



INGENIERIA UC

Organo de Divulgación Científica y Tecnológica
de la Facultad de Ingeniería
de la Universidad de Carabobo



FACULTAD
DE
INGENIERIA
U.C.

LAS TELECOMUNICACIONES, LA TELEMEDICINA Y LA REINGENIERIA DE LA SALUD

**Ochoa G., Daza M., Archila M., Montilla G., De la Torre M., Subacius V,
Vergara T., Escalona P, Barrios V, Acuña M.
Centro de Procesamiento de Imágenes. Facultad de Ingeniería.
Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo.**

Resumen

La Telemedicina es una nueva estrategia para distribuir los servicios de salud que está en uso experimental en la mayoría de los países. En esta nueva especialidad médica-tecnológica se suman los avances de las Telecomunicaciones, la Computación, las Bases de datos y Multimedia. El objetivo de este trabajo es describir cómo se utilizan algunas de estas tecnologías, específicamente las redes ATM y los equipos médico-comunicables de los consultorios tele-médicos, y cómo se integran estas tecnologías en un Hospital Virtual. El concepto de organización virtual establece nuevos lazos entre las organizaciones médicas aisladas, eliminando las barreras geográficas. Este trabajo también analiza algunas aplicaciones (recursos) que se pueden compartir en estas organizaciones. Este nuevo campo (de la Reingeniería de la Salud) abre nuevas perspectivas en nuestro país, que podríamos llamar Bioingeniería Telemédica.

INTRODUCCION

El creciente desarrollo tecnológico de las Telecomunicaciones digitales y los sistemas de procesamiento de datos, han propiciado el surgir de nuevas tecnologías y nuevos enfoques en, muchas áreas científicas. Basándose en este desarrollo comunicacional, la Medicina ha implementado nuevos métodos de consulta y diagnóstico a distancia, originando la aparición de la Telemedicina.

La Telemedicina es una evolución en la forma como se suministra el servicio de salud, que requiere de equipos de Video-Conferencias, Estetoscopia digital y otros, que permiten realizar el tele-diagnóstico y la comunicación directa entre médicos y especialistas, además de proveer facilidades para la transmisión y compresión de audio, video e imágenes médicas enviadas interactivamente [Kim Y et al, 1995].

Uno de los principales obstáculos para el desarrollo de la Telemedicina son las exigencias de la gran variedad de aplicaciones médicas. En este sentido, lo importante es manejar adecuadamente la información del paciente, brindando una interfaz integrada que mantenga bajo un solo ambiente la interconsulta y el conjunto de señales e imágenes que describen la enfermedad. Los requerimientos de un sistema de Telemedicina son los siguientes [Ochoa J., 1996]:

- Un sistema de Video-Conferencias sobre el cual se establecen las relaciones médico-médico, médico-especialista, médico-especialista-paciente.
- Comunicación de imágenes estáticas y dinámicas de baja resolución en tiempo real, como en el caso de las imágenes ecográfica, otoscópica y oftalmoscópica.
- Comunicación de imágenes estáticas o dinámicas de alta definición en tiempo diferido. Este es el caso de la Teleradiología y la Tele-patología.
- Video clip: imágenes dinámicas de alta o baja definición, y operación compartida origen destino.
- Comunicación de señales básicas como Estetoscopia (sonido cardíaco y pulmonar).

- Manejo de historias clínicas. Manejo de bases de datos.
- Ayudas diagnósticas.
- Comunicación de señales específicas como ECG, EEG y Vectocardiogramas

La Reingeniería de la Salud (desarrollo y adaptación de nuevas tecnologías al servicio de la Medicina) está orientada por intereses económicos, políticos, sociales y culturales que generan una nueva demanda y una nueva forma de producir y distribuir los cuidados y servicios de la salud con la Telemedicina. Para las organizaciones médicas ésta se convierte en una estrategia competitiva para la mejora de su productividad y la captura de nuevos mercados. Para la industria de las Telecomunicaciones, la informática, la computación y la de los equipos médicos, representa una oportunidad interesante y de gran impacto económico por cuanto el desarrollo de nuevos productos moviliza economías en recesión y ejerce un efecto multiplicador. Para los países desarrollados, la Telemedicina es una nueva forma de cooperar con los menos avanzados. Para la población en general representa un mejor acceso a la cantidad y calidad de la salud y por el mismo medio la posibilidad de disfrutar de la experiencia "Tele-educativa" asociada (Reingeniería de la educación) y por lo tanto una mejora en el bienestar económico y socio-cultural.

Este trabajo se orienta en su mayor parte a los aspectos tecnológicos de la Telemedicina. Primero se analizan los antecedentes de la Telemedicina, con una revisión de los proyectos interesantes en varios países. Después se estudia la infraestructura de las comunicaciones para la Telemedicina. Luego se describe la tecnología del Hospital Virtual y los requerimientos de los equipos a utilizar en los consultorios telemédicos. Se presentan varias aplicaciones que se pueden integrar en una red de Telemedicina. Finalmente se analiza la viabilidad de la Telemedicina en Venezuela y las conclusiones como último punto.

ANTECEDENTES

La Telemedicina se inicia en U.S.A. con las primeras exploraciones espaciales, en la década de los años 60, cuando en los primeros viajes tripulados se requería la transmisión de los signos vitales de los astronautas al centro de operaciones (Telemetría Fisiológica) [Maceratini R. et al, 1994]. Esta aplicación se hizo más terrenal con el desarrollo de las telecomunicaciones y sus ventajas potenciales, ventajas que se reflejan en términos de beneficios económicos y sociales. Las grandes compañías en telecomunicaciones e informática en acuerdo con los gobiernos, las diferentes instituciones públicas y/o privadas en países desarrollados o en vías de desarrollo invierten millones de dólares en infraestructura de telecomunicaciones digitales, satelitales, superautopistas de la información y redes de comunicación. Inversiones que tienden a incentivar, fusionar y apoyar la apertura de nuevos mercados o aplicaciones como la Tele-educación y la Telemedicina. El impacto económico, el potencial de esta aplicación a distancia en la resolución de los problemas que conciernen a la salud y las ventajas sobre la medicina convencional (reducción de costos, alcance y bienestar social) han permitido el crecimiento vertiginoso de la Telemedicina en el mundo, en sus diferentes modalidades. Se consiguen antecedentes en Países como: U.S.A., Canadá, Italia, Francia, Inglaterra, Holanda, Alemania, Australia, Suecia, Grecia, Hungría, Uganda, Chile, Argentina, Guyana Francesa, Malasia, Hawái, México, China, Líbano, entre otros.

En estos países se desarrollan proyectos de acuerdo a la importancia que se le otorga a las inversiones y las necesidades propias de cada uno de ellos. Así por ejemplo el soporte del Gobierno Federal de U.S.A. para Telemedicina en el año 1994 fue de \$85 millones, para esa fecha 20 estados tenían proyectos preparados o en funcionamiento. Con ello el gobierno esperaba reducir sus costos en el 3% de lo acordado en el presupuesto de salud [Little A., 1994]. Esto refleja una alta eficiencia en la relación costo-reducción. La Unión Europea UE, para la década de los años 90 le da especial importancia a la Telemedicina dentro de sus programas estratégicos en tecnología, junto a la informática médica avanzada, para los cuales asignó una inversión inicial de \$15

Millones. En Italia en el año 1990 la Telemedicina fue considerada programa prioritario por el Ministerio de Pesquisa Científica y Tecnológica con una asignación de \$80 millones [Maceratini R. et al, 1994]. En Australia, en el Estado de Victoria se invierten \$2 millones en un proyecto de Telemedicina Rural [TIE, 1996]. En la Tabla I se presentan algunos de estos proyectos nacionales o multinacionales en curso o en ejecución alrededor del mundo, especificando especialidad, población objetivo, soporte médico y soporte tecnológico.

Corregir los desequilibrios en la distribución geográfica de los cuidados de salud ya no es imposible. La Telemedicina es una fuerza o «Sinergia» que permite a las organizaciones médicas públicas/privadas, nacionales/ internacionales, en fusión o no con otras instituciones (centros de ayuda humanitaria, de investigación, Universidades, Compañías aseguradoras, Empresas de telefonía y otros), extender sus alcances (infraestructura, instalaciones, equipos, servicios, médicos especialistas) y dirigirlos a la captura de nuevos mercados y/o a la cobertura de necesidades insatisfechas en cualquier parte del mundo, lo cual, sin lugar a dudas va a colaborar al logro de una vida mejor.

Tabla I : Selección de algunos proyectos de Telemedicina a nivel mundial.

Proyecto	Especialidad	Soporte Médico
Lugar	Población Objetivo	Soporte Tecnológico
Proyecto I-SNET Pilot Telemedicine Service [Fishman D., 1996] U.S.A.-Connecticut 1994	Teleconsulta Telelaboratorio Teleradiología 600.000 habitantes sin cobertura social	Organización voluntaria AmeriCare Free y el Norwalk Hospital Compañía telefónica SNET
Proyecto SHARE 1985. Hosp. Toronto, [Newfoundland, 1996] East Africa. Canadá- Uganda	Telepediatría Población infantil de Nairobi y Kampala	Agencia de Desarrollo Internacional Canadiense (CIDA), Fac. de Medicina de la Universidad de Kampala. Teleglobe Canadá, Telegraphs of Kenya and Uganda, Intelsat, Univ. of Newfoundland, Canadá
Proyecto European Neurological Network [Paiva T., 1996] Primera fase: Tampere, Marburg, Lisboa, París, Bourdeaux, Islas Azores.	Telediagnóstico electroencefalográfico 20-30% de la población de la Unión Europea de Nacio- nes,(12 países Europeos).	Epileptology Institute, Univ. of London, Hospital Gui de Chauillac, Univ. of Helsinki. —
Proyecto Mission Espace-Terre Sección Telemedicina 97 [ACASTC, 1996] África, Asia y América	Teleconsulta Telesicología Telediagnóstico Población afectada por el Paludismo	Instituto de Fisiología y Medicina Espacial Francesa MEDES, Científicos colombianos, Renault. Agencia espacial francesa (enlaces satélites).
Proyecto de Telemedicina CHILE 1996 [SECICO, 1996] Chile	Telepatología Teleradiología Tele-educación en la Medicina —	Hospital Clínico Universitario. Hospital Sotero del Rfo. Servicio de Computación e Informática SECICO, CTP corp., Tandem-Chile, Coasin.
Proyecto RETNOR MEXICO1996 [INEGI, 1996] Tijuana, Mexicali, Ensenada y San Diego	Telediagnóstico Teletratamiento Teleeducación Población urbana de Baja California, noroeste de México.	Centros Hospitalarios de las ciudades citadas. CICESE, IBM, Altierra Internacional. Teléfonos del Noroeste TELNOR.

Continuación de la Tabla I.

Proyecto	Especialidad	Soporte Médico
Lugar	Población Objetivo	Soporte Tecnológico
American Telemedicine International (ATI) 1994. [ATI, 1996] U.S.A. (Boston), Arabia Saudita, Jordania y Líbano	Teleradiología Telepatología Teledermatología Sitios remotos en el Medio Oriente: Amman, Hashem.	Clínica Mayo Massachusetts, Al Hussein Medical City. Rstar
TQEH Renal Dialysis Telemedicine 1993 [Mitchell. J. et al, 1995] Australia : Wayville, North Adelaide y Port Augusta.	Teledialísis Telesiquiatria Teleterapia 145 pacientes con afecciones renales	The Queen Elizabeth Hospital Picture Tel Inc.
TELECOS 1987 [Maceratini R. et al, 1994], otras. [Cellini N. et al, 1991] Italia	Teleconsultas, Teleradiología, Telecardiología Teledialísis, Telesocorro [Cellini N. et al, 1991]	Hospitales de cuatro regiones italianas. Hewlett Packard, IBM, Unisys, Olivetti, SIP, otras.
The Regional Health Telematic System of Crete 1995 [Tsiknakis M. et al, 1996] Grecia: Atenas, Creta.	Teleconsultas Telesocorro of Crete 1995 Población de las islas University.	Hospital en Atenas, Hospitales Regionales en Creta. TelePACS System, ICS-FORTH, Atenas University.
Proyecto REACH-TV (Rural Eastern Carolina Health-Television Network) 1991. [Jones G., 1995] U.S.A. North y East Carolina.	Telecardiología, Teleradiología Telesiquiatria, Teleneurología, Teledermatología, Teleeducación en Medicina Pacientes recluidos en la	Roanoke-Chowan Hospital, Martin General Hospital, otros. Andries Tek, VTEL Inc.
Proyecto de Telemedicina. Centro de Imágenes. 1997. Venezuela	Telecardiología, Telepatología, Bases de datos.	Instituto Docente de Urología. INSALUD. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo.

INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES: REDIUC

La comunicación e intercambio de información entre las dependencias y Centros adscritos a la Universidad de Carabobo se ha visto limitada, hasta el presente año, por la carencia de un canal de comunicaciones que cumpla con los requerimientos de transmisión de la Institución, ocasionando de esta manera un retraso en el crecimiento académico, tecnológico y en la investigación. Este problema representa uno de los principales obstáculos en el desarrollo de muchos proyectos de la Universidad, ya que hasta este momento la transferencia de información se realiza vía modem, a excepción de algunas dependencias donde ya se establecen comunicaciones directas de baja velocidad a INTERNET.

Debido a lo expuesto anteriormente, se planteó el desarrollo de un proyecto que contempla el enlace de las redes locales en las distintas Facultades y otros Centros, por medio de una red digital integrada de alta velocidad, potenciando de esta manera el flujo de información ya sea en forma de datos, voz, imágenes o video en movimiento, con el aprovechamiento de los grandes anchos de banda provistos por las tecnologías emergentes.

La Red Digital Integrada de la Universidad de Carabobo (REDIUC), estará constituida por un conjunto de sistemas distribuidos en toda la Universidad y en distintos sitios de la geografía del Estado Carabobo, interconectados e interactuando entre sí a través de un enlace de fibra óptica monomodo de 40 Km., y con el exterior por medio de enlaces de microondas y enlaces satelitales.

La instalación, gerencia y control de REDIUC está a cargo de la Unidad de Medios y Comunicaciones Eléctricas (UMCE). La topología de REDIUC se muestra en la figura 1 [Castañeda A., 1996]. En REDIUC están incluidos, como nodos, Centros de salud que constituyen parte importante en el diseño de la estructura comunicacional que conformará el proyecto de Telemedicina.

La interconexión de los Hospitales importantes de la ciudad de Valencia está prevista en REDIUC (figura 1), pero la interconexión para practicar Telemedicina sólo es posible a través de una red virtual denominada «Hospital Virtual de la Universidad de Carabobo para la Ciudad de Valencia». Esta red virtual que se construye sobre la red dorsal universitaria REDIUC se convertirá en la primera organización virtual de este tipo en el país. En la Tabla II se listan los nodos de REDIUC y se especifican las vinculaciones interesantes para el proyecto de Telemedicina.

En el CPI hemos comprendido la importancia de la Telemedicina y venimos trabajando en el proyecto desde el año 1995 [Archila, 1996]. Desde entonces hemos avanzado en su concepción tecnológica, médica y económica. Para este proyecto nos hemos asociado con la Facultad de Ciencias de la Salud, INSALUD y el «Instituto Docente de Urología» IDU (clínica privada) para emprenderlo en forma cooperativa, mientras que a nivel nacional estamos asociados con la Universidad de los Andes ULA (GIBULA y CECALCULA) y con la Universidad Simón Bolívar USB (GBBA). Con ambas universidades compartimos proyectos de investigación y formación doctoral, a nivel internacional, en el área de la Bioingeniería.

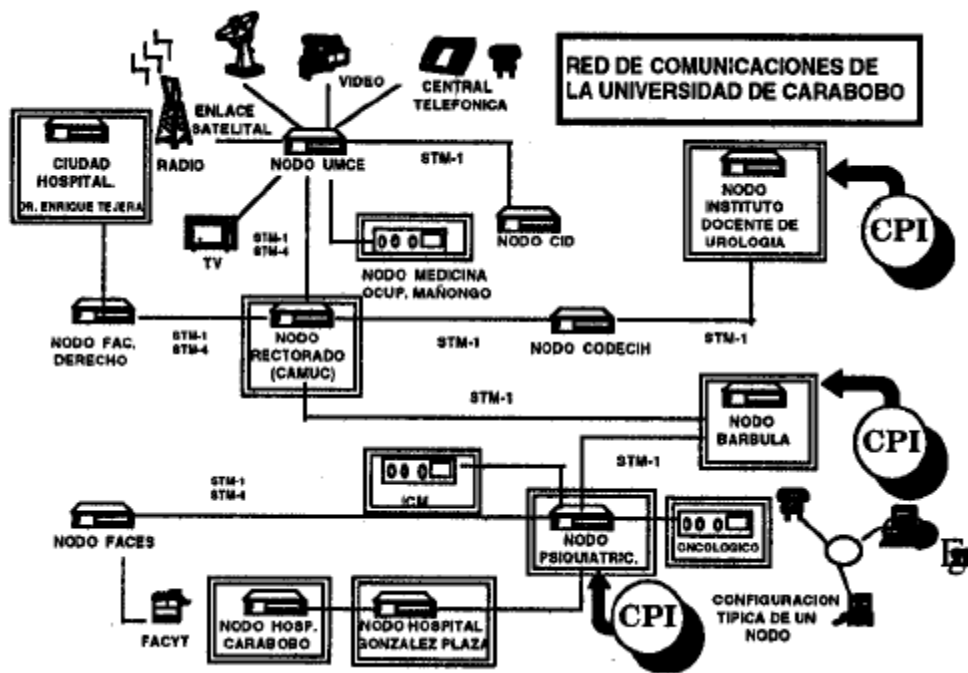


Fig. 1. Esquema de la red de comunicaciones de la UC.

TECNOLOGIA UTILIZADA EN REDIUC

La tecnología empleada en la configuración de la red es ATM (Asynchronous Transfer Mode), la cual se define como un método de conmutación estándar (switching) para servicios de banda ancha (broadband) que usa equipos altamente sofisticados y con especificaciones universales, ajustándose a las necesidades de transmisión de grandes anchos de banda y alta velocidad en los diferentes formatos de vídeo, voz y datos, con posibilidad de transmisiones Multimedia. Las velocidades van desde 155,520 Mbps, y se puede llegar a velocidades de 2,488 Gbps. ATM es un método de conmutación que transporta la información en pequeñas unidades de datos de longitud fija llamadas celdas, diseñado para integrar todos los servicios sobre una sola red. La estructura de las celdas consiste de 5 bytes de encabezado y 48 bytes de información los cuales se almacenan en las celdas siguiendo el proceso "Primero en llegar, primero en ser servido". El switch ATM interpreta el encabezado de la celda usándolo para enrutar la celda hasta su destino (ver figura 2).

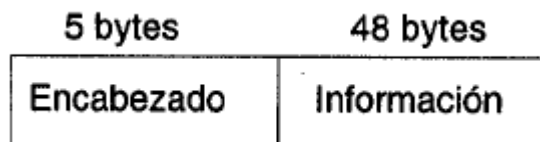


Fig. 2. Formato básico de una celda ATM.

Tabla II. Nodos de REDIUC y sus vínculos con el proyecto de Telemedicina.

Nodo	Función
Instituto Docente de Urología (IDU).	Servicio de Telemedicina.
Ciudad.Hospitalaria Dr. Hospital Enrique Tejera.	Servicio de Telemedicina.
Hospital Angel Larralde (Hospital Carabobo).	Servicio de Telemedicina. Servicio de Telemedicina.
Hospital González Plaza.	Servicio de Telemedicina.
Psiquiátrico de Bárbula: Hospital Oncológico. Facultad de Ciencias de la Salud. Facultad de Odontología.	Servicio de Telemedicina. Investigación Clínica. Formación.
Bárbula: Facultad de Ingeniería. Facultad de Educación. Facultad de Ciencias y Tecnología (FACYT). Centro de Procesamiento de Imágenes (GPI).	Sede del Proyecto. Cooperación Tecnológica Ejecución del Proyecto.
Rectorado. Centro de Asistencia Médica de la UC (CAMUC)	Servicio Telemedicina.
Mañongo. Area de Estudios de Postgrado. Medicina Ocupacional.	Académica «
Unidad de Medios y Comunicaciones Eléctricas. (UMCE).	Comunicaciones
Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CODECHT).	Co-financiamiento del proyecto de Telemedicina.
Centro de Información y Documentación (CID).	
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales.	PCP de Telemedicina.
Facultad de Derecho.	

Las características principales de ATM, que hacen altamente atractiva esta tecnología broadband, son:

- 1.- La posibilidad de transmitir audio y video de alta calidad con poco retardo, ya que puede transportar la información en paquetes constantes (CBR) y variables (VBR) de pequeño tamaño y más rápidamente.
- 2.- Su adaptabilidad a muchos protocolos.
- 3.- Su habilidad para manejar múltiples medios.

En muchos enlaces de banda ancha existe más de un tipo de estructura, siendo éste el caso del formato seleccionado: ATM/SONET, donde ATM provee la plataforma de conmutación y SONET (Modelo de Red Óptica Sincrónica para la Transmisión Digital Telefónica) provee la infraestructura digital y de transporte. Dentro de SONET existen varios estándares los cuales serán implementados en REDIUC de acuerdo a los requerimientos de conectividad y ancho de banda. Los estándares americanos de SONET se basan en las normas ANSI y los estándares europeos SDH que conforman la jerarquía sincrónica digital se basan en las

normas CCITT-ITU. La diferencia entre los estándares es la jerarquía de sus niveles como se puede observar a continuación:

- a) El americano se subdivide en dos jerarquías: STS-Señal de transporte SONET: Synchronous Transport Signal, y OCPortador Optico: Optical carrier. Los niveles van desde 51,840 Mbps para OC-1 o línea óptica 1 y STS-1 o señal de transporte SONET nivel 1, hasta llegar a niveles más altos para ambas jerarquías asociados a velocidades de 2,488 Gbps para STS-48 y OC-48.
- b) El europeo o SDH-Jerarquía Sincrónica Digital, comienza en velocidades más altas que los estándares americanos, ya que su primer nivel es de 155,520 Mbps para STM-1 (Medio de transporte sincrónico nivel 1: Synchronous Transport Medium level 1) y puede llegar a velocidades de 2,488 Gbps para STM16.
- c) ISDN-Red Digital de Servicios Integrados. ISDN es un estándar que permite a una red digital ofrecer conectividad soportando un amplio rango de servicios de voz y datos. Se divide en varios niveles: PRI-ISDN donde la calidad de voz se maneja en un rango de 28,8 Kbps a 64 Kbps, y B-ISDN utilizado en transmisiones en redes broadband como ATM y SONET con estándares tales como H11 y H12 [McClelland I., 1996], con velocidades hasta 1920 Kbps y altas velocidades como H22 y H24 a 622,080 Mbps entre otras [Fore S., 1996] [Grant J., 1994] [Newbrigde, 1996] [Zahir E., 1996] [A P, 1996].

APLICACIONES EN REDIUC

A los diferentes nodos de REDIUC podrán conectarse [Daza E., 1996]:

- Redes Locales de Datos (LAN).
- Redes FDDI (Fiber Distributed Data Interface) a 100 Mbps.
- Sistemas de procesamiento de imágenes y cálculo científico.
- El Supercomputador XPlorer de 16 nodos para procesamiento en paralelo.
- Teleducación: sistemas de Videoconferencias entre las diversas Universidades del proyecto: UCV-ULA-UC.
- Telemedicina en el Hospital Virtual de la UC para la ciudad de Valencia.
- Múltiples canales E1 a 2.048 Mbps siguiendo la norma 6.703.
- Múltiples canales OC-X y SMT-X donde X depende de los requerimientos de ancho de banda Telefonía.
- Consultorios telemédicos.

TECNOLOGIA PARA UN HOSPITAL VIRTUAL

Un Hospital Virtual es una organización basada en Telecomunicaciones de alta prestación, donde se conectan dos tipos de células básicas, el Consultorio Real (CR) o de recepción de pacientes y el Consultorio Virtual (CV) o del especialista. Existen otros servicios que pueden estar operando sobre un Hospital Virtual, entre ellos son muy importantes los de Telepatología y Teleradiología.

Un Hospital Virtual une varias organizaciones reales (Hospitales, Clínicas, etc.) con el propósito de aportar lo mejor de cada organización. El Hospital Virtual presta servicios en su entorno (ciudad, país, internacional) y a otras organizaciones (Industria, Comunidad, Universidad) y recibe servicios especializados de otros Hospitales Virtuales nacionales y de otros países.

En principio un Hospital Virtual dispone de varios servicios especializados: Interconsulta, Instrumental médico en red, Bases de Datos y Administración.

CONSULTORIOS TELEMEDICOS

Un Consultorio de Telemedicina está compuesto de una serie de equipos e instrumentos con características especiales, que proporcionan las facilidades para transmitir a distancia y con fidelidad los aspectos de una consulta médica que permitan establecer un diagnóstico efectivo y acertado del estado de salud de un paciente que se encuentra en un sitio remoto [Ochoa J., 1996].

A continuación se definen varios términos relacionados con la interconsulta en un Hospital Virtual (ver figura 3):

Interconsulta: consulta médica que se realiza a través de un medio de telecomunicación, sin la presencia física del paciente o del médico.

Consultorio de Recepción (CR): consultorio real en el que se reciben y examinan los pacientes. En este consultorio se obtiene la información necesaria del paciente (historia, señales, imágenes, etc.) para realizar un estudio a distancia.

Consultorio Virtual (CV): sitio en el que un médico especializado recibe las señales del paciente, por lo general en tiempo real, enviadas desde un Consultorio de Recepción, las estudia y emite su opinión al respecto.

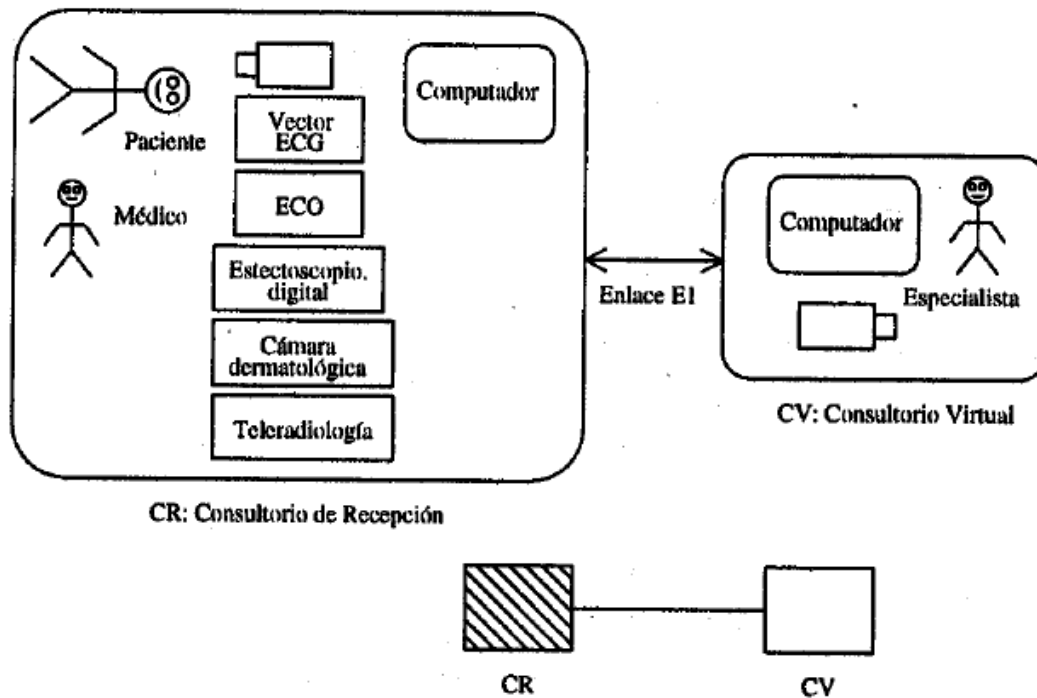


Figura 3. Esquema de una interconsulta entre los Consultorios de Recepción y Virtual.

TECNOLOGIA COMUNICACIONAL UTILIZADA EN EL HOSPITAL VIRTUAL

Un proyecto de Telemedicina define la mejor forma de interconexión de los Hospitales a los nodos ATM. En su proceso de planificación se analizan los siguientes puntos:

- Las tecnologías asociadas a ATM, la cual es una tecnología nueva y poco utilizada en Venezuela.
- Protocolos y topologías existentes.
- Los requerimientos de ancho de banda de los equipos médicos a conectar.

- Enrutamiento de las señales médicas (imágenes, video, voz y datos) entre los diferentes Centros de Salud y el exterior, tomando en cuenta las características y limitaciones propias de los equipos de comunicación.

Desde el nodo ATM que proporciona velocidades determinadas por un ancho de banda de 155 Mbps en STM-1 y superior, bajaremos a velocidades de 2,048 Mbps (E1), dividiendo la señal a través de un switch ATM, el cual tiene como salida un adaptador E1.

El canal de transmisión E1 (2,048 Mbps) es el requerido para la conexión de interfaces seriales de baja velocidad como V.35 (hasta 1920 Kbps) utilizada para conectar los equipos de videoconferencia, RS-232 (38,4 Kbps) y RS449 (hasta 1920 Kbps) utilizadas para conectar los equipos telemédicos. Este proceso se realiza multiplexando la señal que viaja por el canal E1, utilizando un multiplexor de baja velocidad [Lista, 1996] [Protokol, 1996]. La selección de este multiplexor determinará la forma de canalización y enrutamiento de la información.

La tecnología del multiplexor E1 con acceso ATM (E1-ATM) es novedosa inclusive en los países donde el avance tecnológico en comunicaciones es evidente. Este equipo permite:

- Conexión directa al backbone, debido a que el empaquetamiento de los datos es igual al realizado por los switches ATM, lo cual incrementa la posibilidad de la transmisión punto a multipunto y por ende el enrutamiento de las interconsultas.
- Transparencia de la información.
- Tratamiento del vídeo, audio y datos sin retardos.
- Bidireccionalidad.
- Manejo de rangos dinámicos de ancho de banda.
- Manejo de comunicación digital, satisfaciendo los requerimientos Multimedia de la red.

Esta nueva tecnología facilita el diseño de la estructura del Hospital Virtual y la configuración de sus nodos (ver figura 4). Además se pueden conectar fácilmente a la red virtual otros Centros de salud (Clínicas A y B en la figura 5).

Para conectar Centros de salud remotos, inaccesibles físicamente a la red, se emplea el protocolo ISDN para la transmisión vía telefonía digital [Daza E., 1996]. En la Tabla III se dan los requerimientos de comunicación para cada uno de los servicios de Telemedicina ubicados en los Centros de salud que conecta el Hospital Virtual.

Tabla III. Nodos del Hospital Virtual. Redes Interconsulta e Instrumental.

Nodo ATM. Ubicación.	Red Interconsulta			Red Instrumental		
	E1-ATM Fase inicial	E1-ATM Ampliación	Ethernet Fase inicial	Ethernet Ampliación	STM-1 Fase inicial	STM-1 Ampliación
Bárbula (GPI)	2	2	1	1	1	1
Psiquiátrico (ICM)	2	2	1	1	0	0
IDU	2	8	2	2	0	1
Rectorado (CAMUC)	1	2	0	1	0	0
Ciudad Hosp. Enrique Tejera	2	8	1	1	0	0
Hospital Carabobo	0	2	0	1	0	0
Hospital González Plaza	0	1	0	1	0	0
Medicina Ocupacional Mañongo	0	1	0	1	0	0
Psiquiátrico (Oncológico)	0	1	0	1	0	0
Total	9	27	5	10	1	2

EQUIPOS MEDICO-COMUNICABLES

Un consultorio telemédico requiere una alta capacidad de transmisión de información para mantener un nivel de calidad y funcionalidad adecuados. Actualmente existe una gran variedad de equipos que pueden emplearse en Telemedicina, que combinan las características propias de los sistemas médicos convencionales con la capacidad para transmitir las señales y datos de la consulta telemédica [Whitehead R., 1994]. Esto es lo que permite que el paciente pueda ser atendido por un especialista o varios, sin que medie la presencia física. En las Tablas IV y V se destacan los elementos principales que constituyen los consultorios de recepción y virtual, presentados en la figura 6 [Ochoa J., 1996].

SISTEMA DE VIDEO CONFERENCIAS

Un sistema de vídeo-conferencia permite la comunicación audiovisual a través de monitores, generalmente asociados a un computador y ubicados en distintos lugares, posibilitando la interacción de dos o más personas mediante el uso de un enlace de comunicaciones. Este sistema presenta las siguientes características:

- Alta definición de imagen, con una rata de transferencia entre 10 y 30 fps (CIF, FCIF, QCIF) [Pierre C., 1995].
- Sistema de supresión de eco en la comunicación y audio "full duplex".
- Compatibilidad con sistemas de vídeo-conferencia bajo H.320 [Pierre C., 1995].
- Ancho de banda superior a 384 Kbps para asegurar la calidad de la transmisión.
- Conexión punto a punto y/o multipunto.

ESTETOSCOPIO DIGITAL

El propósito de la Estetoscopia digital es la transmisión de sonidos asociados a los elementos acústicos que comprenden los ruidos cardíacos y los relacionados con la ventilación del paciente. El sistema debe proporcionar las facilidades para la recolección de señales de bajas frecuencias, entre 20 y 300 Hz, y poseer un rango dinámico que le permita captar sonidos que estén asociados a disfunciones atípicas, los cuales pueden variar desde 40 Hz hasta 2500 Hz (Fric J., 1996).

Para garantizar la recepción de esta señal acústica en el Consultorio Virtual con claridad y fidelidad, proporcionando una baja distorsión y un bajo nivel de ruido, es conveniente utilizar un ancho de banda superior a 64 Kbps [Dones, 1995], en un intervalo entre 128 y 256 Kbps, dependiendo de las exigencias de las aplicaciones asociadas. Los componentes adicionales al estetoscopio electrónico proporcionan amplificación y la modulación digital de la señal [Andries, 1996], permitiendo obtener una señal de alta calidad que puede ser utilizada para uso clínico. Esta sistema se esquematiza en la figura 7.

Tabla IV Equipos de un Consultorio de Recepción.

Equipo	Especialidad Asociada
Sistema de Video-Conferencias	Consulta interactiva.
Sistema de Estetoscopia Digital (Transmisión)	Auscultación general. Tele-cardiología
Sistema de Videoscopia (Transmisión)	Oftalmoscopia. Otoscopia.
Computadora, Sistema de almacenamiento. Unidad de Disco Óptico. VCG, ECG.	Integración del sistema. Interfaz gráfica. Multimedia. Historias Clínicas. Tele-lectocardiografía.
Módulo digital para conexión a red del equipo de Ecografía.	Tele-ultrasonido.

Tabla V Equipos de un Consultorio Virtual.

Equipo	Señal manejada
Sistema de Video-Conferencias	Imágenes en movimiento (video), transferencia de archivos y gráficos.
Sistema de Estetoscopia Digital (Recepción)	Señales acústicas: corazón, respiración.
Sistema de Videoscopia (Recepción)	Imágenes otoscópicas y oftalmoscópicas.
Computadora. Sistema de recepción para Ultrasonido. Sistema de almacenamiento. Unidad de Disco Óptico. VCG y ECG virtual.	Imágenes ultrasónicas, video, texto, audio. Señales de ECG y VCG.

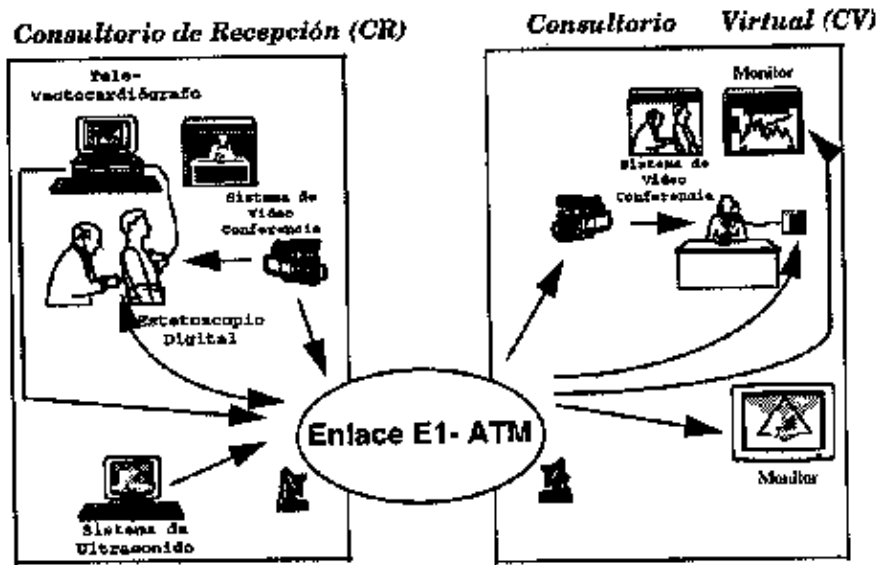


Figura 6. Consultorios de Telemedicina.

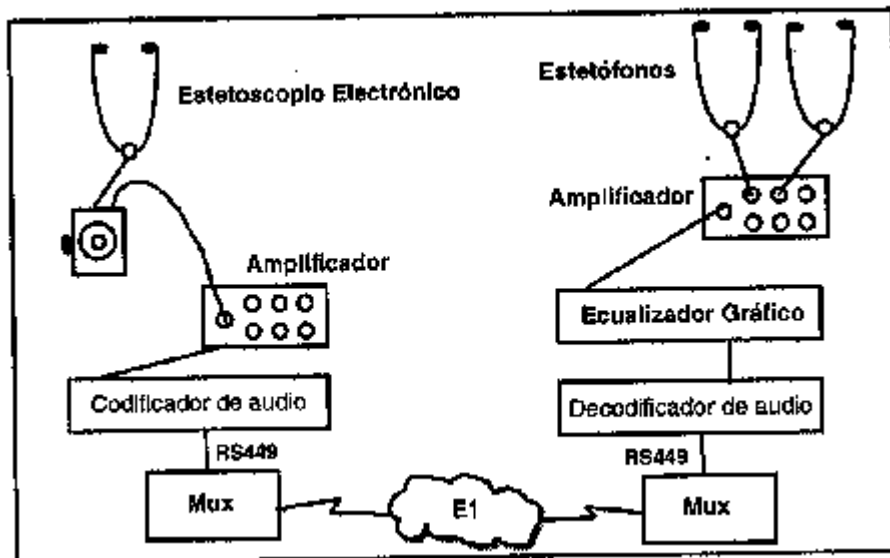


Figura 7. Sistema de Estetoscopia Digital.

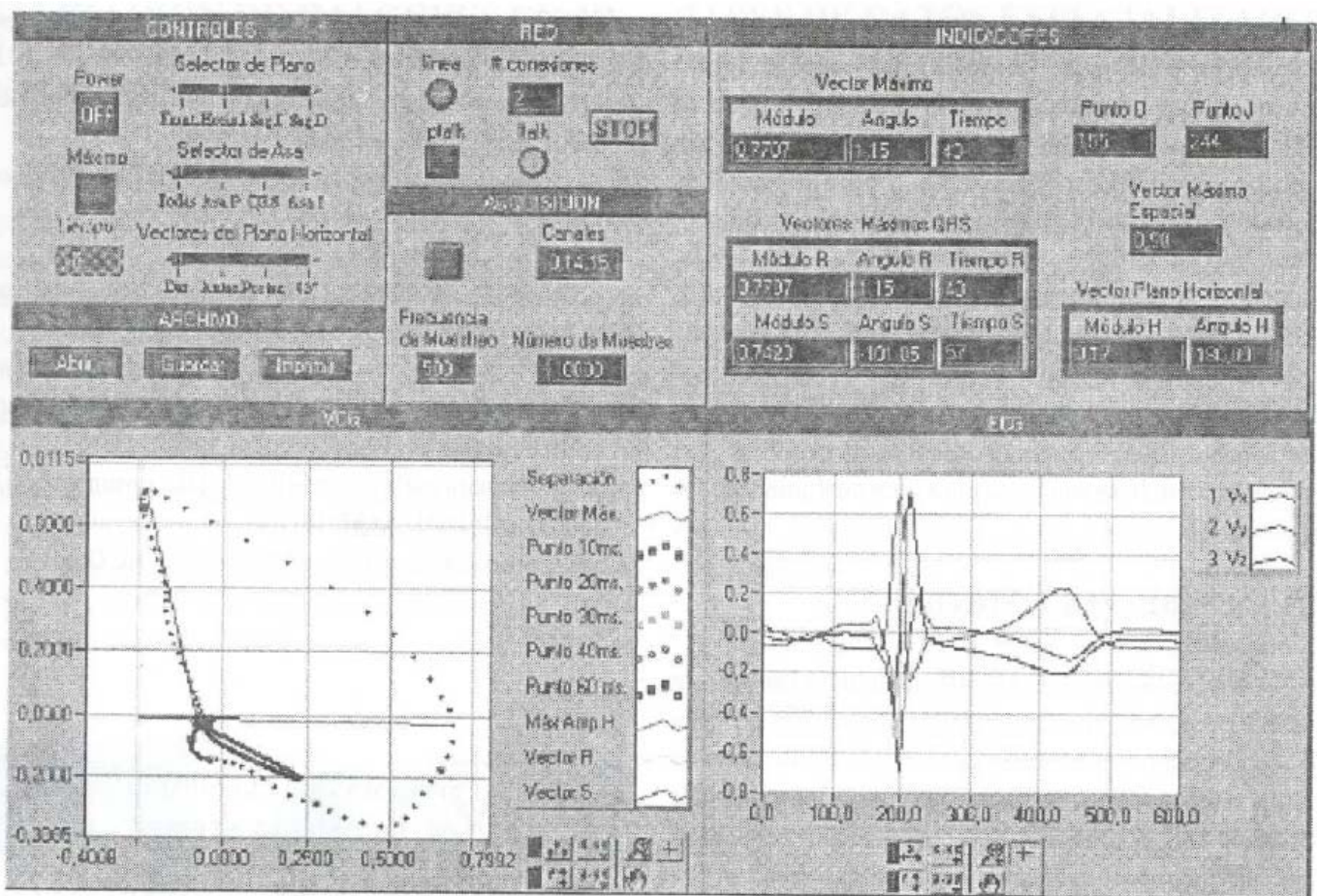


Figura 8. Panel principal del Vectocardiógrafo virtual.

OTOSCOPIO / OFTALMOSCOPIO DIGITAL

Mediante la utilización de un equipo convencional de oto-oftalmoscopia, al cual se le ha acoplado una cámara de vídeo de alta resolución (470 líneas), es posible transmitir la visión en tiempo real, a 256 Kbps, del canal auditivo externo, membrana timpánica, cámara anterior del ojo y retina de una persona. De esta manera se establece el envío de imágenes en un formato S-Vídeo entre el Consultorio Real y el Virtual, las cuales apoyarán el diagnóstico clínico del paciente [Andries, 1996].

VECTOCARDIOGRAFO (VCG)

La Vectocardiografía (VCG) es un método de diagnóstico no invasivo que muestra las fuerzas eléctricas del corazón. En aquellas personas con enfermedades cardíacas estas componentes se encuentran desequilibradas lo que se observa claramente en el VCG. El VCG ofrece además información de fases entre diferentes señales que no son observables en el ECG convencional. Esto es de utilidad para el diagnóstico de isquemias, infartos pequeños (no transmurales), acinesias o discinesias del ventrículo izquierdo, presencia simultánea de

Vectocardiógrafo Virtual.

infarto de cara inferior entre otros. En la figura 8 se observa el panel principal del instrumento virtual que representa el vectocardiógrafo, el cual se encuentra dividido por secciones para facilitar su manipulación [De la Torre et al, 1996a].

El vectocardiógrafo diseñado en nuestro grupo de investigación tiene la capacidad de establecer comunicación remota. El equipo utiliza el protocolo TCP/IP, que permite tanto la comunicación sobre redes simples, como sobre múltiples redes interconectadas. Para realizar la comunicación entre varios equipos remotos simultáneamente, se utilizó el modelo Cliente/ Servidor. El Vectocardiógrafo es un instrumento que se instala en la computadora de un consultorio de recepción para adquirir las señales del paciente. Esta computadora actúa como servidor cuando le suministra los datos a otras computadoras de los médicos especialistas situados en los Consultorios Virtuales, donde se ejecuta un Vectocardiógrafo virtual como el de la figura 8 [De la Torre et al, 1996b].

EQUIPO DE ULTRASONIDO

La señal ecocardiográfica procedente del equipo de ultrasonido puede ser transmitida a través de un canal de 384 Kbps manteniendo una sincronía entre las imágenes bidimensionales y la señal acústica procedente del Doppler espectral. Al disponer de un canal con este ancho de banda es posible orientar la exploración del usuario remoto, realizar cálculos especiales disponibles en los equipos de Ecografía sofisticados y adquirir las imágenes bidimensionales estáticas o dinámicas para su almacenamiento. El potencial de este equipo en Telemedicina es evidente por su costo accesible y por la gama de especialidades que cubre: cardiaca, vascular periférico, abdominal, obstetricia, ginecología, próstata, entre otras. También es posible transmitir una evaluación ecográfica a través de un canal de ancho de banda reducido como el telefónico y utilizar posteriormente la técnica del « vídeo clip» que consiste en enviar la secuencia de imágenes estáticas o dinámicas a baja velocidad para luego mantener una operación compartida origen destino, emulando a distancia las acciones en cualquiera de los dos extremos.

ESTACION DE TELEMEDICINA

Una Estación de Telemedicina integra los equipos descritos con la capacidad operacional de un computador para manejar y almacenar todos los datos asociados con la información médica del paciente. Este sistema es indispensable para el funcionamiento de un Consultorio de Telemedicina.

ESTACION DE TELEMEDICINA TIPICA

A continuación se describe una estación típica de Telemedicina, disponible comercialmente [md/tv, 1996].

- Computador basado en un procesador Pentium de 75 Mhz.
- Registro Multimedia y manejo de datos clínicos del paciente en un solo ambiente (Housecall Software).
- Cámara controlada remotamente. Scanner.
- Control "TouchScreen" del monitor. S-VHS.
- Captura de imágenes, voz y datos.
- Vídeo-Conferencia bajo 11.320 (384 Kbps). Estetoscopio Digital.
- Otoscopio / oftalmoscopio con señal NTSC.
- Interfase para monitoreo fetal.
- Interfase para EKG.
- Codificador-Decodificador de video.

ESTACION DE TELEMEDICINA BASADA EN UNA ESTACION DE TRABAJO DE ALTAS PRESTACIONES

Una Estación basada en un computador Sun Sparc20 puede manejar aplicaciones que requieren una alta capacidad de procesamiento. Las características de un sistema basado en una máquina SUN se citan a continuación [Health, 1996] y la integración de los equipos se muestra en la figura 9.

- Estación de Trabajo SUN de 150 MHZ con 96 Mbytes de RAM bajo UNIR.
- Alta capacidad de almacenamiento (Disco Duro de 2.1 Gb) y sistema de archivos PACS.
- Manejo de vídeo-conferencia bajo MPEG (Parallax XVideo).
- Cámara controlada remotamente. Base de Datos Multimedia y software de comunicaciones.
- Otoscopio / oftalmoscopio con señal NTSC.
- Micro-cámara con capacidad para realizar Dermoscopia.
- Scanner de alta resolución (2000x2000) para Tele-radiología.
- Estetoscopio Digital.
- Soporte para múltiples medios de telecomunicación (E1, TI, Internet, FDDI, ATM, ISDN).
- Transmisión de señales ultrasónicas y ECG

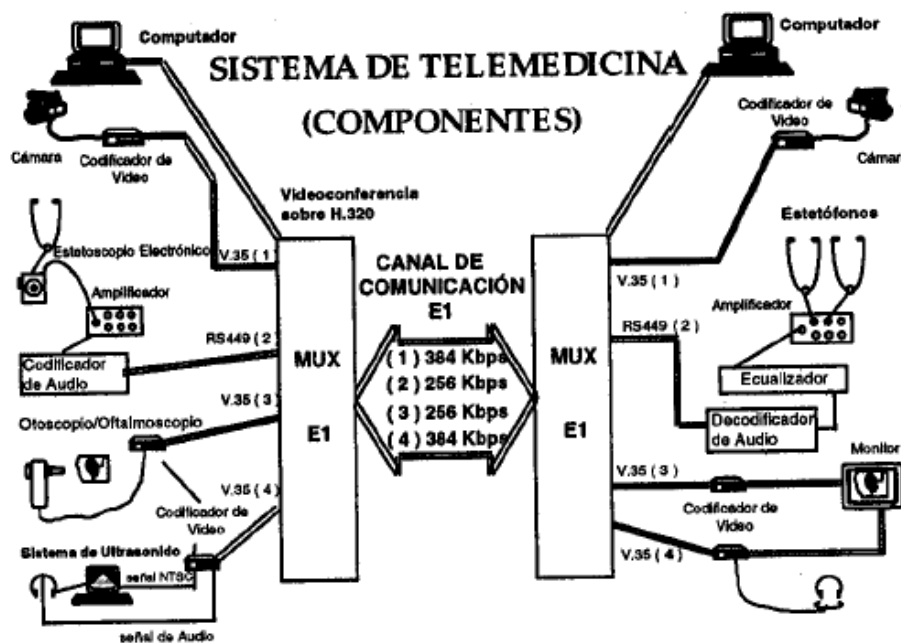


Figura 9. Componentes de un Sistema de Telemedicina.

APLICACIONES QUE SE INTEGRAN AL HOSPITAL VIRTUAL

Entre los objetivos novedosos de la Telemedicina se encuentra beneficiar a médicos y pacientes del uso, a través de un canal de comunicación, de instrumentos especiales de muy alto costo. El uso compartido de éstos ofrece la posibilidad a los centros de salud de utilizar equipos modernos que ayuden en un mejor diagnóstico, terapia, cirugía y posterior tratamiento del paciente. En este sentido, la red «Instrumental» se suma a la red de «Interconsulta» para explotar el uso de estos recursos. La idea es que el instrumento médico se distribuya y haga uso de un recurso central o varios, aumentando su propia capacidad de prestación. De esta manera es posible que un especialista pueda hacer uso de un Supercomputador para hacer Medicina 3D con una mínima inversión.

VISUALIZACION DE IMAGENES EN 3D COMO APOYO AL DIAGNOSTICO EN TELEMEDICINA

Uno de los proyectos de nuestro grupo de investigación denominado MIRANDA se orienta a la aplicación del procesamiento paralelo en la visualización de imágenes médicas en 3D, provenientes de Tomografía y Ultrasonido. Con la aplicación de diversas técnicas de visualización como el trazado de rayos, la clasificación difusa y el modelo de Phong, se ha desarrollado un algoritmo que permite la reconstrucción de imágenes provenientes de la Ecocardiografía 2D y la Tomografía axial computarizada. Las técnicas mencionadas ayudan a crear un efecto de realismo en la imagen resultante (figura 10). Adicionalmente el algoritmo permite manipular la imagen realizando cortes y obteniendo distintas perspectivas del volumen [Escalona et al, 1996a].

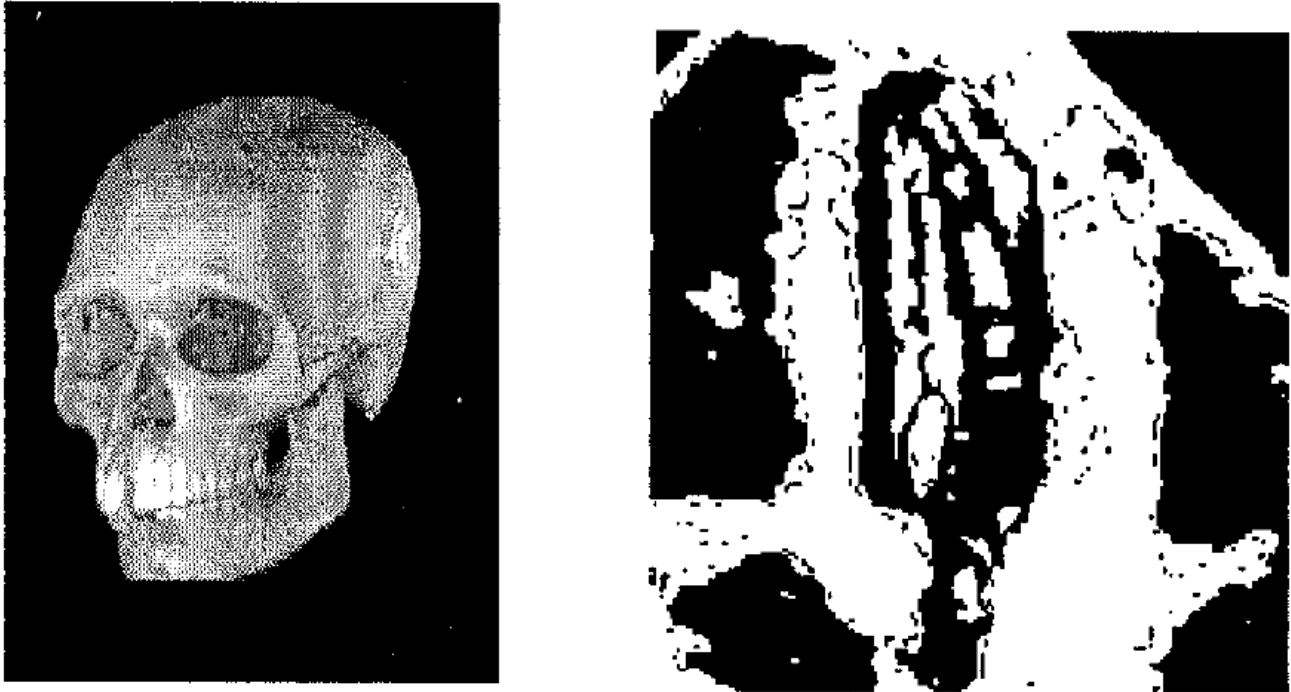


Figura 10. Visualización tridimensional en TAC y Ecografía.

Debido al gran volumen de datos que se manejan en este tipo de aplicaciones el algoritmo mencionado se instaló sobre una maquina de arquitectura paralela con 16 nodos, equivalentes cada uno a un procesador PowerPC. De esta forma los procesos de visualización y manipulación son acelerados aproximadamente en forma lineal [Escalona et al, 1996b].

El uso de equipos con alto poder de cómputo para aplicaciones importantes en el área médica no es accesible en forma general para muchos Centros de salud, públicos o privados. El norte del proyecto es brindarle a la comunidad médica de cualquier especialidad un instrumento de apoyo en la observación de las imágenes médicas en 3D, las cuales se encuentran hoy limitadas por su presentación 2D. El uso de está herramienta bajo la modalidad de acceso a distancia permitirá progresivamente integrar, de forma virtual, un instrumento adicional de consulta e investigación en los consultorios.

BASES DE DATOS ESPECIALIZADOS

En un medio hospitalario, donde se utilice la Telemedicina, es necesario organizar la información para estructurar y clasificar los datos médicos en un solo ambiente, de tal forma que el acceso y manipulación de todos los datos se realice fácil y rápidamente. La información que normalmente se maneja en un consultorio

telemédico es variada e incluye formas mecanografiadas, imágenes en diferentes formatos, sonidos, videos y datos. En la práctica de la Telemedicina, el manejo de la información adquiere mucho valor. En este sentido, un Sistema de Bases de Datos debe ofrecer la posibilidad de almacenar la información Multimedia y recuperar fielmente los datos de cada paciente, garantizando además la confidencialidad y seguridad de los mismos.

Los Sistemas Manejadores de Bases de Datos (DBMS) son los que permiten que numerosos usuarios accedan simultáneamente a las Base de Datos, permitiendo asegurar la eficacia de los accesos. En entornos multiusuario, como en un sistema de Telemedicina, el DBMS protege la base de datos contra las actualizaciones erróneas o no autorizadas para asegurar la coherencia de los datos. Todas las funciones se realizan de manera transparente al usuario, el cual interactúa con las DBMS a través de un programa de aplicación. Otro requerimiento de un DBMS para Telemedicina es que debe poder manejar una gran variedad de especialidades médicas, que requieren la manipulación de información de diferentes fuentes y en distintos formatos.

Una de las posibles aplicaciones de un sistema de información en Telemedicina se desarrolla con el Proyecto de Imagenología de Cáncer de Mama [Vergara T. et al, 1996] de nuestro grupo de investigación, el cual involucra el uso de una base de datos relacional que maneja información tanto clínica como de imágenes de pacientes del Hospital Oncológico Dr. Miguel Pérez Carreño de Valencia. Los Tele-patólogos pueden almacenar histologías y preparar diagnósticos utilizando programas de procesamiento de imágenes, consiguiendo parámetros que, junto con la información clínica, hacen posible un estadiamiento correcto del cáncer.

VIABILIDAD DE LA TELEMEDICINA

La Telemedicina se plantea como una actividad socialmédico-tecnológica-económica que viene ocupando un sitio importante a nivel mundial al final de esta década. Existen una serie de factores que cooperan a la aceptación y expansión de la Telemedicina, y a su inclusión como una actividad cotidiana del tercer milenio. Estos factores son:

Sociales: La Telemedicina resuelve un problema de distribución de la experticia médica donde es escasa.

Médicos: Los adelantos tecnológicos siempre han significado mejoras en la calidad de la Medicina. La Telemedicina significa practicar la Medicina de una forma más eficiente, con un incremento en la confianza del diagnóstico médico en beneficio del paciente.

Tecnológicos: Las nuevas tecnologías en ATM, computación y multimedios [Daza E., 1996] [Ochoa J., 1996] propician la Telemedicina. Muchas compañías están desarrollando los equipos médico-comunicables para este nuevo mercado.

Económicos: (a) La Telemedicina da valor agregado a las inversiones en las Telecomunicaciones y recibirá el apoyo de las compañías internacionales en esta área para aumentar sus rentabilidades. (b) Telemedicina significa una nueva forma de enfrentar un mercado sub-atendido. Capturar mercados será una de las nuevas particularidades del que hacer de las organizaciones médicas en los próximos años. En este sentido la Telemedicina es una manera eficiente para distribuir en forma virtual un mayor número de especialidades.

Nuestro país no escapa a estos argumentos y nuestra ciudad se presta para que la Telemedicina se inicie gracias principalmente a la decisión de la Universidad de incursionar en el campo de las Telecomunicaciones con su Red dorsal. Esto se suma al gran interés de nuestro grupo de investigación y a la participación de la Institución de Salud para hacer factible el proyecto «Hospital Virtual de la Universidad de Carabobo para la Ciudad de Valencia». Estamos seguros que a él se irán sumando otras organizaciones médicas importantes de la ciudad.

RECONOCIMIENTOS

El proyecto de Telemedicina cuenta con apoyo de la Facultad de Ingeniería, de INSALUD, de la Facultad de Ciencias de la Salud, del IDU, de la UMCE, de los proyectos VECTOR y MIRANDA y el financiamiento del CONICIT y del CDCH U.C..

CONCLUSIONES

- En un futuro, las Instituciones médicas, públicas y privadas, contarán con «Servicios de Telemedicina».
- La Telemedicina apoya el surgir de una nueva especialidad de la Ingeniería, que dará un gran impulso a la Ingeniería Biomédica en el país, se trata del Ingeniero Telemédico.
- La Telemedicina nos brinda la oportunidad de utilizar la tecnología en beneficio de la sociedad.

GLOSARIO.

ABR (Available Bit Rate). Un tipo de servicio ATM en el cual la red localiza los requerimientos de ancho de banda del transmisor y notifica al transmisor que puede reducir su tasa de transmisión hasta que la situación de congestión cese.

Ancho de banda (bandwidth). Rango de frecuencias disponibles para la transmisión. Determina la cantidad de información que puede ser transmitida en una unidad de tiempo. Actualmente se trabaja en bits por segundo.

ANSI. Una organización que representa a los Estados Unidos en la Organización Internacional de Estándares. Sus miembros incluyen portadores de telecomunicaciones, industriales y otras organizaciones creadoras de estándares.

Asynchronous-Asincrónica. Señales que trabajan en ciclos distintos de reloj. Estas señales generalmente no tienen relación entre ellas y tienen diferentes frecuencias y fase.

Audio full duplex. Capacidad de un sistema de audio para mantener un intercambio simultáneo de señales acústicas durante una sesión de video-conferencia.

BRI-ISDN. Basic Rate Interface - ISDN. Consiste de 2 canales de 64 Kbps para datos y uno de 16 Kbps para sincronización. Canalización. El proceso por el cual las celdas ATM son transferidas a través de la red.

CCITT-ITU. Comité de Consulta Internacional de Telégrafos y Teléfonos. Organización que dicta normas y estándares.

CIF. Common Intermediate Format. Formato de transmisión para video-conferencia de una imagen de 352x288 pixels a 15 cuadros por segundo.

Codec. Equipo que permite codificar, decodificar y comprimir una señal para enviarla, en forma digital, a través de un canal de comunicación.

Conmutación. Una técnica usada para transmitir entre dos puntos. Se ejecuta con la selección de las líneas disponible; para la transmisión.

Constant Bit Rate (CBR). Una transmisión de datos síncrona que puede ser representada por una cadena continua de bis celdas. Las aplicaciones tales como transmisión de voz generar patrones de tráfico CBR. CBR es un tipo de servicio ATM en e cual la red garantiza al transmisor satisfacer los requerimiento; de ancho de banda y calidad de servicio (Q°S).

ECG. Electrocardiograma. Trazado gráfico de las corriente eléctricas producidas por la acción del músculo cardíaco constituido por una línea quebrada, con ascensos y descenso correspondientes a la actividad auricular y ventricular.

Ethernet. Estándar desarrollado por Xerox para redes de área local.

Fiber Distributed Data Interface (FDDI). Un estándar par redes de área local basado en el pase de testigo usando un fibra óptica a 100 Mbps. FDDI 2 opera a 200 Mbps incorporando voz y video.

FCIF. Full Common Intermediate Format. Formato de un imagen de 352x288 pixels a una rata de transmisión de 3i cuadros por segundo para video-conferencia.

fps. Frame per second. Número de cuadros (imágenes) transmitidos por segundo a través de un canal de comunicaciones.

Frame relay. Un estándar para transporte de información en paquetes con detección de errores. Interconecta redes de área local. Transmite voz y datos.

Gb, Gbps, Gigabits por segundo. 1 Gigabit es un billón de bits (1.073.741.824 bits).

G.703. Estándar definido por ANSI. Dicta las especificaciones físicas y eléctricas del medio y su forma de conexión.

ISDN. Integrated Services Digital Network. Sistema de redes telefónicas que permiten la transmisión simultánea de datos, imágenes, voz y video en un solo canal digital.

Kbps. Kilobits per second. Abreviatura que indica la cantidad de información, en miles de bits por segundo, que puede transmitirse por un canal de comunicación.

Mbps. Megabits por segundo (un millón de bits)

Multiplexor. Equipo de comunicaciones que permite separar el ancho de banda de la señal de entrada en múltiples salidas que manejan una fracción del ancho de banda total.

NTSC. National Television Standard Committee. Sistema de transmisión de TV en Norteamérica y Japón cuya imagen se compone de 525 líneas de resolución y se transmite a una frecuencia de 60 fps.

PRI-ISDN. Primary Rate Interface - ISDN. Consiste, en Norteamérica y Japón, en 23 canales de 64 Kbps cada uno para datos y 1 canal de 64 Kbps para sincronización, equivalentes a un canal de comunicación de 1.544 Mbps o T1. En Europa son 30 canales de 64 Kbps y uno para sincronizar, equivalentes a un canal E1 de 2.048 Mbps.

Protocolo. Formato de datos requerido por los dispositivos de red para poder interpretar, sincronizar y enrutar.

Punto a Multipunto. Conexión unidireccional con una salida (transmisor) y varias entradas (receptores).

Punto a Punto. Conexión unidireccional o bidireccional con solo dos participantes: transmisor y receptor.

QCIF. Quarter Common Intermediate Format. Formato de una imagen de 176x144 pixels en una vídeo-conferencia a una rata de transmisión entre 7.5 y 15 cuadros por segundo

S-Vídeo. Señal de video en la cual la luminancia (componente monocromática) y la crominancia (componente de color) están cuidadosamente separadas, presentando una imagen con mayor brillo, nitidez y contraste.

Switch. Equipo de comunicaciones usado para transmitir información entre puntos geográficamente alejados. Se basa en procesos de conmutación presentando como característica principal que cada una de las salidas manipula el mismo ancho de banda de la entrada. Su función es la de ramificar la red.

SW56. Switched Network. Red conformada por circuitos que conectan temporalmente dos o más canales entre dos o más puntos, para proveer al usuario de un canal abierto, de uso exclusivo para intercambio de información a 56 Kbps.

Synchronous. Señales que son producidas con la misma referencia de tiempo (temporizadas) y tienen la misma frecuencia.

TAC. Tomografía Axial Computarizada. Técnica radiológica basada en la reconstrucción matemática de los tejidos orgánicos a través del análisis cuantitativo de las densidades elementales de dichos órganos, utilizando un computador para dichos cálculos matemáticos.

Touchscreen. Tecnología aplicada a un monitor que permite identificar y controlar diversos procesos en una aplicación simplemente con tocar el monitor en la posición respectiva.

Variable Bit Rate (VBR). Transmisión asíncrona de datos que puede ser representada por grupos irregulares de bits o celdas seguidos por bits o celdas no usadas. Muchas aplicaciones a excepción de voz y vídeo generan patrones VBR.

VCG. Vectocardiograma. Trazado o figura que representa la magnitud y dirección de las fuerzas eléctricas a partir de las derivaciones típicas del electrocardiograma.

Vídeo Compuesto. Señal de vídeo combinada de luminancia y crominancia. Formato de mayor difusión en la actualidad.

Whiteboard. Ventana gráfica en un sistema de videoconferencias que permite el intercambio de anotaciones entre los participantes.

REFERENCIAS.

- Andries Tek (1996): «Prospecto informativo de los productos.» Andries Tek Inc.». U.S.A.
- Archila M., Montilla G., Subacius V. (1996): «Telemedicina. Beneficios. Un Hospital Virtual para la Ciudad de Valencia». 1er. Congreso de Investigación de la Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.
- Asociación de Científicos Colombianos (1996). Colombia. <http://perso.magic.fr/acaste92.html>.
- ATI. <http://www.arabia.com/star/960321/TEA.html>. U.S.A.
- «ATM Primer». <http://www.indra.com/unicom/priatm.html>. U.S.A.
- Castañeda A. (1996): «Folleto informativo sobre REDIUC». Unidad de Medios y Comunicaciones Eléctricas (UMCE). Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.
- Cellini N., Trodella L., Valentini V. (1991): «The TELECOS Project: Experience of the Instituto di Radiología». Rays. October-December. 16(4). pág: 452-5. Italia.
- Daza E. (1996): «Telemedicina. Tecnología de las Telecomunicaciones para un Hospital Virtual». Reporte Interno N° 96-01. Grupo de Procesamiento de Imágenes. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.
- De la Torre M., Subacius V., Archila M., Montilla G., Barrios IV. (1996): «Vectorcardiógrafo Comunicable». IV Interamerican Conference on Engineering and Technology Education. INTER-TECH 96. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.
- De la Torre M., Marc E., Subacius V., Montilla G., Torres J., Barrios V (1996): «Comunicación entre dos vectorcardiógrafos basada en el protocolo TCP/IP». 1er. Congreso de Investigación de la Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.
- Escalona P., Montilla G. (1996): «Visualización de Imágenes en 3D. Técnicas de Iluminación». 1er. Congreso de Investigación en la Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela. 1996.
- Escalona P., Larrazábal G., Montilla G., Torrealba V., Acuña M., Barrios V (1996): «Proyección Volumétrica Paralela de Imágenes Médicas». IV Interamerican Conference on Engineering and Technology Education. INTER-TECH 96. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.
- Fishman D. (1994). E-mail: Ddish10315@aol.com. U.S.A.
- Fore System Inc. (1996): «A guide to ATM data networking. What is ATM technology». Warrendale, <http://www.fore.com>. U.S.A.
- Fric J. (1996): «How to select an Audio Codec». Telecom Inc. <http://www.aeta.conVhtml/select-codec.html>. U.S.A.
- Grant J. (1994): «K Net's Instant background to ATM». E-mail: atm-info.@k-net.co.uk. U.S.A.
- HealthCom Inc. (1996): «Prospecto informativo de la compañía HealthCom Inc». U.S.A.
- INEGI (1996): Dirección de Políticas y Normas en Informática. México. E-mail: DPNI@adpni.inegi.gob.mx.
- Jones G. (1995): «Rural Eastern Carolina Health-Television Network». U.S.A. E-mail: gloria@sparky.med.ecu.edu.
- Kim Y, Cabral J., Parsons M., Lipski G., Kirchdoerler M., Sado A., Bender N., Goeringer F. Seahawk: (1995): «A Telemedicine Project in the Pacific Northwest». Department of Electrical Engineering». University of Washington. Seattle. U.S.A. <http://icslee.washington.edu/projects/gsp9/spie95/seahawk/>
- «Lista de compañías proveedoras de multiplexores en los EEUU». <http://www.indra.com/unicom/multiplexys.html>. 1996. U.S.A.
- Little A. (1994): «Telemedicine Coming into its own». Business Week. March 1994. pág: 117. U.S.A.
- Maceratini R., Sabbatini R. (1994): «Telemedicina: A Nova Revolucao». Revista Informédica. 1(6). Pág: 5-9. Italia.

- McClelland L, Adamson K., Black N. (1996): «Telemedicine: ISDN and ATM the future». <http://ulster.infj.ulst.ac.uk>. University of Ulster. Irlanda. Reino Unido.
- md/tv Inc. (1996): «Prospecto informativo de los productos de la compañía md/tv Inc». U.S.A.
- Mitchell J. and Associates. (1995). Australia. E-mail: jma@acslink.net.au.
- Newbridge Networks. (1996): «ATM and SONET. The guide to Emerging Broadband Technologies». U.S.A.
- Ochoa J. (1996): «Equipamiento de Consultorios Pilotos de Telemedicina». Reporte Interno N° 96-02. Grupo de Procesamiento de Imágenes. Universidad de Carabobo Valencia. Venezuela.
- Paiva T. (1996): E-mail nip@tagish.co.uk. Inglaterra.
- Pierre C. (1995): «Desktop Video Conferencing is here today!» Digital Video Magazine. September. pág. 51-60. U.S.A.
- Protokol Sistemas & Fore Systems. (1996): "Adelantando la tecnología del próximo milenio". Proyecto informativo de las compañías Protokol Sistemas y Fore Systems. Caracas Venezuela.
- SECICO (1996): Chile. <http://www.nsrc.org/STHAM/CL/providers/secico.html>.
- TIE. Telemedicine Information Exchange (1996): Email library@tie.telemed.org
- Tsiknakis M., Chronaki C., Kostomanolakis S., Orphanoudaki S. (1996): "The Regional Health Telematic System of Crete" Institute of Computer Science. Science and Technology Park Grecia.
- Memorial University of Newfoundland. Faculty of Medicine. (1996): E-mail: tcs@morgan.ucs.mun.ca. Canadá.
- Vergara T., Barrios V , Reigosa A., Aquino D. (1996): "Sistema de Información ICM". Reporte interno N 96-04. Grupo c Procesamiento de Imágenes. Universidad d Carabobo.Valencia. Venezuela.
- Whitehead R. "Diagnostic Imaging Across Distance: Special Conferencing Needs Tested". VTEL Inc. Advanced Imaging. September 1994. Pág 50-53. U.S.A.
- Zahir E. (1992): "A brief tutorial on ATM". <http://satcom.nic.in/doc/atm.tutorial.html>. U.S.A.