

Exploración de niveles asistenciales y análisis de escenarios para el diseño de nuevos servicios de e-Salud

E. P. Gil Rodríguez¹, I. Martínez Ruiz², D. López Gómez³, Y. Bona Beauvois¹, J. García Moros²

¹Internet Interdisciplinary Institute (IN3), Univ. Oberta de Catalunya, Castelldefels, España, {egilrod, ybona}@uoc.edu

²Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A), Univ. Zaragoza, Zaragoza, España, {imr, jogarmo}@unizar.es

³Departamento de Psicología Social, Universidad Autónoma de Barcelona, Cerdanyola, España, daniel.lopez@uab.es

Resumen

En este trabajo se describe, desde la perspectiva de diseño centrado en el usuario (DCU), la metodología y resultados de una investigación que ha tratado de identificar los escenarios idóneos para la implementación de servicios de e-Salud que utilicen transmisión de ECOs y ECGs. Mediante la metodología de análisis de escenarios se ha procurado identificar los niveles asistenciales del sistema sanitario en los que la implementación de un dispositivo de transmisión de ECOs y ECGs diera respuesta a problemas existentes. Se describe la metodología, de corte cualitativo, y los resultados del estudio, en los que se identifican distintos escenarios de implementación de dispositivos de telecardiología. A partir de los resultados, se plantea la recogida de requisitos técnicos y de usuario que contribuyan a un diseño óptimo de un servicio de e-Salud.

1. Introducción

En el transcurso de los últimos años, las nuevas redes de telecomunicaciones han permitido que los servicios de e-Salud hayan experimentado un importante avance y desarrollo, en términos tanto cuantitativos como cualitativos. Las posibilidades que ofrecen las nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) en los servicios de salud han derivado en sistemas aplicables a la transmisión y gestión de datos en instalaciones hospitalarias y ensayos clínicos, a la teleasistencia y a la autogestión y autoevaluación por parte del paciente de su propia enfermedad, etc. [1]-[2].

Por otra parte, es posible diseñar servicios de e-Salud en una gran variedad de escenarios derivados de la implementación de redes de comunicaciones dentro de la asistencia sanitaria (entornos rurales, domiciliarios, etc.) [3]-[4]. Por ello es fundamental explorar los diferentes niveles asistenciales en el ámbito de la salud en los que la implementación de aplicaciones y servicios de e-Salud pueda optimizar el uso de los recursos sanitarios disponibles, así como mejorar la prevención y calidad de vida de los pacientes. En este sentido, el diseño, implementación y evaluación de sistemas de servicios y aplicaciones de telemedicina debe tener en cuenta el punto de vista tanto de los profesionales de la salud como de los pacientes.

En la sección 2 se presenta la metodología empleada para explorar estos niveles asistenciales e identificar dichos escenarios. La sección 3 describe los escenarios de telemedicina más relevantes definidos desde el punto de

vista de los usuarios/profesionales de la salud gracias a la metodología descrita. En la sección 4 se completa la descripción anterior planteando las características técnicas de estos escenarios desde un punto de vista tecnológico. Los resultados del estudio y los problemas de implementación planteados desde ambos puntos de vista se discuten en la sección 5.

2. Exploración de niveles asistenciales y definición de escenarios

El análisis de escenarios [5] es una metodología frecuentemente utilizada dentro de la disciplina denominada interacción persona-ordenador para estudiar la implementación de las nuevas tecnologías en contextos muy específicos, o bien para pensar en posibles aplicaciones de tecnologías que aún no han sido por completo desarrolladas.

Los escenarios son narraciones descriptivas sobre los contextos en que determinada gente lleva a cabo determinadas actividades. El análisis de escenarios se ha mostrado muy eficaz para manejar el trabajo interdisciplinario entre los desarrolladores de tecnología y los expertos en estudios de usuario, puesto que permite explicar de forma sencilla e ilustrada los contextos en que una aplicación va a ser implementada, las características de los usuarios que van a utilizarla y sus funcionalidades e interacciones. Esto facilita enormemente el desarrollo de aplicaciones desde la perspectiva de diseño centrado en el usuario (DCU). Desde esta perspectiva, se ha diseñado una metodología que permite definir los escenarios idóneos para el diseño de nuevos servicios de e-Salud desde el punto de vista de usuarios expertos en el contexto asistencial en cardiología. Esta metodología garantiza una mayor eficiencia en la implantación del servicio, puesto que se diseña en función de necesidades diagnosticadas previamente. Así, se aprovechan los avances en las TICs aplicadas a la transmisión de señales biomédicas, tales como el electrocardiograma (ECG) o la ecocardiografía (ECO), para proponer servicios de e-Salud basados en la perspectiva de los profesionales de la salud que van a utilizar dichos servicios.

Dado el carácter eminentemente cualitativo de la información recogida en un análisis de escenarios, son también las metodologías cualitativas las más adecuadas para elaborarlos. En el caso de la metodología cualitativa no es importante la selección de una muestra

representativa, puesto que no buscamos extrapolar los resultados a una población general, aunque sí es necesario que las personas entrevistadas cubran el elenco de posibilidades en cuanto a diversos aspectos clave [6]. En este caso se ha procurado que las personas entrevistadas pertenecieran a hospitales diferentes, que tuvieran alguna experiencia en telemedicina y que pertenecieran a disciplinas relacionadas con la telecardiología. Para este análisis de escenarios se ha efectuado un total de siete entrevistas individuales con personas que cumplían dichos requisitos y un grupo de discusión (*focus group*) con expertos cardiólogos.

Un *focus group* es una sesión colectiva de discusión acerca de un tema concreto, en la que distintos puntos de vista pueden ser confrontados y argumentados simultáneamente [7]. En nuestro caso, mediante el *focus group* hemos afinado las características de los escenarios y servicios ideales para la implantación de un servicio de telecardiología basado en transmisión de ECOs y ECGs, aproximándonos de paso a los requisitos de usuario del personal sanitario.

Una vez efectuadas las entrevistas y *focus group* se ha procedido al análisis de su contenido, apoyándonos para ello con el *software* ATLAS-Ti [8], que permite identificar los contenidos más relevantes del análisis y establecer relaciones entre ellos (ver Figura 1).

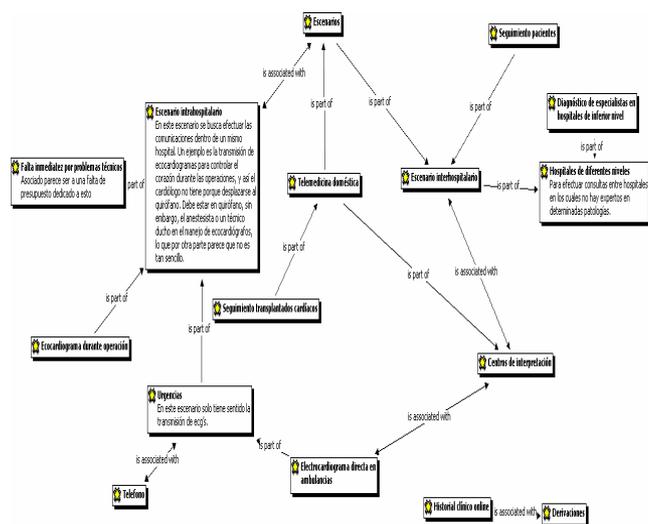


Figura 1. Gráfico de resultados obtenido mediante ATLAS-ti.

A partir de estos resultados se seleccionará un escenario para efectuar, mediante la metodología de la observación participante [9], un análisis de contexto [10] que permita recoger los requisitos y necesidades de sus usuarios. Con esta información se obtendrán recomendaciones para el diseño de las funcionalidades y la interfaz de usuario del dispositivo a implementar.

3. Escenarios de uso desde la perspectiva de diseño centrado en el usuario

El conocimiento obtenido a partir de la metodología descrita en el punto anterior ha llevado a definir tres escenarios de uso de aplicaciones de telemedicina (TM):

3.1. Telemedicina domiciliaria

En TM domiciliaria la transmisión de señales se realiza desde el domicilio del paciente, con el objetivo de realizar un seguimiento de enfermedades crónicas que requieren una monitorización continua bien por el riesgo implicado, bien porque el seguimiento implica un gran coste en movilidad. Para la transmisión de ECGs y ECOs en concreto, el escenario de telemedicina domiciliaria que se presenta como realmente útil es el de seguimiento de pacientes con trasplante cardíaco. Los trasplantes de corazón sólo se realizan en hospitales de tercer nivel y, sin embargo, los enfermos pueden residir en cualquier lugar de España. La utilidad de este escenario en telecardiología sería la de evitar muchos desplazamientos que los pacientes se ven obligados a efectuar a los hospitales donde se les realizó el trasplante para realizar su seguimiento. Así, en la transmisión de información se hace necesaria, además de los análisis correspondientes, la toma periódica de diversas pruebas de paciente: ECG, ECO, tensión arterial, auscultación, etc.

3.2. Telemedicina interhospitalaria

En TM interhospitalaria la transmisión de señales se realiza entre diferentes hospitales, con el objetivo de coordinarse con otros expertos en la materia. Los usuarios son principalmente los profesionales de la salud, aunque se encuentran diferentes perfiles entre dichos profesionales, los cuales serán identificados y exhaustivamente descritos en el estudio de requisitos de usuario. Por otra parte, hay que tener en cuenta que en este escenario las pruebas las realizan técnicos que no tienen por qué saber interpretar sus resultados, ya que dicha tarea le corresponde al especialista. Además, técnico y médico especialista tampoco tienen por qué coincidir en tiempo y espacio. Este hecho va a ser relevante en el diseño, puesto que la interpretación de ECOs es, en palabras de los expertos, “dependiente del operador”: sus resultados dependen de la destreza y de los conocimientos en la materia que tiene la persona que realiza la prueba.

Para transmisión de ECGs y ECOs se han encontrado dos situaciones en las que la implementación de un dispositivo de TM estaría muy bien valorada, especialmente para ECO:

I. Consulta del especialista a distancia, para evitar el desplazamiento de pacientes y/o cardiólogos. Podría darse mediante un protocolo establecido: por ej. el cardiólogo de un hospital rural que consulta periódicamente al especialista de un hospital de tercer nivel. Puede tener un carácter más ocasional, como los casos de consulta para determinadas patologías en las que el médico que asiste al paciente no es tan experto como otro que se encuentra en el hospital de otra ciudad. En estos protocolos el escenario incluiría la discusión colectiva y periódica de casos clínicos a distancia.

II. La subcontratación de interpretación diagnóstica o de dispositivos de realización de pruebas en cardiología. En la contratación del diagnóstico a distancia se transmiten imágenes a médicos que trabajan en otros países,

contratados para la interpretación de dichas imágenes por diversos motivos. También se transmiten imágenes cuando se subcontratan máquinas diagnósticas por parte de unas organizaciones sanitarias a otras. En ambos casos es necesaria la transmisión remota de señales ya que no coinciden espacialmente (ni temporalmente en la mayoría de los casos) las personas que realizan las pruebas y las personas que las interpretan.

3.3. La telemedicina intrahospitalaria

En este escenario se busca efectuar las comunicaciones dentro de un mismo hospital. Al igual que en TM interhospitalaria, los usuarios van a ser principalmente los profesionales de la salud, y con mayor variedad entre especialidades. Derivados del estudio de campo, se han identificado tres escenarios concretos de uso de un dispositivo de telecardiología:

I. Transmisión de ECOs desde quirófano. Mediante la transmisión de ECOs se puede controlar el corazón durante las operaciones, de forma que el cardiólogo no tiene por qué desplazarse al quirófano. Esta transmisión de imágenes se complementa mediante comunicación telefónica cirujano-cardiólogo, pudiendo de esta forma comentar la ECO que le están haciendo al paciente en quirófano. Así se soluciona la dependencia de la interpretación de la ECO respecto a la persona que efectúa la prueba; sin embargo, debe estar en quirófano un técnico ducho en el manejo de ECO (en algunos casos, los propios anestesiistas aparecen entrenados para ello).

II. Historia clínica compartida dentro del hospital. Si en TM se reconoce la necesidad de la historia clínica compartida, en el escenario intrahospitalario esta visión cobra relevancia, dado que son mucho más elevadas sus posibilidades de implantación que en el escenario interhospitalario. Así, es clave que venga asociada a la historia clínica todo tipo de información multimedia sobre el paciente, incluidos ECG's y vídeos de ECOs.

III. Escenario móvil o de urgencias. En este escenario sólo tiene sentido la transmisión de ECGs, ya que las ECOs son pruebas que por sus aplicaciones diagnósticas no se efectúan en el momento en que un paciente está padeciendo una crisis cardíaca (no aportan información relevante para su diagnóstico y la subsecuente toma de decisiones). Se completa con el uso de comunicaciones móviles que pueden considerar la implementación de videoconferencias en este tipo de dispositivos.

4. Escenarios de uso: requisitos técnicos

Desde un punto de vista técnico, un servicio de telecardiología se basa en la adquisición y envío digital de las señales de interés (ECG, ECO) a través de tecnologías de red apropiadas [11]. Sus características técnicas son:

- **ECG.** La señal electrocardiográfica [12], asociada a corrientes eléctricas que produce el corazón al latir, se capta de forma no invasiva por varios electrodos (3-12). Usa habitualmente 250Hz por canal, con 12-16bits de resolución, que implica señales de decenas de MB (suelen aplicarse técnicas de compresión sin pérdidas

2:1, 3:1, para médicos especialistas, o algoritmos con pérdidas 10:1, 15:1 ó 20:1, para médicos de cabecera). Aunque existen sesiones en tiempo real (RT), por lo general el médico suele adquirir y almacenar un ECG (*StoreForward*, SF) desde el centro rural o la casa del paciente, para su envío al hospital donde el cardiólogo lo interpretará, reduciendo coste y desplazamientos.

- **ECO.** La ecografía de órganos vitales sirve como primer diagnóstico de la gravedad de un paciente, y se basa en el registro de imágenes de ultrasonidos [13]. Es una técnica no invasiva, no produce radiación ionizada, y es relativamente barata. Consiste en ultrasonidos que obtienen imágenes de vídeo de las estructuras del organismo. Existen varios tipos de ecografías, pero las más comúnmente usadas se basan en imágenes de 512x512, 640x480 ó 1024x1024 píxeles, con resolución de $h=8, 16$ y 24bits/píxel , transmitiendo 24 imágenes/s durante varios minutos. Se suele implementar SF, pero existen proyectos RT basados en ecógrafo portátil con robot que permite la consulta y diagnóstico remoto. El robot dirige la sonda y, una vez bien posicionado, manda una secuencia de vídeo de ultrasonidos que permita al especialista el seguimiento del paciente.

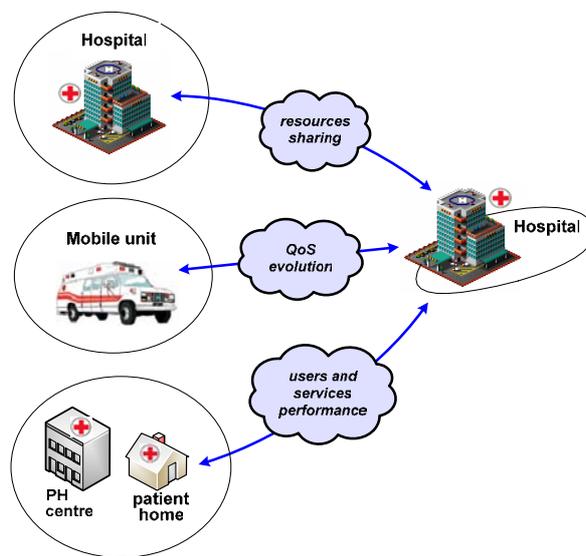


Figura 2. Escenarios de uso considerados en el estudio

A partir de esta descripción técnica y con los escenarios planteados desde la perspectiva DCU, se presentan los escenarios más representativos desde el punto de vista tecnológico (ver Figura 2). Cada uno de estos entornos están asociados a tipos de servicios específicos, descritos por parámetros característicos que son los que miden la calidad de servicio (*Quality of Service*, QoS) ofrecida desde un punto de vista técnico. Así, dichos entornos son:

- **Entornos hospitalarios.** Sus características se asocian a la comunicación entre médicos de distintas plantas y/o especialidades que intercambian datos dentro del hospital (intra-hospitalario), o entre hospitales distintos (inter-hospitalarias). No existen grandes diferencias técnicas (aunque éstas sí que se presentan desde el punto de vista de los usuarios), excepto en entornos móviles o de urgencias (ver siguiente apartado). Los primeros se basan en redes locales de tipo GigaEth y no

suelen suponer limitaciones de recursos. Los segundos, basados en redes de conmutación de banda ancha (FR, ATM), presentan más restricciones (que además se han de compartir entre muchas aplicaciones de distintos tipos). En estos últimos casos, el interés técnico se centra en poder modificar las configuraciones de los servicios y las tecnologías de red evaluando los algoritmos óptimos y adecuando la configuración de los parámetros del servicio (tamaño de datos, tasa de transmisión, asignación de prioridades) a los recursos disponibles por la red de comunicaciones según QoS.

- **Entornos móviles.** Se basan en la interconexión entre un médico no especialista (desde una ambulancia o UVI móvil y usando tecnologías GPRS o UMTS) y el hospital para intervenir con todos los medios a su alcance para salvar la vida del paciente en el trayecto “lugar del accidente-hospital más próximo”. Sus características técnicas se asocian a un canal con alta variabilidad, con los recursos de red limitados y, probablemente, con prestaciones que no se mantienen uniformes en los que interesa adecuar el tráfico generado a las condiciones variables de la red.
- **Entornos rurales y domiciliarios.** En el caso de que el hospital desde el que se transmiten las señales se encuentre en el ámbito rural, y desde un punto de vista técnico, este escenario se asemeja al interhospitalario. Se caracterizan por la interconexión entre un médico no especialista (en el centro de atención primaria o el domicilio del paciente) y el hospital para intercambiar datos y pruebas médicas de un paciente. Ambos contextos se suelen asociar a tecnologías PSTN y DSL. Así, y dado el elevado número de servicios y usuarios potenciales, interesa analizar el rendimiento que puede obtenerse al simultanear aplicaciones (y el número de simultaneidades) que permiten satisfacer los requisitos mínimos de eficiencia, QoS y de calidad subjetiva percibida por médico y paciente.

En definitiva estos dos planteamientos (técnico y de usuario) no sólo son complementarios sino que permiten seleccionar los escenarios más adecuados, optimizando ambos tipos de requisitos y mejorando el diseño final.

5. Resultados y discusión

Gracias al análisis anterior se han identificado una serie de aspectos que se han de solucionar para la correcta implementación de un servicio de telecardiología. Primero, es clave definir el servicio de e-Salud y los dispositivos de TM acordes con el escenario que se identifique como idóneo. Hay que tener en cuenta que la transmisión de señales puede tener mucho sentido en un determinado escenario, y ninguno en otro escenario diferente. Además, para cada escenario se deben contemplar variables relativas a los usuarios, tales como su cultura organizacional y sus diferentes perfiles. En este sentido también cabe destacar que, por definición, en los servicios de e-Salud la información se encuentra descentralizada. Existe una separación entre quién efectúa las pruebas y entre quiénes las interpretan, lo que además de conllevar cambios organizacionales es clave para la transmisión de ECO, al ser ésta una prueba en la que su

interpretación depende en buena medida de la persona que la ejecuta. También hay que considerar las características técnicas del contexto de implementación: los hospitales suelen padecer desfases tecnológicos, y además los fallos técnicos no son un tipo de error asumible en su ámbito. Por último, destaca la importancia de compartir información de forma integrada mediante la historia clínica compartida. En este sentido, se debe poder compartir, transmitir y consultar la información en cualquier tipo de soporte (imagen estática, video, texto).

Una vez se seleccione el escenario más idóneo para la observación participante, el análisis contextual y la recogida de requisitos de usuario deberá determinar con exactitud quiénes son los usuarios y sus perfiles, las tareas que realizan, las características de su contexto y la información a transmitir/compartir.

6. Conclusiones

Siguiendo metodología cualitativa desde la perspectiva DCU, se han explorado los niveles asistenciales de un servicio de telecardiología desde un punto de vista tecnológico y de usuario. De los análisis realizados se ha obtenido una serie de requisitos de usuario que permiten seleccionar el escenario más adecuado y definir los parámetros óptimos del diseño del sistema.

Agradecimientos

Este trabajo ha recibido el apoyo de proyectos de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) y Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER) TSI2004-04940-C02-01 y C02-02.

Referencias

- [1] Belmont JM, Mattioli LF. Accuracy of analog telephonic stethoscopy for pediatric telecardiology. *Pediatrics*. Oct, 112, 4, pp. 780-786, 2003. (ISSN: 0096-6630)
- [2] Kruger DF, White K, Galpern A, Mann K, Massirio A, McLellan M, Stevenson J. Effect of modem transmission of blood glucose data on telephone consultation time, clinic work flow, and patient satisfaction for patients with gestational diabetes mellitus. *J Am Acad Nurse Pract*. Aug, 15, 8, pp. 371-375, 2003. (ISSN: 0260-6917)
- [3] Harnett B. Telemedicine systems and telecommunications. *J Telemed Telecare*, 12, 1, pp. 4-15, 2006. (ISSN: 1357-633X)
- [4] Maheu M, Whitten P, Allen A. E-health, telehealth, and telemedicine: a guide to start-up and success. Jossey-Bass Eds., San Francisco, USA, 2001. (ISBN: 362.102821-E103)
- [5] Carroll JM. Making use. Scenario-based design of human-computer interactions. MIT Press, 2000. (ISBN: 0-262-03279-1).
- [6] Ruiz, JI. Metodología de la investigación cualitativa. Universidad de Deusto, 2003. (ISBN: 84-7485-423-7).
- [7] Ede MR. Focus group to study work practice. *Usability Interface*, Vol 5, n. 2, October 1998. <http://www.stcsig.org/usability/newsletter/9810-focusgroups.html>. (Last access: 31/07/06)
- [8] Muñoz J. Análisis cualitativo de datos textuales con ATLAS-ti. 2003. <http://antalya.uab.es/jmunoz/indice/filetrax.asp?File=jmunoz/cuali/ma-nualatlas.pdf> (Last access: 31/07/06)
- [9] Myers M. Investigating information systems with ethnographic research. *Communications of the association of information systems*, Vol 2, art 23, 1999. (ISSN: 1529-3181).
- [10] Beyer H, Holtzblatt K. Contextual Design. Morgan Kaufman Publishers, 1998. (ISBN: 1-55860-411-1).
- [11] Gemmill J. Network basics for telemedicine. *J Telemed Telecare*, Vol 11, n. 2, pp. 71-76, 2005. (ISSN: 1357-633X)
- [12] Hjeltn NM, Julius H.W. Centenary of tele-electrocardiography and telephonocardiology. *J Telemed Telecare*, Vol. 11, n. 7, pp. 336-339, 2005. (ISSN: 1357-633X)
- [13] Red europea de investigación de robótica y telemedicina. OTELO. mObile Tele-Ecography using an ultra Light rObot. <http://www.bourges.univ-orleans.fr/otelo/home.htm>. (Last access: 31/07/06)