

Interfaz Hardware para Captura de Imágenes en Equipos Radiológicos

Claudia Feregrino, Rodolfo González, Karen B. Sánchez
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
cferegrino@inaoep.mx

I. RESUMEN

Un sistema de imagenología digital en un hospital se llama con frecuencia Sistema de Comunicación y Almacenamiento de Imágenes (PACS, por sus siglas en inglés) e involucra la adquisición de imágenes, su almacenamiento, comunicación, recuperación, procesamiento, distribución y desplegado. Uno de los elementos más importantes es el sistema de adquisición de imágenes y en este artículo se describe el diseño y desarrollo de uno de estos sistemas, al que hemos llamado interfaz hardware o gateway para imagenología digital y que servirá a un sistema PACS como punto intermedio entre un equipo médico radiológico y un sistema de información radiológica.

I INTRODUCCIÓN

La introducción de tecnologías digitales y de comunicaciones a hospitales tiene ventajas significativas, como la mejora en la atención a los pacientes y la reducción de los costos de operación. Uno de los sistemas digitales más usados para tal propósito es el Sistema de Información Hospitalaria [1] (HIS por sus siglas en inglés), que auxilia en actividades clínicas y médicas de pacientes en el hospital. En los hospitales, el departamento de radiología e imagen tiene requerimientos operacionales propios. Para éste, un Sistema de Información Radiológica (RIS) apoya tanto operaciones administrativas como clínicas. Su configuración es similar a un HIS, salvo que es en menor escala. Éste puede ser independiente o tener acceso al HIS y tiene una interfaz hacia otro sistema conocido como PACS, Sistema de Comunicación y Almacenamiento de Imágenes [1] que involucra la adquisición de imágenes, su almacenamiento, comunicación, recuperación, procesamiento, distribución y desplegado.

El conjuntar ambos sistemas, PACS y RIS provee medios eficientes para visualizar, analizar y

documentar resultados de estudios, así como un método para efectivamente comunicar los resultados de los estudios a los médicos solicitantes.

Actualmente, se ofrece equipo radiológico con formato de salida digital, incluyendo estándares, tal como DICOM (Imagenología Digital y Comunicaciones en Medicina) [2]. También, equipos viejos pueden ser “convertidos a DICOM” usando computadoras especializadas, muchas veces ofrecidas por compañías diferentes de los proveedores de equipo médico. Además, otros vendedores de equipo no radiológico se están uniendo a los estándares de radiología [3].

En este trabajo se ha diseñado y desarrollado una interfaz hardware de adquisición de imágenes para equipo radiológico que no cuenta con formato de salida digital, específicamente ultrasonidos. Dicha interfaz es capaz de capturar imágenes no-DICOM y enviarlas a través de la red al servidor del sistema PACS que convertirá las imágenes de los estudios al formato estándar.

Este artículo está organizado como sigue: La sección 2 menciona el trabajo relacionado, la sección 3 indica la metodología que se siguió en el desarrollo del trabajo, la sección 4 muestra la arquitectura del sistema, la sección 5 explica los bloques del sistema y describe las pruebas realizadas a la arquitectura y la integración de los módulos, la sección 6 muestra pruebas de la aplicación, y finalmente la sección 7 concluye.

II TRABAJO RELACIONADO

Los equipos médicos diseñados con arquitectura cerrada impiden compartir datos. El costo de reemplazarlos por equipos con estas prestaciones es muy elevado, por lo que se desarrollaron sistemas comerciales intermediarios que integran estos equipos a una red.

En algunos equipos médicos, es posible obtener las imágenes por medio digital y otros por adquisición análoga.

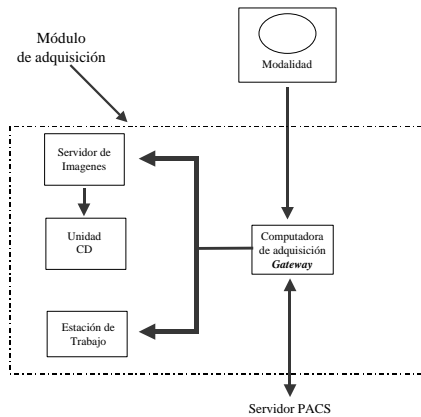


Figura 1. Módulo de adquisición y su flujo de datos [5]

La adquisición digital permite transferir la imagen con la integridad de resolución, bits de profundidad y escala de grises requeridos por el estudio. La captura análoga se encuentra limitada en estos parámetros dado que digitaliza a partir de una amplitud de voltaje [4]. Estos sistemas pueden ser computadoras operando de manera independiente o que comparten información con algún componente del PACS.

Por otro lado hay equipos médicos con puerto para compartir imágenes digitales, sin embargo, el protocolo de comunicación y/o el formato de las imágenes no es estándar, impidiendo conectar directamente a la red. Por ello surgen los gateways de adquisición, que reciben o toman el archivo y lo convierten al estándar DICOM. Un ejemplo de esto, es la integración del SOMATOM PLUS de Siemens instalado en el hospital de Huadong, Shanghai en 1992, que cuenta con un software para compartir archivos por la red [2]. Otro ejemplo, es el sistema de adquisición de imágenes de Tomografía Computada (TC) instalado en el Hospital General de Veteranos de Taichung. Este sistema realiza consultas remotas, lo cual disminuye el tiempo de consulta [6]. La Figura 2 muestra el sistema.

Una de las principales características de sistemas comerciales como DICOMbox de Tech Products y DICOM System de Foresight, es la capacidad de digitalizar las imágenes y estandarizarlas para integrarlas directamente a un PACS.

Algunas de las principales características de estos sistemas se muestran en la Tabla 1. Estos dispositivos reciben directamente la señal de video del equipo, capturan y digitalizan la imagen de un cuadro congelado (imagen) y la convierten a un archivo DICOM para ser enviada al servidor. Los equipos oscilan entre 7,000 y 16,000 dólares de acuerdo a su capacidad y servicios [7,8].

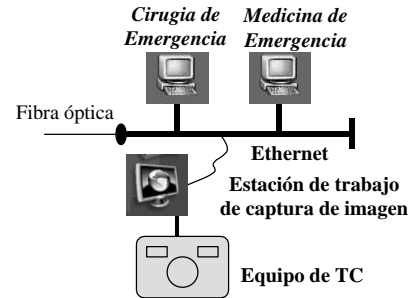


Figura 2. Integración del TC a la red [6]

Tabla 1. Principales características de gateways

Servicios DICOM	DICOM print
	DICOM Store (Opcional)
	DICOM Worklist (Opcional)
Entrada de video	Video estándar (75 ohms)
	Entrada de video compuesto, o RGB y sincronía compuesta 525 / 625 líneas a 30/25 fps
Adquisición de video	Resolución máxima de 768 X 580, 20Mhz, 8bit
Red	Red ethernet 10/100 base T
Características físicas	Altura: 3.25, Ancho: 10.125, Largo:14.125 (pulgadas)

Los sistemas comerciales, incrementan sus costos en un 30% aproximadamente si se requiere capturar video en vivo (streaming capture) [8]. Al parecer estos sistemas no tienen la capacidad de capturar una señal de S-video, requieren un convertidor sin embargo, la señal pierde información al ser sometida a este proceso.

III METODOLOGÍA

En este trabajo, se desarrolla un sistema con características similares a los sistemas comerciales, pero los servicios DICOM son provistos por un sistema externo que recibe las imágenes digitalizadas y las convierte a formato DICOM para así ser almacenadas por el PACS. Con esto se elimina la necesidad de que cada gateway requiera el servicio de DICOM store. También ofrece la capacidad de realizar la captura de una señal de S-video, conservando así la calidad de la imagen. Además se integra encendido automático basado en un reloj de tiempo real. La metodología de desarrollo es la siguiente:

Se investigó cómo acceder a los datos generados por los equipos médicos al realizar estudios para establecer una vía de transferencia de datos entre los equipos médicos y el sistema encargado de digitalizar los estudios. Se diseñó una interfaz para la digitalización de estudios de radiología que transfiriera archivos para su integración al PACS.

Se diseñó una interfaz interactiva para la captura de los estudios que indique al radiólogo en qué etapa de la captura se encuentra, que pueda ingresar información del paciente y elegir en qué momento se comienza la digitalización y otras funciones como: interrumpir estudio, continuar con un estudio interrumpido y encendido automático del sistema. De acuerdo a las características de la interfaz para la digitalización de imágenes, y considerando la comunicación que debe establecer con el servidor para llevar a cabo el PACS, se le asignó el nombre de *Gateway*.

IV ARQUITECTURA DEL SISTEMA

La Figura 3 muestra la comunicación general del sistema. El flujo de información general es el siguiente: Los equipos médicos envían la información de video directamente a la tarjeta de captura, este dispositivo recibe la señal en todo momento. Por otro lado, el gateway permite al radiólogo realizar el almacenamiento de imágenes y manipular completamente el sistema. Una vez que el gateway tiene las imágenes almacenadas, establece comunicación con otros módulos para permitir acceso a ellas.

V BLOQUES DEL SISTEMA

En la Figura 4 se muestran los bloques y señales que componen el sistema general. El sistema general está compuesto por 4 módulos:

- 1) Módulo de captura. Obtiene imágenes analógicas, es configurable y captura imágenes de diferentes tipos: color, blanco/negro, resoluciones no estándar, o captura sólo un segmento de imagen.
- 2) Módulo de almacenamiento. Establece una interacción directa con el módulo de captura. Procesa la imagen capturada y la almacena en un directorio específico para cada equipo médico.
- 3) Módulo de selección. Funge como interfaz entre el radiólogo y el gateway, y permite el acceso a funciones: captura imagen seleccionada, finalizar almacenamiento, interrumpir estudio, y confirmar programación de citas con el RIS.
- 4) Módulo de encendido automático. Está basado en un circuito integrado de tiempo real. Recibe como parámetros la hora y fecha en la que se desea poner en marcha el equipo. Genera una alarma que cambia el estado de una señal por tiempo determinado, activando así el sistema de encendido del gateway.

La unión del módulo de selección y encendido automático da origen al Control. La relación entre los módulos y los bloques que se muestra en la Figura 4 y es la siguiente:

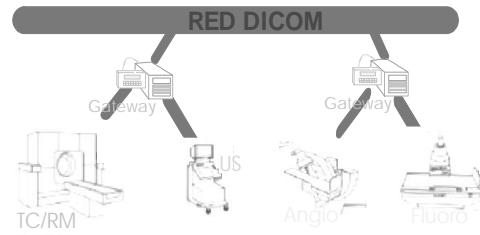


Figura 3. Conectividad entre los equipos radiológicos y la red DICOM

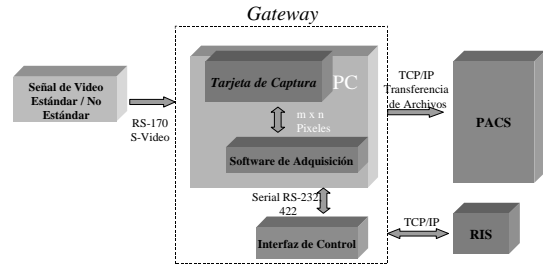


Figura 4. Diagrama a bloques del sistema

- 1) El módulo captura con la tarjeta de captura, 2) el módulo de almacenamiento con el software adquisición, 3) el módulo de selección con la interfaz de control y el software de adquisición y 4) el módulo de encendido automático con la interfaz de control. La Figura 5 muestra el diagrama eléctrico del Control.

Pruebas de Arquitectura

A continuación se describen las pruebas realizadas a cada uno de los módulos:

Módulo de captura. Se probó con las diferentes entradas de señales de video estándar que soporta la tarjeta. Se visualizó el video que se adquiere en tiempo real y se capturó la imagen con un factor de escala.

Módulo de almacenamiento. Una vez que se cuenta con una imagen, se almacena verificando los parámetros como en el módulo de captura. Se evalúa su tamaño, resolución y calidad. Se procesa video continuo recibido (streaming capture).

Módulo de selección. Se evaluaron los elementos independientemente, se integraron y se validaron. El teclado se evaluó a la par de la comunicación serial RS-232. Se desarrolló una aplicación que valida y reconoce el presionar de las teclas. Se probó con el tercer elemento que integra al módulo, utilizando un LCD en lugar de la PC.

Módulo de encendido automático. Se comprobó el funcionamiento general del reloj, configurándolo inicialmente. Se probó también la interrupción que maneja el reloj que es operado

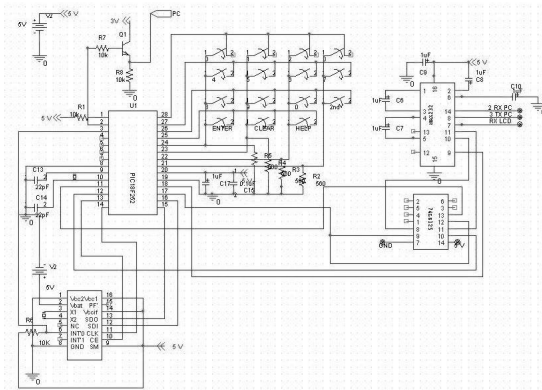


Figura 5. Diagrama eléctrico del Control

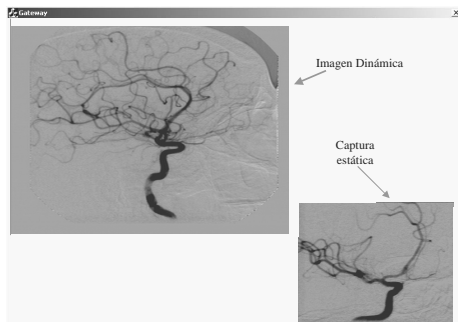


Figura 6. Interfaz del gateway



Figura 7. Gateway

por una alarma dentro del mismo. Esta prueba es necesaria ya que se pretende encender la PC, en horarios establecidos, que se pueden configurar desde el Control.

Integración de módulos

Se creó una aplicación para comunicar el módulo de captura y almacenamiento con el Control. Por un lado se encuentra la aplicación que integra el módulo de captura y el de almacenamiento, por otro el microcontrolador que "orquesta" las funciones del Control. Se verifica que la aplicación realice las tareas solicitadas por el Control, esto es: ingresar identificador de paciente, dar la opción de almacenar estudio, etc. Por otro lado, se verificó el funcionamiento del módulo de selección con el módulo de encendido automático.

VI PRUEBAS DE APLICACIÓN

La Figura 6 muestra la interfaz de visualización del gateway, Figura 7, en operación. Se realizaron las pruebas en un hospital para contar con los equipos médicos así como la validación de los estudios digitalizados por un médico. Se configuró un gateway capaz de digitalizar estudios de dos equipos médicos diferentes de manera simultánea, usando un control para cada equipo. Para la prueba de captura y almacenamiento de estudios se conectó el equipo médico al gateway, y éste a su vez al PACS por medio de la red. La operación fue exitosa, se realizó la transferencia de archivos por medio de la red. Por último, se realizó la prueba del encendido automático con un ultrasonido y un equipo de fluoroscopia.

VII CONCLUSIONES

Desarrollar una interfaz hardware para captura de imágenes radiológicas requiere de tomar en cuenta un gran número de consideraciones tanto técnicas como las que involucran procedimientos del hospital. Sin embargo, el desarrollo propio lleva a una disminución considerable de costos con respecto a los sistemas comerciales, además de obtener sistemas a la medida de los requerimientos de los hospitales. Las interfaces han sido desarrolladas en su totalidad y probadas en un hospital satisfactoriamente.

VIII REFERENCIAS

- [1] Huang H.K., "PACS Principles and applications", Wiley Liss, USA, 1999.
- [2] "Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)", NEMA Standards Publication PS 3, National Electrical Manufacturers Association, Rosslyn, Virginia, USA, (2001).
- [3] Chan W L, Hartzman S, Trambert M, "Successful PACS at a Community-Based Hospital", Proceedings of SPIE, Vol 4323, Medical Imaging, PACS and Integrated Medical Information Systems: Design and Evaluation, USA, 2001, págs. 57 – 58.
- [4] Dreyer, K., Meta, A., Thrall, J., "PACS a guide to the digital revolution", Springer, USA, 2002.
- [5] Siegel, E., Huang, H.K., "PACS and Integrated Medical Information Systems: Design and Evaluation", SPIE, p. 76, USA, February, 2001.
- [6] Yang, C.W., Chung, P.C., Lee, S.K, Chang, C.I., Wen, C.H., Kung, L.Y., "An Image Capture and Communication System for Emergency Computed Tomography", Computer Methods and Programs in Biomedicine, Elsevier, Vol. 52, 1997, págs. 139-145.
- [7] Hoja de datos de DICOM box CA, Ampronix Inc, disponible en <http://www.ampronix.com>.
- [8] Hoja de datos de TMS DICOM SYSTEM, Foresight Imaging, www.foresightimaging.com