

Premio (*)

Nuevas tecnologías en Medicina Telemedicina en Baleares

Miguel Cabrer González

1. Introducción

La tecnología se está introduciendo de manera sistemática en todas las áreas de nuestra sociedad. el sector sanitario puede beneficiarse en gran medida de la integración de las nuevas tecnologías. Sin embargo, el hecho de tratar con imágenes e información real sobre pacientes que sufren alguna enfermedad hace que las soluciones tecnológicas tengan que ofrecer un servicio sin fallos y con una gran calidad en sus imágenes. Una de las claves más importantes en la integración total será cuando el tratamiento digital de las imágenes supere ampliamente a la calidad convencional. Paralelamente, es necesario que los médicos muestren total confianza en el manejo del ordenador y que, por supuesto, los precios de los equipos disminuyan considerablemente.

Una de las aplicaciones que más va a revolucionar la medicina será lograr que el ejercicio médico pueda llevarse a cabo a distancia, es decir, cuando el médico pueda visitar a un paciente que se encuentra a muchos kilómetros de distancia o, que este médico pueda consultar con un colega de otro hospital sobre un caso

de un paciente, enviándole las imágenes necesarias o incluso trabajando conjuntamente sobre la misma imagen. Estamos hablando de Telemedicina.

muchos médicos profesionales sanitarios conocen aplicaciones y utilidades de la Telemedicina. Otros ya la utilizan. Algunos no la conocen y otros han oído hablar pero no han profundizado. Es necesario informar al sector médico que existe una tecnología a su servicio, la cual puede o no ser de utilidad, pero que debe ser el profesional sanitario el que demande o descarte el uso de la tecnología para su trabajo diario.

El elemento tecnológico más importante en un sistema de Telemedicina es el medio de telecomunicación que se va a utilizar. La información que viajará por dicho sistema de telecomunicación lo hará en formato digital. El estudio del tratamiento digital de la información es otro aspecto importante. Dependiendo de cada especialidad médica, del tipo de información que se intercambia y del servicio que se desea ofrecer, hablaremos de una aplicación determinada de Telemedicina (teleconsulta, telepresencia, telemonitorización, etc.).

El presente documento consiste en un trabajo de investigación sobre Telemedicina. Se define y explica la Telemedicina y se estudian las posibilidades de aplicación a la Sanidad Balear.

El documento tiene dos partes fundamentales. la primera consiste en una introducción sobre la Telemedicina explicando los conceptos y la terminología utilizada, los elementos tecnológicos que intervienen y enumerando algunos proyectos interesantes.

La segunda parte se centra ya en Baleares. Primero, se explica la situación sanitaria de Baleares en cuanto a Hospitales, Centros de Salud e Instituciones de las que dependen. Luego, se realiza un repaso de los proyectos que se están desarrollando y las acciones que siguen las diferentes instituciones sobre la Tele-

(*) Accesit al concurso de premios de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Palma de Mallorca, 1997.

medicina. Por último, se presentan las situaciones sanitarias en las cuales la tecnología podría ofrecer una solución interesante mejorando tanto la gestión médica como la calidad del servicio ofrecido.

El trabajo ha consistido en realizar una profunda investigación sobre la Telemedicina. El resultado de la investigación en este documento donde se incluyen tanto las explicaciones tecnológicas necesarias como las necesidades de las diferentes Instituciones de Baleares, de forma que se puedan elaborar proyectos conjuntos cuyos resultados proporcionen soluciones a los problemas actuales de la Sanidad Balear. Cualquier médico o Institución puede utilizar el documento como base a futuras propuestas o proyectos teniendo en cuenta al resto de Instituciones que de una forma u otra participan en la mejora del Sistema Sanitario de Baleares.

2. Telemedicina

2.1. Breve historia

La Telemedicina comenzó en los años 60 con proyectos desarrollados en Estados Unidos. Por ejemplo, el proyecto de Teleconsulta psiquiátrica en Nebraska o de Telediagnóstico. El primer proyecto de Telemedicina que se desarrolló en Europa consistió en un proyecto de Telecuidado en el Mar del Norte.

Actualmente, la telemática aplicada a la Sanidad es una de las principales áreas de interés de la Unión Europea.

En España y, por tanto, en Baleares también se desarrollaron algunas aplicaciones de Telemedicina. Se dice que en esos proyectos se cometió un Error Histórico. El hecho fue que los informáticos desarrollaron aplicaciones (sobre todo en el área de la Inteligencia Artificial) las cuales presentaron como soluciones no siempre convencieron a los médicos debido a que, o bien, no solucionaba el proble-

ma real que tenía o bien no conseguían adaptarse a la solución presentada.

El problema estaba en que la solución al problema, ni tampoco el propio planteamiento del problema, había sido trabajado conjuntamente por los técnicos y los médicos. Hubo una clara falta de comunicación.

Actualmente, nos encontramos ante una segunda oportunidad. Estamos en un momento adecuado para desarrollar interesantes y necesarios proyectos de Telemedicina.

Desde el punto de vista tecnológico ha habido una:

- Mejora infraestructura de telecomunicaciones
- Mejora del tratamiento de la imagen digital
- Mejora del interfaz de trabajo Usuario-Ordenador
- Mayor utilización ordenador por parte de la sociedad

Desde el punto de vista sanitarios es también un momento oportuno por:

- Evolución de los modelos sanitarios
- Es necesario un control del gasto sanitario debido a:
 - Reordenamiento de los niveles asistenciales
 - Potenciación de la asistencia primaria
 - Es necesaria una mejor explotación de los recursos sanitarios

Se observa que tanto desde el punto de vista sanitario como tecnológico estamos ante una gran oportunidad de aplicar soluciones telemáticas adecuadas a los requerimientos de la Sanidad actual. Para que el trabajo realizado sea interesante y práctico va a ser muy importante que exista una buena comunicación entre los profesionales de los dos sectores (Sanitario y Técnico). Teniendo en cuenta que cada profesional debe dedicarse a su trabajo, será necesario trabajar de manera conjunta para desarrollar de manera adecuada cualquier solución.

2.2. Definición

La Telemedicina Consiste en la utilización de las telecomunicaciones para ofrecer servicios médicos a distancia. La Telemedicina intenta aprovechar los avances tecnológicos para permitir el ejercicio de la medicina a distancia.

Antes de comenzar un proyecto de Telemedicina se debe conocer muy bien cuales son los requerimientos de los usuarios para definir exactamente las necesidades y objetivos del mismo. Una vez realizado el planteamiento de lo que se quiere hacer se define la aplicación y se estudian los requerimientos técnicos de dicha aplicación para finalmente decidir la tecnología más adecuada.

Si las necesidades de usuario implican la utilización de algún sistema de comunicación para el ejercicio médico, entonces es una aplicación de Telemedicina. Así, un simple sistema de intercambio de ficheros médicos a través de un módem entre médicos ya es una aplicación de Telemedicina.

Un sistema de Telemedicina, por tanto, requiere unos métodos de transmisión, un sistema de comunicación adecuado a las capacidades requeridas dependiendo del tipo de información que se pretende enviar. No requiere el mismo sistema de comunicación una aplicación de intercambio de ficheros que un sistema de envío de imágenes endoscópicas para telediagnóstico.

2.3. Tecnología que interviene

El estudio de la tecnología implica el estudio del equipamiento necesario, sistemas de comunicación adecuados, sistemas de codificación y compresión de información médica. El punto más importante en un proyecto de Telemedicina es la transmisión de la información. Dicha información tendrá que ser enviada en formato digital.

Cuando hablamos de información digital el elemento de información más simple es el bit (valor 0 ó 1). Ocho bits constituyen una palabra o byte. Partiendo de estos dos elementos se puede agrupar la información en:

1 Kb: 1000 bits	1 KB:1024 bytes
1 Mb: 1000 Kb	1 MB: 1024 KB
1 Gb: 1000 Mb	1 GB: 1024 MB

La velocidad de transmisión de dicha información a través de un sistema de comunicación se mide según la cantidad de información que dicho sistema puede transmitir en un segundo (Kdps son Kb por segundo). Así una velocidad de 64 Kbps indica que el sistema de comunicación puede transmitir 64 Kb en un segundo.

Para hacernos una idea de las capacidades de información, un segundo de vídeo digital en una ventana de tamaño normal (640x480) ocupa 27 MB. Una radiografía digitalizada ocupa 9 Mb.

La tabla I muestra algunos tiempos aproximados de transmisión de algunos documentos típicos.

Velocidad	Fax (1 pag.)	Radiografía	100.000 páginas
9,6 Kbps	1 minuto	12 minutos	20 horas
28,8 Kbps	20 segundos	4 minutos	7 horas
64 Kbps	12 segundos	2 minutos	3 horas
1,5 Mbps	0,5 segundos	6 segundos	8 minutos
50 Mbps	0,02 segundos	0,2 segundos	16 segundos

Tabla I. Tiempos de transmisión de documentos

Se observa, por tanto, que el proceso de transmitir información Multimedia a través de un sistema de comunicaciones para realizar una actividad de Telemedicina es complicado y requiere un estudio serio. Según sea la información que se desea tratar existirá una solución adecuada u otra.

Cuando el usuario ya conoce que aplicación desea desarrollar es el momento de definir los elementos tecnológicos que son necesarios. Para un sistema de Telemedicina los elementos más importantes (fig.1):

- Equipos necesarios: tanto ordenadores como instrumentos o equipos médicos que son utilizados para recoger o visualizar información.
- Sistema de comunicaciones: por el cual se envía la información que "circula" hasta su destino.
- Información multimedia: con que tipo de información se va a trabajar (texto, imágenes, vídeo, audio,...). dicha información puede ser comprimida antes de ser enviada por la red.

Equipos

En cuanto al equipamiento a utilizar se debe escoger el más adecuado para la aplicación. Desde el sistema más básico, PC, hasta grandes estaciones de trabajo que permitan multiproceso y un mejor tratamiento de imágenes. También existen estaciones especializadas (radiología) y equipos médicos periféricos:

- Sistema audiográfico (S&F): imágenes estáticas y audio. Pizarras electrónicas, congelador frames, escáner
- Sistema Básico Teleradiología: PC, módem, software procesamiento imagen
- Sistema Vídeo Interactivo: codec, cámara, micrófono, monitor, equipo, terminación red
 - con ordenador
 - sin ordenador
- Teleradiología Avanzada:
 - Monitor 1K: RM y CT scans
 - Monitor 2K: Rayos-X

Sistemas de Comunicación

Los sistemas de comunicación más típicos para el intercambio de información

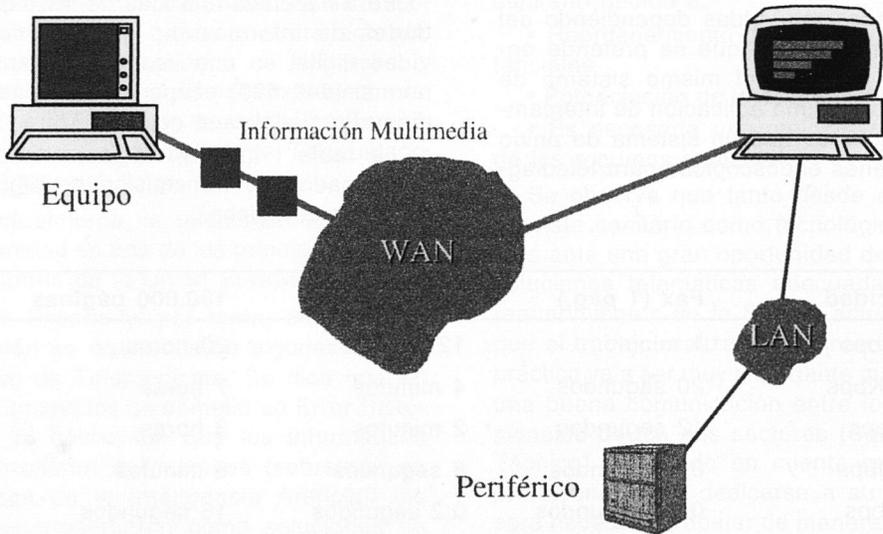


Fig. 1. Elementos tecnológicos de un sistema de telemedicina

son: T-1, RDSI, ATM, línea telefónica, satélite, microondas, GSM.

Existe la tecnología adecuada dependiendo del tipo de red y comunicación que se necesita. El tipo de red que se establece puede ser:

- Red de área local (LAN): ATM, Nuevas tecnologías Ethernet.
- Red de área local (WAN): RDSI, líneas teléfono tradicional, sistemas móviles.
- LAN dedicada a vídeo: cable coaxial, fibra óptica.

A continuación se introducen descripciones de los sistemas más utilizados y de mayor implantación. No se pretende realizar una descripción técnica de los sistemas sino ofrecer una orientación sobre sus capacidades y características.

Red digital de Servicios Integrados (RDSI)

RDSI es una red de telecomunicaciones que puede transmitir con rapidez voz, datos, vídeo bien simultáneamente o por separado. Controlada por ITU-T. El estándar define una red general de teléfono digital y existe desde mediados de 1980. Aunque RDSI presenta una nueva manera de transportar información (analógica vs. digital) es compatible con la mayoría de las infraestructuras de comunicación y telefonía internacionales. Aunque está diseñado para operar con equipamiento digital, se pueden conectar mediante adaptadores teléfonos y máquinas Fax.

Es la consecuencia evolutiva de la red telefónica existente, basada en conexiones de 64 Kbit/s que, al ofrecer conexiones digitales de extremo a extremo permite la integración de una variedad de servicios en un único acceso, independientemente de la naturaleza de la información a transmitir y del equipo terminal que la genere. Si unimos a esto la posibilidad de transmitir y recibir la información intacta en su forma original, de forma eficiente, a cualquier distancia y con la facilidad de una llamada telefónica, estamos hablando de la RDSI.

Las áreas de aplicación son entonces infinitas. Las aplicaciones Multimedia serán las que darán contenido a la próxima revolución de la información, proveyendo la RDSI de un acceso universal a todo el conocimiento humano acumulado hasta el momento. Hoy ya es posible a través de la red Internet conectar bases de datos Multimedia perfectamente enlazadas.

El otro aspecto de la RDSI lo constituye los servicios. Las tecnologías actuales permiten ya un abanico de servicios telemáticos, tales como transferencia de fondos, telecompra, videotex, etc., pero no de manera integrada y con ciertas limitaciones. Estos servicios se extenderán con las posibilidades de transmisión Multimedia por la RDSI.

Dos tipos de RDSI; RDSI-BE, Banda Estrecha, (144 Kbps, acceso básico), con capacidad de máximo 2 Mbit/s, y RDSI-BA, Banda Ancha, que se espera en el futuro pueda llegar a 622 Mbit/s. RDSI-BA se caracterizará por tener una infraestructura completa de fibra óptica, utilizando nuevas tecnologías y técnicas como la Jerarquía Digital Síncrona (JDS) para la transmisión y el Modo de Transferencia Asíncrono (ATM) para la multiplexación y la conmutación.

La conmutación ATM (Asynchronous TRansfer Mode) es la tecnología más novedosa y que más diferencia a la RDSI-BA de otras redes previas. En este nuevo tipo de conmutación reside su capacidad para manejar señales de distinta velocidad y para adaptarse de forma flexible a las necesidades de cada usuario, que negociará con la red en cada instante el ancho de banda que necesita para cubrir sus demandas.

En Alemania, se está creando una red privada de RDSI-BA con ATM que permitirá comunicaciones a 34 Mbit/s, y para 1998 esperan que se pueda alcanzar los 155 Mbit/s. Y entre diferentes países europeos se está instalando la Red Piloto Paneuropea ATM.

Una "llamada" RDSI es un canal end-to-end de 64 kbps controlada por un protocolo estándar. La Tabla II muestra los interfaces de acceso RDSI:

Fibra Optica

La fibra óptica, ya muy desplegada en la red, por encontrarse como medio de conexión entre centrales y como acceso a grandes empresas, deberá extenderse hasta los hogares.

Su ventaja principal frente a otros medios de transmisión radica en la alta velocidad con que pueden enviarse datos en forma luminosa.

Esta última fase de extensión de la fibra óptica es la más difícil, pues exige soluciones económicas para el usuario y grandes inversiones para el proveedor, por la cantidad de obras que se han de afrontar, por lo que será un proceso lento que justificará cualquier aproximación intermedia que vaya acercando progresivamente la fibra a los hogares, como podría ser llevar a inicialmente hasta cada manzana de viviendas.

Los servicios a los que podrán acceder los usuarios seán la distribución de TV por cable, y a más largo plazo, la televisión interactiva o vídeo bajo demanda, y la televisión de alta definición.

Comunicaciones móviles

La telefonía móvil que hoy conocemos, se transmite con señales analógicas, con las desventajas que ello supone. Recientemente existe en España el servicio móvil de telefonía digital que emplea la tecnolo-

gía GSM. GSM (Sistema Global para comunicaciones Móviles) es un sistema de comunicaciones digital que también provee otros servicios como compatibilidad RDSI (pudiéndose conectar con redes RDSI, PSTN y enviar datos hasta una velocidad de 9600 bps), fax, videotex, teletex, servicio de mensajes cortos,...

Sin embargo, en estos sistemas de segunda generación, todavía no se ha llevado a cabo la integración de todos los servicios móviles, sino que cada servicio dispone de un sistema diferente. Así el GSM sirve para la telefonía móvil automática, el ERMES para el servicio de radiomensajería, el DECT para la telefonía sin hilos en el ámbito de los negocios (PABX con extensiones sin cordón) y el TFTS para el servicio de telefonía Pública aeronáutica.

Es previsible que a finales de la presente década, estos sistemas móviles de segunda generación hayan estimulado el mercado de las comunicaciones móviles hasta el punto de que ya no serán suficientes para satisfacer tanto el nivel de demanda como el de requisitos de los usuarios. En dicho momento será necesario introducir la siguiente generación de sistemas móviles, actualmente en curso de estandarización, el denominado Sistema de Telecomunicación Móvil Universal (UMTS), que además de integrar en un mismo sistema todos los servicios y de tener cobertura mundial, operará en la banda de 2 Ghz y soportará velocidades de transmisión de hasta 2 Mbit/s, por lo

Interfaz	Formula	Descripción
Básico (BR10)	2B+D	Canales B de 64 Kbits/s Canal D de 16 Kbits/s
Primario (PRI)	30B+D	Canales B de 64 Kbits/s Canal D de 16 Kbits/s Canal de control (Ch0) de 64 Kbits/s

Tabla II. Tipos de interfaces de acceso RDSI

que será posible tener terminales de comunicaciones portátiles Multimedia, y ya se está investigando sobre el sistema Móvil de Banda Ancha (MBS) que operaría en la banda de 60 Ghz.

A largo plazo, los servicios móviles evolucionarán hacia el concepto de Telecomunicaciones Personales Universales (TPU), que permitirán cualquier tipo de comunicación (voz, datos, imágenes,...) en cualquier lugar y en cualquier momento y desde cualquier terminal, móvil o fijo, tanto en redes públicas como privadas. ello será posible gracias a unas tarjetas inteligentes, como las que utilizan los GSM, tipo tarjeta de crédito con un microprocesador y memoria, que contendrá el Número de Telecomunicaciones Universal (NTU), que identifica al usuario, no sólo para cargarle los servicios utilizados, sino para contener la información de los servicios suscritos, para que pueda utilizarlos desde el terminal en que se encuentre.

En particular, la normalización del módulo de identificación del abonado (SIM) del sistema GSM, servirá de base para la armonización de las tarjetas inteligentes multiaplicación y multiservicio, es decir, las tarjetas tendrán capacidad para almacenar datos relativos a servicios diferentes: tarjeta bancaria, tarjeta de usuario de bases de datos, tarjeta de telecomunicaciones, etc.

Información Multimedia

Dependiendo del tipo de información con el que se trabaje el sistema tendrá más o menos requerimientos. No es lo mismo tratar vídeo que texto simple. La información médica es de gran complejidad tratando normalmente imágenes y ocupando un gran volumen. las tablas III y IV comparan las resoluciones en bits (mínima y máxima) en imágenes cuyo origen es directamente digital o bien analógico. Los parámetros de calidad de vi-

Tipo	Mínima	Máxima
TAC	512x512x12 bits	512x512x12 bits
RMN	256x256x12 bits	256x256x12 bits
Ultra sonidos	512x512x6 bits	512x512x8 bits
MN	128x128x8 bits	256x256x8 bits
Fluoroscopia digital	1024x1024x8 bits	
Radiología digital	2048x2048x10bits	2048x2048x10bits

Tabla III. Resolución para imágenes de origen digital

Tipo	Mínima	Máxima	Condiciones aceptadas
Rx1(1)	1024x1024x8 bits	2048x2048x12 bits	2048x2048x8 bits
Rx2(2)	2048x2048x8 bits	4096x4096x12 bits	2048x2048x10 bits 4096x4096x10 bits
Mamografía	4096x4096x10 bits	6144x6144x12 bits	4096x4096x10 bits

(1) Rx1: Radiografías normales

(2) Rx2: Fracturas sin desplazamiento, pneumotorax, enfermedades intrínsecas del pulmón

Tabla IV. Resolución para imágenes de origen analógico

sualización de un documento sobre pantalla son: luminancia, rango dinámico, ruido, distorsión, resolución.

Se observa, por tanto, que dichas imágenes médicas tratadas digitalmente deben ser comprimidas para poder manejarlas con mayor facilidad. Si habíamos las imágenes en movimiento (hemodinamia, endoscopias, etc.) la compresión se hace más necesaria. además, es necesaria una manera estándar de intercambiar la información. Normalmente, el estándar de codificación utilizado lleva asociados los parámetros de compresión de la información. A continuación, se revisan los métodos de compresión de datos más típicos y los estándares de codificación y compresión de datos más utilizados para información médica.

Métodos de compresión de datos

La compresión de datos es necesaria, pero hay que ir con cuidado con la información que se pierde en la compresión y/o descompresión ya que puede suponer una pérdida de calidad en la imagen.

Cuando se habla de imágenes médicas esta pérdida de información no es admisible ya que podría afectar al diagnóstico.

La compresión de datos permite:

- Almacenar más datos sobre un medio de almacenamiento con capacidad fija o limitada — uso de menos memoria o almacenamiento.

- Transmisión de datos a mayor velocidad sobre canales de transmisión— uso de tecnologías de red y almacenamiento más lentas y/o más baratas.

Existen dos maneras de comprimir:

-**Lossy data:** elimina redundancia de datos e intenta minimizar la cantidad de información perdida. la imagen no puede ser exactamente reproducida pero los cambios son visualmente inapreciables. Aceptado para Echo Ultrasound.

Por ejemplo, la cadena de información AAADDDVV se codificaría con la cadena ADV, que representa la primera cadena

sin redundancia pero perdiendo información.

- **Lossless data:** elimina redundancia sin perder información. (Ratio de compresión: 3-4:1). La imagen puede ser exactamente (bit a bit) reproducida a la original. Aceptado para Digital Cardiac X-Ray.

Por ejemplo, la cadena AAADDDVV se codificaría con la cadena 3A 4D 2V, la cual elimina redundancia pero no pierde información.

Estándares de codificación y compresión de datos

Seguidamente se nombran los estándares más utilizados para la codificación y compresión de información desde imágenes estáticas, vídeo y audio, electrocardiogramas, imágenes médicas, así como para el intercambio de información. como en el punto anterior no se pretende realizar una descripción técnica sino una presentación de los más utilizados. Algunos estándares de compresión son:

JPEG- Joint Photographic Experts Group

Estándar de compresión para imágenes estáticas. diseñado para comprimir tanto imágenes de color de 24-bits como imágenes digitales en escala de grises. No maneja imágenes blanco y negro (un bit/píxel) ni compresión de imágenes en movimiento. utiliza compresión lossy, por tanto la imagen resultando no es idéntica a la original.

JPEG basa su compresión en el conocimiento de las limitaciones del ojo humano, sobre todo en el factor de que los detalles de color pequeños no son percibidos tan bien como los detalles de claridad-oscuridad pequeños. Por eso, JPEG es utilizado para imágenes que tienen que ser observadas por humanos, ya que el ordenador detectaría las pérdidas en la imagen.

Una característica útil de JPEG es que el grado de pérdida puede ser variado ajustando los parámetros de compresión. A mayor compresión menos ocupa la imagen pero menos calidad.

MHEG -Multimedia and Hypermedia Information Coding Experts Group

Estándar de representación de documentos hipermedia. Provee estructuras para la composición de diferentes tipos de medios. El estándar en sí es una librería de clases de objetos. El contenido de los objetos puede ser codificado por ejemplo en JPEG para imágenes estáticas o MPEG para videos, MHEG solo provee facilidades para identificar la técnica de codificación. No es otro estándar de compresión de imágenes o videos.

Es ideal para aplicaciones hipermedia tales como enciclopedias o libros on-line. También es ideal para muchas de las aplicaciones hipermedia disponibles en CD-ROM.

MPEG - Motion Pictures Experts Group

Es un grupo de personas que, bajo ISO, generan estándares para compresión vídeo y audio digital. Definen una cadena de bits comprimida, la cual implícitamente define un descompresor. Sin embargo, los algoritmos de compresión son decididos por cada compañía particular.

Comprime con y entre frames de imágenes con movimiento. Los ratios van entre 50:1 y 200:1 (72 minutos de VHS pueden ser almacenados en un CD-ROM). También sincroniza sonido comprimido con el vídeo comprimido. Necesita tarjetas especiales Hardware.

La compresión MPEG puede ser usada tanto para ficheros de vídeo como de audio. Con la apropiada combinación de hardware y software se puede comprimir y descomprimir en tiempo real sobre distintas plataformas.

El uso de la compresión MPEG reduce el ancho de banda necesario para la transferencia de audio/vídeo sin perder mucha calidad sobre la imagen inicial.

MPEG usa una sintaxis definida como una manera eficiente de representar las consecuencias de imágenes de la forma de más datos codificados compactados. el

lenguaje de los bits codificados es la sintaxis. Por ejemplo, unos pocos tokens pueden representar un bloque de 64 muestras. MPEG también describe un proceso de decodificación (reconstrucción) donde los bits codificados son mapeados, a partir de la representación compacta, en la original con el formato inicial. esta sintaxis explota las características comunes del vídeo tales como redundancia espacial, redundancia temporal, movimiento uniforme, etc.

Hay tres fases de MPEG: MPEG-1, MPEG-2 Y MPEG-4.

Vídeo Codec H. 261

La recomendación H.261 describe los métodos de codificación y descodificación para las imágenes en movimiento de los Servicios Audiovisuales a p x 64 kbit/s, donde p es el rango de 1.30. Describe el codificador fuente de vídeo, el codificador multiplexador de vídeo y el codificador transmisor.

El estándar es para aplicaciones de videofonía y videoconferencia. El algoritmo de codificación de vídeo recomendado debe poder operar en tiempo real con retraso mínimo. Los valores p+1 o p+2 apropiados para comunicaciones visuales cara-a-cara (videoteléfono). Con p+6 se puede transmitir imágenes más complejas.

El algoritmo de codificación es similar (pero incompatible) a MPEG. H.261 necesita menos poder de CPU para codificación en tiempo real que MPEG. El algoritmo incluye un mecanismo que optimiza el ancho de banda utilizado perdiendo calidad frente a movimiento, por tanto, una imagen con rápido movimiento tendrá menos calidad que una imagen estática.

Técnica de compresión de la señal ECG

Técnica de compresión incluida en el estándar SCP-ECG (protocolo estándar de comunicaciones para ECG digitales). la técnica de compresión se basa en el algoritmo de codificación de Huffman. La

codificación de Huffman provee una redundancia de codificación mínima para datos con probabilidad no uniforme de ocurrencia más frecuentes se les asigna la cadena de bits de menor longitud y a los valores con menos ocurrencias la cadena de bits de mayor longitud. La codificación de Huffman cambia los datos orientados a palabras a cadenas de datos orientados a bits.

Con las tablas que provee la codificación Huffman en el protocolo SCP-ECG, se puede cambiar de tablas durante la codificación, para una compresión más eficiente, si la distribución de las longitudes de las palabras de datos cambia.

DICOM (Digital Imaging and COMMUNICATIONS in Medicine)

DICOM es una especificación detallada que describe una manera de dar formato e intercambiar **imágenes médicas** e información asociada. El estándar se aplica a la operación del interfaz el cual es usado para transferir datos desde/a un mecanismo de imágenes.

DICOM es el resultado de una alianza de usuarios potenciales del estándar (miembros del American College of Cardiology y el American College of Radiology - ACR) con las compañías que manufacturan equipamiento médico (miembros de la National Electrical Manufacturer's Association - NEMA).

DICOM depende de las conexiones de red estándares y de instrumentos de medios que direccionan la comunicación y almacenamiento de imágenes digitales desde modalidades de diagnóstico como CT, MR, PET, Medicina Nuclear, Ultrasonido, Rayos-X, CR, Vídeo digitalizado, captura de vídeo e información HIS/RIS. También permite conexión de impresoras conectadas a red, como láser imagers (cámaras).

DICOM 3.0 define un formato de imagen médica y un protocolo de comunicaciones para el intercambio de imágenes entre nodos de Telemedicina y equipos de

imagen médica. Esta librería de utilidades dispone de los de los servicios básicos definidos en el estándar: lectura y escritura, además de los servicios de comunicación de transmisión, recepción y consulta entre equipos de adquisición u otros nodos compatibles Dicom 3.0

MEDICOM Versión DICOM adoptada por Europa (Comité Europeo de Normalización CEN)

DISC Alias para DICOM 3.0 utilizando CD-R como medio de intercambio.

Los tipos de compresión aceptados por DICOM son:

- **Lossy data:** Aceptado para Echo Ultrasound.

- **Lossless data:** aceptado para digital Cardiac X- Ray.

- **Dual-Mode:** almacena ambos tipos de compresión (lossy y lossless). Con lossy permite una consulta más rápida y con lossless con mayor calidad.

- **Lossy JPEG:** intenta eliminar la información de la imagen que el ojo humano no puede apreciar (detalles ultrafinos). Es bastante bueno para se observan imágenes que no se han de procesar.

- **JPEG-DCT:** Joint Photographic Expert Group - Discrete Cosine Transform. Algoritmo lossy usado para Echocardiograms en DICOM.

- **JPEG-DPCM:** Joint photographic Expert Group - Differential Pulse Code Modulation. Algoritmo lossless usado para X-Ray Angiogramas en DICOM.

EDI - Electronic Data Interchange

EDI es el intercambio de datos con formato estándar entre las aplicaciones de ordenador con intervención manual mínima. La información de codifica de acuerdo a formatos aceptados por los usuarios afectados. Necesidad los acuerdos necesarios entre los socios , para establecer las estructuras de mensaje y comunicaciones utilizadas.

EDIFACT es el estándar internacional (lenguaje de comunicación) de EDI. Consiste en una gramática (sintaxis y reglas para estructurar los datos) y un vocabulario (elementos de datos, elementos de datos compuestos, segmentos y mensajes).

UN/EDIFACT es el estándar Europeo de EDIFACT. El documento del estándar UN /EDIFACT de ISO 9735 detalla las reglas de sintaxis y sus apéndices describen los segmentos de servicios. Las reglas de sintaxis deben ser combinadas con otros documentos de UN para producir mensajes EDIFACT operational.

SCP -ECG

El Electrocardiograma (ECG) es una grabación de cambios de voltajes transmitidos a la superficie del cuerpo por eventos eléctricos en el corazón, mostrando e ritmo cardiaco y conducción. Durante su propagación a la superficie, características extra-cardiacas intervienen e influyen en ewl ECG. Se calcula que cada año se realizan 100 millones de electrocardiogramas en la comunidad europea suponiendo un coste estimado de 1.2 billones de ECU anuales.

Los nuevos electrocardiógrafos trabajan digitalmente. Para comunicar estos aparatos es necesario un protocolo de comunicación estándar. Este estándar es SCP-ECG. es un estándar para la adquisición de datos, codificación, transmisión y almacenamiento de ECG. Transmisión digital entre electrocardiógrafos y electrocardiógrafos y ordenadores. Intercambio de datos del paciente, datos señal ECG, medida del ECG y resultados interpretación ECG.

El estándar especifica el contenido y estructura de la información la cual se puede intercambiar entre tarjetas de ECG digitales y sistemas de gestión computerizados de ECG (ECG DBMS), además de otros sistemas de ordenador donde los datos del ECG pueden ser almacenados.

2.4. Aplicaciones

Son numerosos los proyectos en los que varios hospitales unidos a través de redes cooperan en el ejercicio médico cotidiano. a continuación se enumeran distintas posibles aplicaciones sobre Telemedicina:

- Transmisión de historiales clínicos vía telecomunicaciones. Utilización de la tarjeta sanitaria inteligente con el historial médico del paciente.

- Terminales médicos Multimedia: permiten el acceso a los médicos a bases de datos sobre enfermedades, medicamentos, etc.

- Posibilidad de docencia de procedimientos de trabajo médico sin la necesidad del desplazamiento de los que pretenden estudiar o conocer una técnica. Es el llamado Telementoring o Teleproctoring. Esto puede ampliarse tanto como se quiera y necesita de la conexión de varios hospitales de distintas redes o en Consorcio.

- Asistencia de pacientes entre hospitales:

- a. Posibilidad de sesiones clínicas por videoconferencia o de consulta de casos entre hospitales o centro de asistencia primaria. Consulta a expertos y emitir diagnósticos a distancia. Se puede enviar la información de Rx, etc.

- b. Control del seguimiento (follow-up) de los pacientes sin la necesidad de desplazarse al hospital de referencia. También tiene especial interés cuando se trata del tratamiento de determinadas afecciones en que un centro es referencia por algún motivo. Este sería el ejemplo del trasplante hepático de pacientes de Canarias en el Hospital Clínic de Barcelona, en que sólo el control rutinario obliga al desplazamiento de toda una familia.

- Teleasistencia sanitaria, a domicilio: monitorización de los pacientes y sus constantes vitales, en sus domicilios, desde los centros médicos. Tratamiento de enfermedades crónicas.

- Gestión de urgencias médicas: coordinación del transporte del enfermo hasta el centro hospitalario, con el equipo médico que debe atenderle cuando llegue.

- Conexión médicos de áreas rurales para consultar con especialistas en hospitales de referencia a acceder a la información que les permite una formación continuada adecuada.

- Las regiones insulares (Baleares y Canarias), área Marítima, sector militar, sistemas de presiones son áreas particulares donde servicios de Telemedicina podrían ofrecer soluciones interesantes.

- Otras: Telemamografías, Telepresencia, Telemonitorización, Teleatención, telecuidado, Telecirugía,...

a continuación se detallarán algunos ejemplos de aplicaciones de Telemedicina:

Telecirugía

Se puede utilizar la Telemedicina (videoconferencia) para consultar durante una operación con expertos (mentoring, proctoring), para enseñanza,...

La aplicación más interesante de la videoconferencia es en aquel tipo de cirugía que utiliza el vídeo. Por ejemplo, la cirugía laparoscópica es muy apropiada para implantar un sistema de videoconferencia ya que en la laparoscopia el cirujano se basa en la imagen de vídeo para operar. El paciente no es abierto como tradicionalmente sino que se le introduce una cámara de vídeo y los instrumentos a través de pequeñas incisiones.

Mediante la cámara y los instrumentos el cirujano realiza la operación.

Por tanto, los cirujanos que practican la laparoscopia ya están acostumbrados a

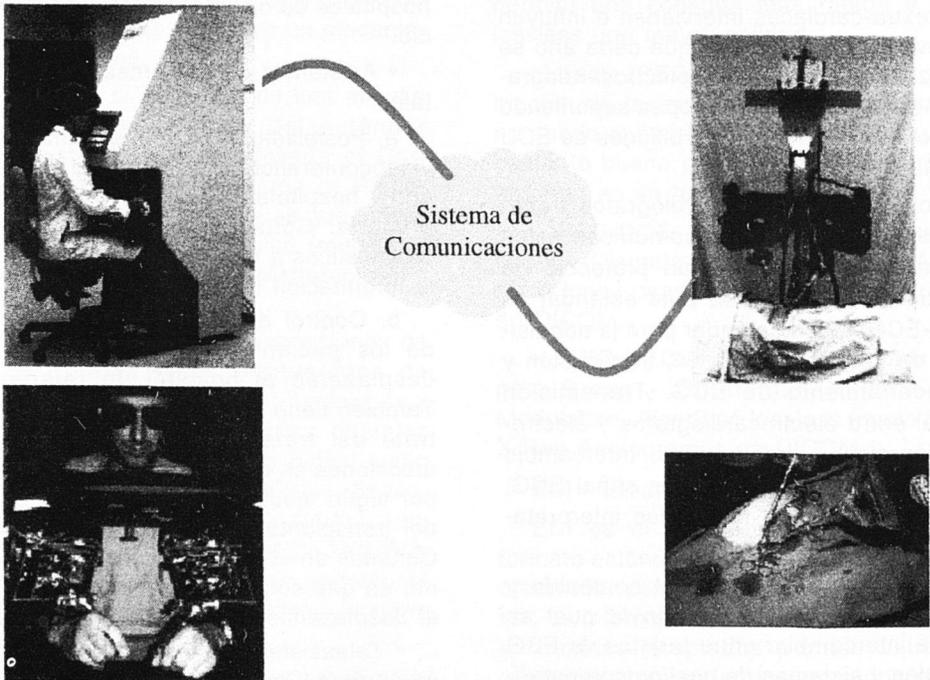


Fig. 2. Aplicación de telepresencia: cirugía a distancia controlando un robot.

basarse en el vídeo. Un sistema de videoconferencia podría permitir tanto la enseñanza como la ayuda entre médicos. También se podría pensar en un sistema de **Telepresencia** por el cual el cirujano realizaría la operación a distancia (controlando los instrumentos con robot). La figura 2 muestra un ejemplo de sistema de telepresencia controlando un robot a distancia:

Teleradiología

Dos áreas muy complicadas para Telemedicina son Radiología y Patología. ambas especialidades requieren equipos de mucha resolución y muy sofisticados.

La teleradiología es la aplicación de Telemedicina más común. Redes de radiología que permitirían:

- cubrir las emergencias: para hospitales rurales en caso de emergencia,
- mejor comunicación con Atención Primaria,
- consulta con otros expertos de otros hospitales. Grupos expertos de radiología,
- consulta con subespecialidades: para radiólogos que deseen consultar con pediatría, neuroradiología,... para tener una opinión más experta,
- algunos hospitales contratan a un grupo de radiología para las interpretaciones radiológicas. Los radiólogos viajan al hospital.

La compresión de imágenes para ahorrar tiempo de transmisión es un punto muy importante en Radiología.

Compresión lossless (ratio compresión 2.5:1 - 3:1) no pierde información de la imagen reconstruyéndola bit a bit tal como la original.

Compresión lossy (ratio mayor 3:1) pierde información de la imagen.

Radiografías estándar de resolución 1K pueden aguantar ratios de compresión 3:1. La mayoría de Ct, MRI e imágenes ultrasonido pueden aguantar ratios de compresión entre 6:1 y 10:1. Radiografías digitales aceptan una compresión 20:1 a 30:1. Las formas de compresión más comunes son DPCM, lempel-zev y DCT.

El factor más importante en Teleradiología es la resolución, (espacial y contraste). Resolución espacial viene determinada por el número de píxeles por línea y e número de líneas de la imagen. Resolución del contraste es el número de niveles de gris de cada píxel.

Las modalidades digitales tienen menos demanda que las analógicas. Para CT, MRI, ultrasonido y medicina nuclear es adecuado 0.5Kx0.5x8 bits para diagnóstico. La mayoría de escáner de CT, ultrasonido y MRI tienen un formato estándar de imagen de 512x512 ó 640x480, por tanto, virtualmente no se pierde información cuando se muestra digitalmente.

Pero, estudios basados en película (pecho, fluoroscopia, huesos, mamografía,...) tienen problemas cuando se tratan digitalmente como se muestra en la Tabla V.

ACR recomienda para una primera observación 2Kx2Kx12 bits para radiografías digitalizadas. Esta resolución puede ser problemática para detectar microcalcificaciones en mamografía, exploraciones de pulmón,... donde sería necesaria una resolución 4Kx5K. se observa, por tanto, que la calidad digital tiene dificultades frente a la película tradicional. Sin embargo, en cuanto a contraste digitalmente es

Tipo	Pares de líneas por mm	Resolución
Película Rayo-X habitual	6 a 10	4K x 3K
Monitor 2.000-líneas digital	3 ó 4	2,5K x 2K

Tabla V. Comparación de resolución entre Rayos X habitual y digital

muy superior. Tiene un nivel de profundidad de 12 bits.

En conclusión, un monitor de 1K de resolución no puede ser considerado suficiente para Teleradiología. Un monitor de 2K se aproxima bastante a la película. Además las estaciones digitales incorporan software de tratamiento de imágenes que pueden aportar mucho a la radiología.

Telepatología

Dinámica vs. Estática. El estudio patológico se suele hacer en tiempo real. Las ventajas de hacerlo estático es el ahorro (equipo y transmisión).

Un estudio dinámico necesita línea de comunicación mayor pero aportaría la ventaja de que el especialista podría controlar un microscopio situado en el lugar remoto. De manera estática otra persona tendría que elegir la imagen a enviar y una vez capturada la enviaría al especialista. Los estudios estáticos se suelen emplear para una segunda opinión de un especialista. Un estudio dinámico podría aportar realizar consultas primarias en lugares que no tienen especialista.

Los dos principales requerimientos de la Telepatología son color de alta calidad y resolución de imagen. Para el color es adecuado un sistema de 24 bits. La resolución adecuada parece super-VGA (800x600). Con un sistema de 1050 líneas se obtiene que un microscopio tradicional de luz y un vídeo microscopio daban una calidad similar.

Un sistema de 24 bits genera imágenes de $1024 \times 768 \times 24$ bits = 5MB, por tanto es necesaria compresión (entre 8:1 y 20:1).

Sistema Gestión Emergencias

Los procedimientos pre-hospitalarios realizados durante una emergencia son:

1. Detección de la alarma
2. Selección recursos necesarios adecuados a la alarma

3. Desplazamiento de recursos al lugar de la alarma

4. Intervenciones en la escena de la emergencia

5. Transporte de la emergencia

6. Documentación de la emergencia

Durante estos procedimientos se puede ir enviando información al hospital o centro de emergencias sobre la emergencia, estado del paciente, imágenes, constantes vitales, etc. Por tanto, una comunicación entre los recursos es necesaria y puede ayudar tanto a los médicos como al paciente. A través de tecnologías de comunicación móviles, como GSM o Radio TRunking, se permitirá enviar información gráfica además de texto tanto al centro coordinador como al hospital.

De esta manera cuando el paciente llega al hospital ya se conoce su estado y se han preparado los recursos necesarios lo cual avanza el tratamiento del paciente.

Conexión de Centros de Salud con Hospitales

En los últimos tiempos, se está llevando a cabo una política de descentralización sanitaria por la cual los Centros de Salud pasan a tener mayor responsabilidad médica frente al paciente. Los Consultorios Antiguos que únicamente ofrecían una primera asistencia y que realizaban sobretodo tareas administrativas, son dotados de mayor responsabilidad y de un presupuesto propio y se transforman en los Centros de Salud actuales los cuales pueden: atender al ciudadano (prevención, curación y rehabilitación), llevar a cabo actividades de formación y docencia y realizar sus propios estudios de investigación.

Los Centros de Salud tienen, por tanto, una capacidad de autogestión pero dependerán siempre del sistema sanitario global y de sus hospitales de referencia cuando se requiera un especialista. Por

este motivo va a ser de gran importancia que la comunicación entre los Centros de Salud y los Hospitales sea lo más eficiente posible y que permita una rápida comunicación entre los centros para así agilizar más tanto los procesos puramente administrativos como los de tratamiento médico.

Muchas Comunidades han desarrollado proyectos de Telemedicina los cuales conectan Centros de Salud con Hospitales. Sin suponer una excesiva inversión y, utilizando tanto los medios como los recursos disponibles en España, a través del proyecto se pueden satisfacer necesidades reales de la Medicina.

El ejemplo consiste en la conexión de hospitales y centros de Salud vía RDSI. A través de una aplicación se puede enviar y recibir información médica del paciente (radiografías, electrocardiogramas,...). También se pueden realizar observaciones conjuntas sobre una misma imagen en tiempo real (Teleconsulta).

La aplicación gestiona, controla y permite la consulta de carpetas que contienen información del paciente como, por ejemplo, radiografías, electrocardiogramas y texto. Las carpetas pueden ser intercambiadas entre hospitales y centros de Salud.

A nivel de Hardware sería necesaria una estación de trabajo con conexión de red, que disponga de una calidad gráfica buena y sea que rápida en cuanto al procesamiento de imágenes.

La captura de las imágenes se puede realizar a través de un escáner adecuado para imágenes de todo tipo: radiografías, electrocardiogramas, TAC, RMN,...

2.5. Internet/Intranet en Medicina

Internet está produciendo cambios muy notables en diferentes aspectos de la Salud. Por un lado está aportando soluciones nuevas a problemas antiguos, por otro están apareciendo nuevas perspectivas que antes eran impensables.

Las Intranet (redes locales que utilizan protocolos Internet) son cada día más utilizadas en la solución de problemas como los que se plantean en los servicios de comunicación de información de los hospitales. La gestión de estos servicios está informatizada en mayor o menor grado, sin embargo, no existe estandarización en cuanto a formatos de almacenamiento y transmisión de la información generada, y a veces, es dificultoso el acceso a información la cual sería necesaria.

El uso de los protocolos de Internet por millones de personas hace que sean estándar de facto, muy fáciles de usar y de una gran consistencia.

Los diferentes departamentos y servicios de los hospitales pueden beneficiarse de maneras muy diversas del acceso a Internet y del uso de sus protocolos. Por un lado, las comunicaciones intrahospitalarias les permiten acceder de manera instantánea a la información necesaria tanto de pacientes como de gestión o administración, evitando las demoras y las pérdidas de información. Por otro lado, al disponer de herramientas tan poderosas como el WWW, la integración de información de cualquier tipo en un único documento hipermedia está facilitando la unificación de la Historia Clínica, que puede contener tanto la descripción de la historia como otros registros médicos (imágenes, sonidos, vídeos, analíticas, etc.).

Además de tener toda la información integrada se soluciona el problema del espacio. La seguridad, privacidad y validez legal de los nuevos sistemas de almacenamiento y comunicación de la información son problemas que es necesario abordar antes de una sistematización de uso.

Departamentos de imagen médica (como radiología) están sufriendo una adaptación a Internet. Los equipos de imagen que actualmente se ofrecen comienzan a disponer del estándar DICOM que permite almacenar y transmitir la

imagen digital incorporando información sobre los parámetros de explotación, así como datos clínicos de interés. Estos documentos pueden ser puestos, a través de la red hospitalaria, a disposición de aquellos servicios que lo requieran y de otros hospitales. En la actualidad numerosos hospitales permiten el acceso a través de Internet a sus archivos de imágenes médicas. Otros servicios son: acceder a los recursos médicos disponibles, consulta bibliotecas, publicación revistas, bases de datos documentales.

Internet aporta a la Telemedicina la teleconsulta, telecooperación y la formación continuada. Una de las mejoras más significativas de la salud de una población viene de la adecuada educación sanitaria de la misma. Internet proporciona información sanitaria para la población en general.

2.6. Problemas de la Telemedicina

Las telecomunicaciones pueden ofrecer a la Medicina distintas soluciones a variados problemas y, en principio, parece claro que los proyectos sobre Telemedicina se deben ir implantando sistemáticamente. Sin embargo, existe un cierto miedo a adoptar y a depender de las tecnologías tanto desde los profesionales como de los pacientes. Este es el principal problema a superar. Para que la tecnología se pueda introducir en el trabajo diario de la Sanidad necesita:

- que se produzca un cambio en el proceso médico, en la manera de trabajar;
- cambio en los modelos asistenciales, una evolución de los modelos sanitarios y
- una aceptación tanto de los profesionales como de los pacientes.

Para que esto se produzca es necesaria una formación adicional (aprender a ver en digital) y una reingeniería de los procesos de los profesionales. Tanto los profesionales como los pacientes deben "acostumbrarse" a trabajar a distancia utilizando los avances tecnológicos.

Se debe entender que es más importante el servicio a ofrecer que la tecnología. Por ejemplo, un proyecto de Telemedicina que si ha triunfado es una red de patólogos expertos los cuales se comunican por correo electrónico y discuten casos. En esta aplicación es más importante la comunicación entre los patólogos que la tecnología utilizada.

Otros problemas de la Telemedicina son:

- El coste de adquisición: la tecnología es todavía cara.
- El gran volumen de información médica: exige potentes equipos para su gestión y organización.
- La falta de unos estándares claros sobre Medicina, que permitan el intercambio entre profesionales sin problemas.

Muchos de los problemas actuales de la Sanidad podrían ser resueltos gracias a la Telemedicina. Tanto los modelos asistenciales inadecuados, necesidad de control del gasto sanitario (potenciación asistencia primaria, cuidado domiciliario y ambulatorio), crecimiento de los pacientes crónicos, etc. son problemas a los que la tecnología puede aportar una ayuda.

2.7. Ventajas de la Telemedicina

La Telemedicina ofrece una serie de posibilidades y ventajas tanto desde el punto de vista de gestión como asistencial: mejorar la atención al paciente, reducir coste, descongestionar centros sanitarios de mayor nivel, hacer accesibles los servicios médicos a un mayor número de ciudadanos, mejorar el aprovechamiento de los recursos, reducir las listas de espera, reducir las dosis de radiación, mejorar las condiciones de trabajo, mejorar la calidad de la enseñanza y formación.

Desde el punto de vista de gestión puede solventar problemas hospitalarios y ahorrar coste. Por ejemplo, se puede disminuir los turnos de guardias de los especialistas, minimizar los desplazamientos.

Desde el punto de vista asistencial se pueden mejorar el servicio ofrecido al ciudadano, aunque ello pueda incrementar los costes. Por ejemplo, una red de teleasistencia o telemonitorización de pacientes crónicos los cuales pueden ser atendidos remotamente por el médico mejoraría mucho la calidad de vida de esos pacientes.

3. Situación Sanitaria de Baleares

3.1. Hospitales de Baleares

Antes de entrar a detallar los proyectos de Telemedicina que se están desarrollando y que sería necesario implantar en Baleares es importante explicar la situación Sanitaria de las Islas.

En Baleares, como en cualquier otra Comunidad Autónoma, hay un Instituto Nacional de Salud (INSALUD) que depende del Ministerio de Sanidad. Del INSALUD dependen el Hospital de Son Dureta (Hospital Universitario y de referencia de las Islas situado en Palma de Mallorca), el Hospital Can Misses (Ibiza), el Hospital Virgen Monte Toro (Menorca) y el Hospital de Manacor de reciente apertura (Mallorca). El número total de camas de estos hospitales es 1221.

El INSALUD tiene concertadas un total de 197 camas con Hospitales de Gestión Privada no lucrativos: San Juan de Dios y la Cruz Roja.

La Conselleria de Sanitat del Govern Balear gestiona 3 hospitales situados en Palma de Mallorca: el Hospital Joan March, el Hospital General y el Psiquiátrico. Los tres reúnen un total de 453 camas.

Por último, también existe un sistema privado de salud. Las clínicas privadas suman un total de 762 camas. Algunas clínicas privadas son: Policlínica Miramar, Rotger, Juaneda, Femenmías, Planas, Mutua Balear, Muro, Alcudia, Virgen Rosario.

3.2. Centros de Salud

Un centro de Salud es la estructura física donde trabaja el equipo de atención primaria, constituido por todos los profesionales y trabajadores de una zona básica de salud. Cada centro de Salud abarca a su vez varios Centros Sanitarios o unidades Básicas de Salud.

En Mallorca hay 24 Centros de Salud, en Menorca hay 3, en Ibiza hay 4 y en Formentera hay 1.

Los Centros de Salud juegan un papel cada vez más importante en la atención sanitaria. Cuando una persona acude al médico, normalmente, visita a su médico de cabecera del Centro de Salud correspondiente. Dicho médico puede visitar al paciente y decidir si requiere atención especializada o no. El médico puede decidir que el paciente debe acudir al hospital por uno de estos dos motivos:

- El paciente se encuentra en situación de emergencia y, por tanto, debe acudir al Hospital en calidad de urgencia,
- El paciente requiere un estudio o una prueba que debe ser realizada por un especialista. Será necesario enviar a dicho paciente al hospital en calidad de consulta externa.

En los últimos tiempos se está llevando a cabo una política de descentralización sanitaria. Los Consultorios Antiguos que únicamente ofrecían una primera asistencia y que realizaban sobretodo tareas administrativas, son dotados de mayor responsabilidad y de un presupuesto propio y se transforman en los Centros de Salud actuales los cuales pueden: atender al ciudadano (prevención, curación y rehabilitación), llevar a cabo actividades de formación y docencia y realizar sus propios estudios de investigación.

Los Centros de Salud tienen, por tanto, una capacidad de autogestión pero dependerán siempre del sistema sanitario global y de sus hospitales de referencia cuando se requiera un especialista. Por este motivo va a ser de gran importancia

que la comunicación entre los Centros de Salud y los Hospitales sea lo más eficiente posible y que permita una rápida comunicación entre los centros para así agilizar más tanto los procesos puramente administrativos como los de tratamiento médico.

4. Proyectos que se están desarrollando en Baleares

El siguiente apartado explica los proyectos que están siendo desarrollados así como las políticas que está siguiendo cada institución en el área de la aplicación telemática a la Sanidad.

4.1. Govern Balear: Estrategia BIT

El Govern Balear, dentro de su estrategia de Innovación Tecnológica, promueve una serie de proyectos en el ámbito de Sanidad. Por un lado, participa en Proyectos Europeos cuyo objetivo es la aplicación de las Nuevas Tecnologías a la Sanidad. Son:

- CoCo (Coordination and Continuity in Primary Health Care): intercambio de información entre los hospitales y los centros de atención primaria utilizando EDI (Electronic Data Interchange), que permite una comunicación más rápida y fiable para la mejora del sistema hospitalario.

- HECTOR (Health Emergency Care through Telematics Operational Resources): Su objetivo es mejorar la coordinación de emergencias sanitarias de manera que se minimice el tiempo necesario para aplicar el tratamiento adecuado al paciente.

También promueve proyectos a nivel regional. El proyecto de Telemedicina consiste en conectar los Hospitales dependientes de GESMA (General, Joan March y Psiquiátrico) para Teleconsulta y Teleformación.

4.2. INSALUD

El Instituto nacional de Salud promueve también proyectos de desarrollo tele-

mático para sus instituciones. Participa en un Plan Telemático a nivel nacional. En Baleares, participa en proyectos de formación e investigación. Los hospitales tienen sus propios Departamentos de Informática los cuales se encargan de la informatización interna de las instituciones.

Por parte del Insalud, existe un interés claro en ofrecer el mejor servicio médico a los habitantes de las Islas. un acercamiento entre los Hospitales de todas las Islas sería muy beneficioso tanto para los médicos como para los pacientes.

4.3. Universitat de les Illes Balears

La UIB no gestiona ningún hospital propio pero está interesada en los proyectos de investigación que se puedan llevar a cabo. Además intenta que estos proyectos sean de utilidad y beneficiosos a la Sociedad Balear. Colabora con distintos hospitales en proyectos de Telemedicina como el Hospital Universitario Son Dureta, hospital de referencia de las Islas.

La UIB entiende que la base del desarrollo telemático es una formación continuada. Por eso, participa en cursos, másters o congresos donde interese recibir una formación en el campo de la tecnología. Así en el 7^é Congrés Català de Medicina Interna, celebrado en Palma en Mayo del 1997, se ofreció por videoconferencia a las Islas de Menorca e Ibiza una ponencia de un médico de Canadá sobre los últimos avances del SIDA. También, en Junio, en el Congreso de Neumología (SEPAR) se ofrecieron cursos de Internet para los médicos asistentes.

Además, la Universitat está interesado en promover cualquier proyecto de investigación donde se haga uso de las Nuevas Tecnologías. La Educación y la Sanidad son dos áreas a las que las Nuevas tecnologías pueden aportar diversas soluciones a sus necesidades. Gracias a las actuales tecnologías se puede también ofrecer un sistema de investigación y educación Sanitaria a los profesionales de Baleares.

Dentro de su tarea investigadora la UIB apuesta por la utilización de Internet como herramienta de investigación. se ha creado un Foro de Telemedicina donde cualquier usuario puede contactar con otros usuarios para establecer discusiones y compartir documentos. De esta forma se fomenta el intercambio de opiniones y conocimientos entre los médicos.

4.4. Otros

Las clínicas privadas también desarrollan sus propios proyectos de interés y apuestan, sobre todo, por la inversión en tecnología médica. Están muy interesadas en conocer que soluciones puede aportar la Telemática a sus hospitales.

Por último, en cualquiera de las instituciones anteriores existen médicos interesados en proyectos que les solucionen sus pequeños problemas. Todos estos proyectos contribuyen a que cada día más médicos vayan descubriendo que la tecnología puede ofrecer soluciones prácticas a la práctica médica diaria.

5. Proyectos que sería interesante desarrollar en Baleares

En este momento, estamos ante una situación en la que existe una gran demanda tanto a nivel de gestión como asistencial de soluciones a los problemas sanitarios. Por otro lado, existen soluciones tecnológicas adecuadas a las necesidades planteadas y, tanto la tecnología como los sistemas de comunicación son cada vez más potentes y económicos.

Estamos en una fase inicial de Estudio de Requerimientos donde hay una gran interés por parte de los gestores, médicos y técnicos de comenzar proyectos de Telemedicina que puedan aportar soluciones a la Sanidad Balear.

A continuación, se enumerarían algunos de estos proyectos que desde las

distintas instituciones son considerados de gran interés para Baleares:

5.1. Conectar los Hospitales de las Islas

Por parte del INSALUD existe un gran interés en tener conectados los Hospitales de Menorca (Virgen Monte Toro) e Ibiza (Can Misses) con el Hospital de Mallorca (Son Dureta). Esto permitiría a los médicos tener mejor contacto con el Hospital

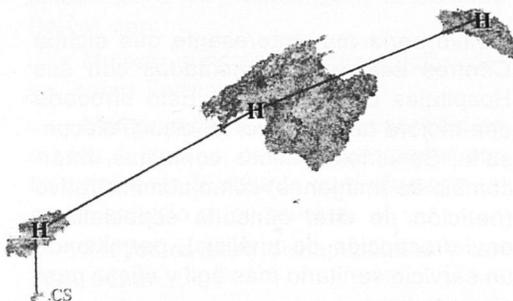


Fig. 3. Conexión de los Hospitales de Menorca, Ibiza y Mallorca y el Centro de Salud de Formentera a través de RDSI

de Referencia (Son Dureta) pudiendo realizar sesiones clínicas conjuntas, telemonitorizar enfermos en las islas, realizar consultas remotamente, etc.

Los requerimientos tecnológicos son simplemente un sistema de comunicación adecuado (RDSI) los equipos necesarios (ordenadores) y la aplicación de Telemedicina que permita la conexión adecuada en cada momento.

5.2. Conectar los Centros de Salud con los Hospitales

Debido a la política de descentralización Sanitaria que se está llevando a cabo los Centros de Salud están dotados cada día de mayor poder sobre su gestión.

De todas maneras estos Centros dependen mucho tanto a nivel médico como administrativo de los Hospitales. Por este

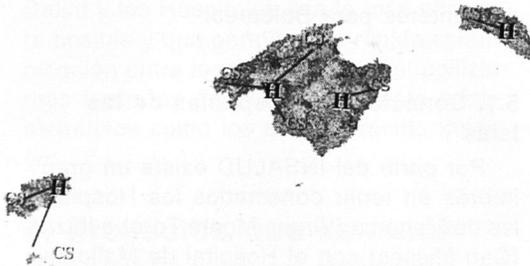


Fig. 4. Conexión de los Centros de Salud con los Hospitales

motivo sería muy interesante que dichos Centros estuvieran conectados con sus Hospitales de Referencia. Esto ofrecería una mejora tanto a nivel médico (Teleconsulta, Sesiones Clínicas conjuntas, Intercambio de Imágenes) como administrativo (petición de cita, consulta especialista, envío/recepción de análisis), permitiendo un servicio sanitario más ágil y eficaz para el ciudadano.

5.3. Conectar el Centro de Salud de Formentera con el Hospital de Ibiza (Can Misses)

Dentro del proyecto de conexión de los Centros de Salud con los Hospitales existe un caso en el que la urgencia parece máxima. Formentera es una isla pequeña del archipiélago Balear donde residen algunos ciudadanos. Están dotados de un

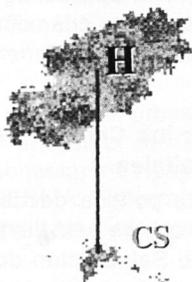


Fig. 5. Conexión del Centro de Salud de Formentera con el Hospital de Ibiza

Centro de Salud el cual necesita a menudo del Hospital de Ibiza para una segunda opinión, una revisión de un enfermo, etc. El traslado de ese enfermo es incómodo para el paciente y costoso para el sistema sanitario.

Tecnológicamente, dicho centro está dotado de ecografía, Electrocardiógrafo y Equipo de Rayos-X. Un sistema de comunicación adecuado ahorraría muchos traslados a pacientes ya que podrían ser enviadas las imágenes de ecografías y radiografías y los estudios de electrocardiograma al hospital Can Misses, e incluso al Hospital de Son Dureta cuando fuera necesario.

5.4. Conectar los Hospitales de Mallorca

Los Hospitales Joan March, General y Psiquiátrico están gestionados por la

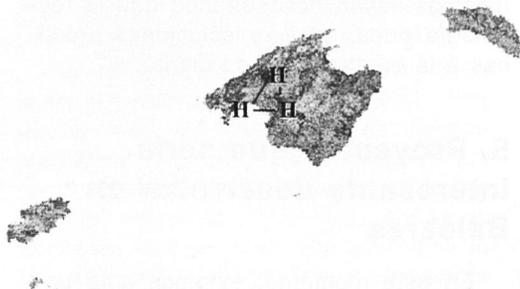


Fig. 6. Conexión de los hospitales de Mallorca (GESMA)

misma institución (GESMA) bajo la Conselleria de Sanitat del Govern Balear. Existe un gran interés en tener dichos hospitales conectados tanto para tareas administrativas como actividades médicas (informatización historias clínicas, sesiones clínicas conjuntas, teleconsulta, etc.).

5.5. Organización Sistemas de Información Hospitalarios

Sería de gran interés unificar los Sistemas de Información Hospitalarios de los

centros sanitarios de las Islas. De esta manera se podría conseguir una Historia Clínica Unificada y cuando un ciudadano acudiera a cualquier centro se pudiera recuperar todo su historial. Para conseguir la unificación de la Historia Clínica sería necesario elaborar un documento estándar con el que estuvieran de acuerdo todas las instituciones sanitarias. También sería necesario elaborar un estándar de comunicación para el intercambio de dichas historias clínicas. También soluciones como la Tarjeta Sanitaria (adoptada en Andalucía) puede aportar soluciones interesantes.

5.6. Internet Sanitario

Internet va a jugar un importante papel en los proyectos de desarrollo telemático. a nivel médico ofrece:

- Acceso a grandes centros nacionales e internacionales sanitarios: hospitales de EEUU, Univesidades, etc.
- Acceso a información médica: bases de datos, revistas médicas, publicaciones, etc.
- Una herramienta de comunicación entre profesionales

Sería interesante que los médicos de Baleares pudieran explotar las posibilidades de Internet lo que les posibilitaría mejorar sus trabajos de investigación y una autoformación. También se podría crear una Red Telemática Sanitaria Balear a modo de Intranet de manera que los médicos pudieran discutir casos, intercambiarse historias de pacientes, imágenes, etc. e incluso en un futuro se pueda tener la historia clínica accesible con herramientas Internet.

5.7. Formación Continuada del Sector Médico

Este será uno de los aspectos más importantes para motivar la demanda de proyectos de Telemedicina. La Universitat de les Illes Balears tiene la agradable

experiencia que cuando se explica a un médico las posibilidades de las herramientas informáticas (aplicaciones, Internet, etc.)son los médicos mismos los que comienzan a generar soluciones a sus problemas. Es importante que el sector sanitario observe con ejemplos prácticos y reales las posibilidades que la tecnología les ofrece.

5.8. Otros

Otros proyectos que también aportarían soluciones a los problemas de la Sanidad Balear son:

- Mejorar servicio a zonas difícil acceso, como Formentera
- Mantenimiento calidad de servicio en meses de verano: permitir conexiones con hospitales de Europa lo cual ofrecería un mejor servicio a los turistas.
- Proyectos para discapacitados y tercera edad
- Utilización de nuevas tecnologías para medicina preventiva (ej. Epidemiología)

6. Conclusiones y Futuro

Existen diversidad de situaciones en las que las tecnologías serían adecuadas. Una simple base de datos de pacientes, un sistema de tratamiento de imágenes digitales, un sistema de videoconferencias para consulta entre profesionales, etc. son proyectos que podrían ser realizados con la tecnología actual. Además, comienza a haber una mayor demanda entre los médicos que ven que existen soluciones tecnológicas a sus requerimientos.

Quizás el problema fundamental es que hay una falta de entendimiento entre los ingenieros o informáticos y los profesionales de la Sanidad. Normalmente, los técnicos pretenden que el médico utilice más tecnología que la que realmente requiere para resolver su problema concreto. El médico, que capta esta situación, muestra

una desconfianza sobre los consejos recibidos.

Por otro lado, algunos médicos no aceptan consejos y piensan que sus conocimientos sobre la tecnología les son suficientes. Los proyectos que realmente funcionan tienen la base en el buen entendimiento entre el médico y el ingeniero o informático.

Desde el punto de vista de Baleares estamos en una situación interesante para desarrollar aplicaciones, ejemplos, prototipos de proyectos de telemedicina. El hecho de ser un conjunto de islas con hospitales relacionados, la demanda de soluciones tanto a nivel de gestión como asistencial y las posibilidades que hoy ofrece la tecnología van a posibilitar el desarrollo de proyectos útiles y prácticos para Baleares.

Otras conclusiones son:

- La red del futuro transmitirá una gran variedad de datos en forma digital: voz, vídeo, imágenes,...
- La formación permanente en la sanidad es imprescindible para mantener la capacitación de los profesionales
- Las Instituciones deben jugar un papel importante en este proceso.
- Internet pone a disposición de los médicos una herramienta de comunicación a escala mundial.
- Estamos viendo una nueva era para la telemedicina.

El futuro sobre la Medicina y la tecnología parece no tener fin. La tecnología avanza de manera imparable y ofrece a la Medicina posibilidades que hasta el momento habían sido impensables. La conjunción de tecnologías como la reconstrucción tridimensional de imágenes médicas, la endoscopia, la realidad virtual, la telepresencia y la microrrobótica están permitiendo el desarrollo de sistemas que hacen posible la Telecirugía asistida. Algunos laboratorios están realizando

experiencias de conexión entre las terminaciones neuronales y un chip. Entre otros se ha logrado manejar mediante los potenciales electroencefalográficos el cursor de un ordenador. Cuando los interfaces hombre-ordenador estén suficientemente desarrollados podremos navegar a través del ciberespacio, penetrando y quizás interviniendo en el cuerpo humano sin importar donde se encuentre.

La gran capacidad y potencia que hoy en día ofrecen los sistemas de telecomunicaciones, así como las mejoras del tratamiento de la imagen a través del ordenador, pueden ofrecer soluciones a las actuales demandas sanitarias, donde se hace necesario un mejor aprovechamiento de los recursos, una mejora de la calidad asistencial y una mayor potenciación de la asistencia primaria. Frente a esta demanda y buena situación para el desarrollo de proyectos de telemedicina va a ser clave el buen entendimiento entre los profesionales del sector sanitario y el sector informático o de las telecomunicaciones. Si cada profesional se dedica a su tarea dentro del proyecto y el trabajo se realiza en grupo se conseguirán los objetivos marcados y, por tanto, mejorará el servicio médico ofrecido al ciudadano.

Por último, es importante que Baleares conozca la tecnología y las posibles soluciones. La tecnología acerca a las ciudades y países proporcionando sistemas de comunicación rápidos y eficientes. La condición de Islas hace especialmente interesante la utilización de las Telecomunicaciones para Baleares. Mediante este documento se pretende proporcionar respuestas a las diferentes cuestiones que tanto las Instituciones Sanitarias como los mismos médicos se realizan sobre la tecnología y sus aplicaciones en Medicina. Desde definir los términos tecnológicos que cada día más son utilizados, hasta definir las necesidades que se plantean en Baleares, ofreciendo las soluciones tecnológicas existentes.

7. Bibliografía

- "The Telemedicine HandBook: Improving Health Care With Interactive Vídeo", Jane Preston. Telemedical Interactive Consultative Services, Inc 1995.

- "The era of HealthCare reform and the information Superhighway. implications for Radiology", Robert A. Greenes, MD,PhD, Roger A. Bauman, MD,FACR,FACMI,FACER. Radiologic Clinics of North America, Mayo 1996.

- "Image Acquisition. Sites, technologies and Aproaches" Steven C. Horii, MD, Radiologic Clinics of North America, Mayo 1996.

- "Teleradiology and Telemedicine" Mark A. Goldberg, MD. Radiologic Clinics of North America, Mayo 1996.

- "Sistemas analógicos y digitales de televisión", L. Torres, E. Lleida, J.R. Casas. Ediciones UPC, 1993.

- "Vídeo Compresión for Multimedia", Ozer J. Academic Press Profesional, 1995.

- "Managing interactive video-multimedia projects", R.E. Bergman. Educational Technology Publications, 1990.