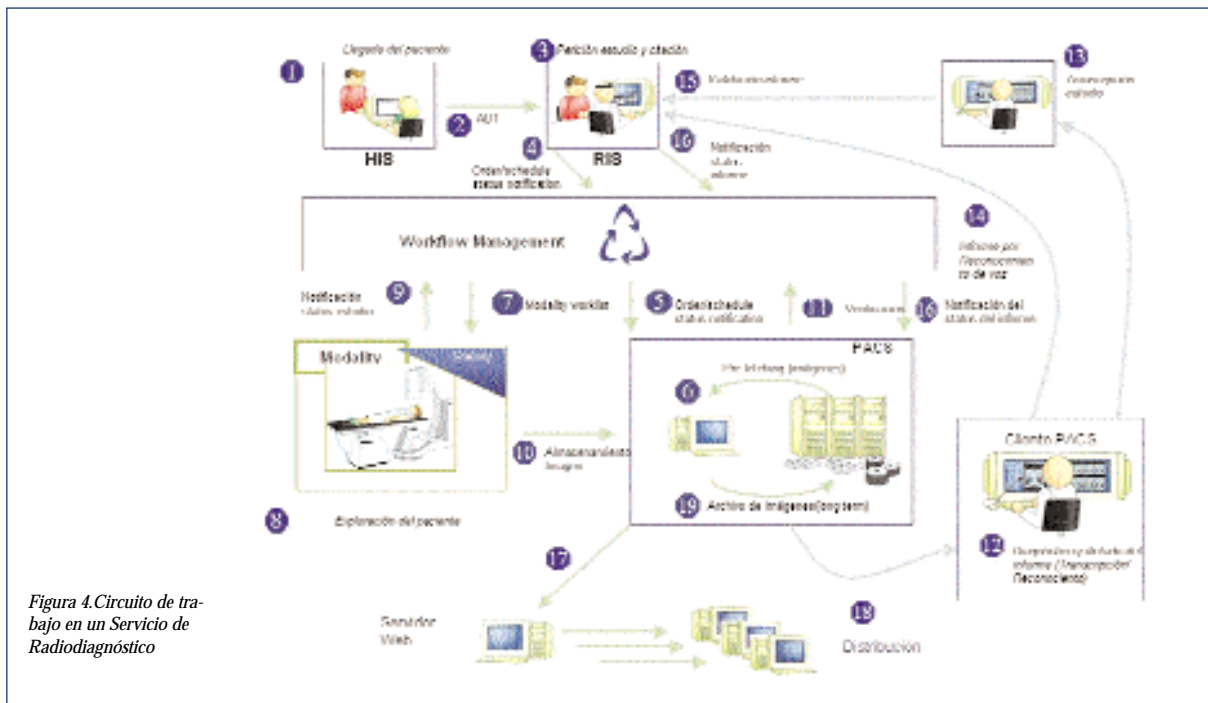


Figura 4. Circuito de trabajo en un Servicio de Radiodiagnóstico

PRE-FETCHING Y ROUTING

Estos anglicismos se usan muchísimo cuando oímos hablar de un sistema PACS, posiblemente porque su traducción simplifique demasiado su funcionalidad.

Pre-Fetching sería el equivalente a Pre-búsqueda. Esta funcionalidad es necesaria muchas veces debido a que los sistemas PACS disponen, como ya hemos dicho, de dos almacenamientos uno limitado y rápido (Primario) y el otro perdurable y lento (Secundario).

Si un cliente solicita una exploración de memoria Secundaria está primero debe ser descargada a la memoria Primaria para poder ser visualizada. Este proceso a simple vista simple puede tardar segundos o minutos, acabando con la paciencia del usuario, si se repite continuamente.

Para solucionar este problema se utiliza el pre-fetching, que consistiría en una pre-búsqueda en función de la información de las citas disponible gracias al RIS, según unas condiciones establecidas normalmente en horas nocturnas donde el trabajo del PACS suele reducirse.

Ejemplo: Búsqueda de los estudios previos de un paciente, que está citado para mañana, para la modalidad CT y la especialidad Torácico-Abdominal en los últimos dos años.

Una vez los estudios previos han sido recuperados estos pueden ser enviados a otra estación diferente externa al PACS, a un visor web o a un cliente remoto del PACS con Memoria propia. Esta opción se conoce como Routing y sería el equivalente a "enrutamiento"

Normalmente está ligada al Pre-Fetching complementando a este aunque también se pueden programar de forma independiente.

Ejemplo: Enviar los estudios recibidos de una especiali-

dad del TAC a la memoria de una estación de reconstrucción tridimensional.

La solicitud de imágenes sin utilizar ninguno de estas funcionalidades se denomina "a demanda" y sirve para testear la velocidad de respuesta del PACS.

INSTALACIONES ADICIONALES

Los servidores suelen requerir SAI (sistemas de alimentación ininterrumpida) dichos sistemas junto con los servidores generan gran cantidad de calor, por lo que necesitan de equipos de refrigeración con la potencia adecuada.

Por temas de seguridad muchas veces se requiere una sala de acceso restringido. Así como al lugar donde se depositen las copias de seguridad de respaldo o backup

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración en la realización de este trabajo de D. Ramón Serrano Vela, Jefe del Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital de la Plana. Vila-real, y José María Pastor Jareño técnico de aplicaciones de la división médica de AGFA-Gevaert S. A.

FUENTES CONSULTADAS

- Adquisición y gestión de Imágenes médicas. Miguel Chavarria I+S Nº 29 enero-febrero 2001
- Instalación y Operación de sistemas PACS (Almacenamiento y comunicación de imágenes) en México: características fundamentales. Joaquín Azpiroz Leehna y Alfonso Martínez Martínez.
- Presentación: Basic Dicom Information. Gerrit Martens.
- Documentación diversa sobre PACS de la empresa Agfa-Gevaert.