

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
DPTO. DE INGENIERIA TELEMÁTICA



PROYECTO FIN DE CARRERA
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN

**SISTEMA DE TELEMEDICINA
Y TELEASISTENCIA BASADO
EN ESTÁNDARES ABIERTOS Y
SOFTWARE LIBRE PARA
ENTORNOS RESIDENCIALES**

Autor: Jaime Martín Jiménez
Tutor: Julio Ángel Cano Romero
Director: Mario Ibañez Pérez

Leganés, 2011

Resumen

Las soluciones de asistencia sanitaria a domicilio se están convirtiendo en una respuesta a la necesidad de controlar los costes sanitarios derivados tanto del progresivo envejecimiento de la población como del incremento del número de pacientes con enfermedades crónicas. Las mejoras realizadas en las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) han ayudado al gran avance experimentado en los últimos años en el desarrollo de soluciones de telemedicina y teleasistencia.

Integrar a los principales actores en el cuidado a domicilio de esas personas es clave para un ofrecer un servicio de calidad pero a menudo los sistemas de telemedicina y teleasistencia no tienen suficiente interoperabilidad con el resto de soluciones o fallan por no tener en cuenta ciertos aspectos sociales que reducen la aceptación y uso del sistema. Mejorar la integración del equipamiento TIC (p.e. teleasistencia domiciliaria) en los cuidados sanitarios y el bienestar es una demanda de los ciudadanos que se debe proporcionar a un coste razonable.

El principal objetivo de este proyecto es tratar de conseguir una comunicación sencilla entre las personas dependientes, sus familiares y el personal sanitario y proporcionar una solución para conectar los dispositivos médicos con la pasarela residencial (RGW). El diseño del sistema propone una solución flexible y modular basada en la plataforma OSGi para ofrecer servicios de telemedicina y teleasistencia para pacientes en casa. Este proyecto presenta un sistema de videoconferencia basado en un estándar de redes multimedia muy extendido para comunicar a los actores del servicio sanitario y posee una negociación de la transmisión y administración sencilla. Además, el servicio de telemedicina se basa en los estándares de informática médica HL7 e ISO/IEEE 1073 para comunicar la información médica entre la pasarela residencial del paciente y el servidor de Historia Clínica Electrónica (EHR). Se ha implementado un driver para dispositivos médicos Bluetooth para OSGi que permite adquirir los datos de salud monitorizados por los dispositivos de telemedicina disponibles en el hogar.

Abstract

Home healthcare solutions are becoming an answer to the need of controlling the healthcare costs resulting from both the progressive ageing of population and the increase of the number of patients with chronic diseases. In fact, chronic disease management has become a priority issue in the insurance health systems of Europe. The need to optimize the health resources and Information and Communications Technologies (ICT) enhancements have made e-health services experiment a great advance in the last years.

Integration of the healthcare main actors is required to offer a quality service but e-health systems often lack adequate interoperability with another solutions and also commonly fail to take certain social aspects into account which slow down the acceptance and usage of the system. To improve the ICT (e.g. telehomecare) integration in care, living and wellness is a citizens demand that it should be provide at affordable cost.

The main goal of this project tries to achieve a seamless communication among the dependent people, relatives and medical staff and provide a solution to connect the medical devices with the Residential GateWay (RGW). The system design propose a flexible and modular solution based on the OSGi platform to support telemedicine and telecare services for patients at home. This project presents a videoconference system to communicate healthcare actors based on an widespread multimedia network standard that makes possible an automatic discovery of multimedia services and has a seamless streaming negotiation and management. Moreover, the telemedicine service is based on the health informatics standards HL7 and ISO/IEEE 1073 to communicate the medical information between patient residential gateway and a Electronic Healthcare Record (EHR) server. An medical Bluetooth driver for the OSGi framework is implemented to adquire the health monitorized data from the medical devices at home.

Agradecimientos

Este proyecto no hubiera sido posible sin la ayuda de todos los miembros que han pasado por el extinto grupo de Entornos Inteligentes del Departamento de Ingeniería Telemática de la Universidad Carlos III de Madrid: Mario Ibañez, Ralf E. Seepold, Natividad Martínez Madrid, Julio Ángel Cano, Javier Martínez, Jesús Sáez-Escalonilla, Álvaro Reina, Esther Prada, Iván Bernabé, Sergio Gutiérrez y Paloma Vaquero.

Agraceder también al resto del departamento por su ayuda durante todos estos años y darme la oportunidad de trabajar y aprender al mismo tiempo, en especial a Abelardo Pardo y Carlos Delgado Kloos.

Por último, no puedo olvidarme de la familia y los amigos por su apoyo incondicional durante toda la carrera.

Índice general

Índice de figuras	XI
Índice de tablas	XIII
1. Introducción	1
1.1. Motivación del Proyecto	2
1.2. Objetivos del Proyecto	3
1.3. Estructura del Documento	4
2. Estado del Arte	5
2.1. Telemedicina y Teleasistencia	6
2.1.1. Domótica	6
2.1.2. Aclaraciones sobre términos y traducción	7
2.1.3. Telemedicina	8
2.1.4. Teleasistencia	9
2.1.5. Servicios de Telemedicina y Teleasistencia	9
2.1.6. Soluciones de telemedicina	11
2.2. Pasarela Residencial	17
2.2.1. Definición	18
2.2.2. Aplicaciones	19
2.2.3. Evolución	19
2.3. Videoconferencia	21
2.3.1. Introducción	21
2.3.2. Videoconferencia aplicada a la telemedicina y teleasistencia	22
2.4. Tecnologías de Soporte	24
2.4.1. OSGi	24
2.4.2. UPnP	29
2.4.3. SIP	33

2.4.4.	Bluetooth	36
2.4.5.	HL7	37
2.5.	Usabilidad	42
2.5.1.	Orígenes y definición	42
2.5.2.	Importancia de la usabilidad	43
3.	Análisis	45
3.1.	Entorno	45
3.1.1.	Arquitectura	45
3.1.2.	Escenarios	46
3.2.	Casos de uso	47
3.2.1.	Administración de dispositivos	47
3.2.2.	Cita médica online	52
3.2.3.	Cita médica offline	55
3.3.	Diagrama de clases	57
3.3.1.	Diagrama de clases de la plataforma	57
4.	Diseño del Sistema	61
4.1.	Introducción	61
4.2.	Servicio de citas médicas	61
4.2.1.	Protocolo de comunicación de datos médicos	62
4.2.2.	Subsistema de medida	63
4.3.	Servicio de videoconferencia	66
4.3.1.	Subsistema de Multimedia y Comunicaciones	66
4.3.2.	Subsistema de comunicaciones SIP	69
5.	Implementación del Sistema	71
5.1.	Subsistema de Medida	71
5.1.1.	Implementación del servicio de notificación de medidas	71
5.1.2.	Acceso a sistema Bluetooth	72
5.1.3.	Preparación del Sistema Operativo Linux	73
5.1.4.	Preparación de las librerías	74
5.1.5.	Implementación de la interfaz gráfica para el paciente	74
5.2.	Subsistema de Multimedia y Comunicaciones	75
5.2.1.	Implementación del servicio de videoconferencia basada en el estándar UPnP	75
5.2.2.	Implementación de la señalización de las llamadas mediante SIP	76
5.2.3.	Implementación del servicio de Agenda y la interfaz gráfica de llamadas	77
5.3.	Configuración del acceso a la base de datos	78
5.4.	Aspectos a tener en cuenta al cargar librerías externas en OSGi	78

6. Pruebas y Resultados	81
6.1. Equipamiento y software necesario	81
6.1.1. Dispositivos de telemedicina	82
6.2. Pruebas de Integración	85
6.2.1. Subsistema Multimedia y Comunicaciones	85
6.2.2. Subsistema de medida	87
6.3. Pruebas de Funcionamiento	87
6.3.1. Pruebas de Funcionamiento del paciente	88
6.3.2. Pruebas de Funcionamiento del personal sanitario	89
7. Historia del proyecto	91
7.1. Plan de trabajo	91
7.2. Estudio de viabilidad	92
7.2.1. Introducción	92
7.2.2. Idea	93
7.2.3. Diagrama de Gantt	93
7.2.4. Análisis del entorno	95
7.2.5. Conclusiones del estudio de viabilidad	97
7.3. Presupuesto	98
7.3.1. Costes de personal	98
7.3.2. Costes de material	98
7.3.3. Importe total del proyecto	99
8. Conclusiones y Futuras líneas de trabajo	101
8.1. Conclusiones	101
8.2. Futuras líneas de trabajo	102
Bibliografía	105

Índice de figuras

1.1. Resumen del sistema	1
2.1. Relación entre la domótica y la telemedicina	7
2.2. Términos relacionados con la telemedicina en inglés	8
2.3. Diagrama de la pasarela de eSalud móvil	12
2.4. componentes del sistema de prescripción electrónica	14
2.5. Arquitectura de Agente Orientado a Servicios	15
2.6. Arquitectura middleware del sistema SMEPP	17
2.7. Un ejemplo de pasarela residencial	18
2.8. Red domótica con una pasarela residencial	20
2.9. Evolución de la Pasarela Residencial	21
2.10. Ejemplo de videoconferencia realizada entre 3 personas mediante un ordenador	22
2.11. Arquitectura del entorno OSGi	25
2.12. Registro de servicios OSGi	26
2.13. Ciclo de vida de un bundle	29
2.14. Ejemplo de uso de UPnP en el hogar	31
2.15. Interacción de elementos en UPnP AV	32
2.16. Dispositivo para telemedicina basado en Bluetooth	37
2.17. Sistema de información clínica con HL7	39
3.1. Diagrama de los principales componentes del sistema	46
3.2. Diagrama de Caso de Uso de Administración de Dispositivos	48
3.3. Diagrama de Caso de Uso de una Cita Online	52
3.4. Diagrama de Caso de Uso de una Cita Offline	55
3.5. Diagrama de clases de la plataforma	58
4.2. Ejemplo de diagrama de secuencias de una cita online	63
4.3. Diagrama de funcionamiento del subsistema de medida	64

4.1. Capturas de pantalla de la interfaz gráfica del paciente durante una cita <i>offline</i>	65
4.4. Diseño del subsistema Multimedia y Comunicaciones basado UPnP	67
4.5. Arquitectura del subsistema de multimedia diseñado	68
4.6. Esquema de la comunicación entre el subsistema SIP y el AV Manager	70
5.1. Esquema de los principales bundles del sistema y sus librerías asociadas	72
5.2. Captura de pantalla de la interfaz gráfica del paciente durante una sesión online	78
6.1. Báscula electrónica UC-321PBT	83
6.2. Aspecto del monitor de presión sanguínea UA-767PBT	84
7.1. Diagrama de Gantt del proyecto	94

Índice de tablas

3.1. Caso de uso de ejemplo	47
3.2. Caso de Uso <i>CU</i> – <i>D</i> ₀₁ : Crear dispositivo	48
3.3. Caso de Uso <i>CU</i> – <i>D</i> ₀₂ : Borrar dispositivo	49
3.4. Caso de Uso <i>CU</i> – <i>D</i> ₀₃ : Configurar dispositivo	49
3.5. Caso de Uso <i>CU</i> – <i>D</i> ₀₄ : Personalizar dispositivo	49
3.6. Caso de Uso <i>CU</i> – <i>D</i> ₀₅ : Activar escena	50
3.7. Caso de Uso <i>CU</i> – <i>D</i> ₀₆ : Crear escena	50
3.8. Caso de Uso <i>CU</i> – <i>D</i> ₀₇ : Eliminar escena	50
3.9. Caso de Uso <i>CU</i> – <i>D</i> ₀₈ : Usar servicio del dispositivo	51
3.10. Caso de Uso <i>CU</i> – <i>N</i> ₀₁ : Llamar	52
3.11. Caso de Uso <i>CU</i> – <i>N</i> ₀₂ : Colgar	53
3.12. Caso de Uso <i>CU</i> – <i>N</i> ₀₃ : Responder	53
3.13. Caso de Uso <i>CU</i> – <i>N</i> ₀₄ : Tomar tensión	53
3.14. Caso de Uso <i>CU</i> – <i>N</i> ₀₅ : Pesarse	53
3.15. Caso de Uso <i>CU</i> – <i>N</i> ₀₆ : Comprobar datos	54
3.16. Caso de Uso <i>CU</i> – <i>N</i> ₀₇ : Visualizar datos	54
3.17. Caso de Uso <i>CU</i> – <i>F</i> ₀₁ : Tomar tensión	55
3.18. Caso de Uso <i>CU</i> – <i>F</i> ₀₂ : Pesarse	56
3.19. Caso de Uso <i>CU</i> – <i>F</i> ₀₃ : Comprobar datos	56
3.20. Caso de Uso <i>CU</i> – <i>F</i> ₀₄ : Visualizar datos	56
4.1. Formato de la codificación del informe de observaciones	64
5.1. Tabla con direcciones SIP y sus correspondientes direcciones IP	77
6.1. Especificaciones técnicas de la báscula electrónica UC-321PBT	83
6.2. Especificaciones técnicas del monitor de presión sanguínea UA-767PBT	84

6.3. Pruebas de Integración del Subsistema de Multimedia y Comunicaciones	85
6.4. Pruebas de Integración del Subsistema de Medida	87
6.5. Pruebas de Funcionamiento del paciente	88
6.6. Pruebas de Funcionamiento del personal sanitario	89
7.1. Desglose de los gastos de personal	98
7.2. Desglose de los gastos de material	99
7.3. Desglose del importe total	99

Introducción

Actualmente las personas con dependencias, así como aquellas que viven solas o en entornos rurales, sufren dificultades a la hora de obtener asistencia y servicios médicos.

En este proyecto se propone un sistema basado en estándares abiertos de informática sanitaria y redes multimedia que implementa mediante software libre un servicio de telemedicina y teleasistencia con la intención de eliminar y paliar las barreras para obtener asistencia médica en el hogar. Se mostrarán cuales son los motivos dentro de los distintos aspectos socio-económicos y tecnológicos que han llevado al planteamiento de esta propuesta. A continuación se añaden las ideas que describen los objetivos concretos que pretende abarcar este proyecto.

Además, se añade un breve resumen de cómo está organizado el presente documento, describiendo brevemente los capítulos.

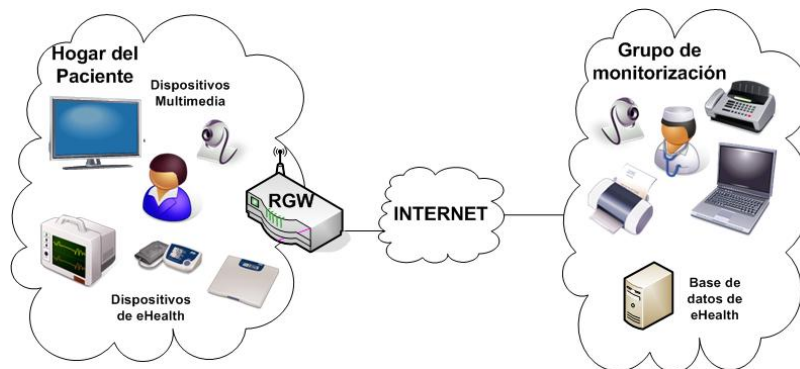


Figura 1.1: Resumen del sistema

Este proyecto fin de carrera se enmarca dentro de InCare ¹, “Plataforma Abierta para la Integración en el hogar de servicios cooperativos de Teleasistencia y Telemedicina”, un proyecto CICYT (Comisión Interministerial de

¹<http://www.entl.it.uc3m.es/incare/>

Ciencia y Tecnología) financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia que se desarrolla conjuntamente entre la Universidad Carlos III de Madrid y la Universidad de Sevilla.

1.1. Motivación del Proyecto

El progresivo envejecimiento de la población, el incremento del número de pacientes con enfermedades crónicas, y por tanto la necesidad de controlar los costes sanitarios, así como la expansión de las conexiones de banda ancha a Internet están incrementando el interés por desarrollar la telemedicina y teleasistencia. De hecho, la Sociedad Española de Medicina Interna (SEMI) estima que el 5 por ciento de los pacientes con enfermedades crónicas causan el 70 por ciento de los costes sanitarios en España. Abogan por pasar de un modelo pasivo, en el que el médico espera al paciente crónico, “a un modelo activo”, en el que el doctor en colaboración con los médicos especialistas y de Atención Primaria “haga un seguimiento individualizado y a domicilio, cuando sea necesario, de cada paciente para evitar que se descompense”. A su juicio, este seguimiento de los enfermos evitaría entre un cuarenta y un cincuenta por ciento de los ingresos hospitalarios, redundaría en una “organización más eficiente” y reduciría notablemente el coste sanitario [1].

Además de los pacientes con enfermedades crónicas, en algunos tipos de pacientes con movilidad reducida, como las personas mayores o discapacitados, la teleasistencia también puede lograr una mejor atención médica. Para reducir las dificultades sufridas por este tipo de personas cuando recibe servicios de teleasistencia, se requiere que los actores implicados en el servicio mantengan una relación de confianza. Debido a la necesidad de amistad y afección, además de su aislamiento social, es importante involucrar a los familiares y amigos en el servicio de teleasistencia.

Además, también es importante que el equipamiento Tecnológico de la Información y Comunicaciones (TIC) cumpla un estándar abierto y ampliamente extendido. Según el Marco Europeo de Interoperabilidad [2] un estándar abierto implica, entre otras condiciones, que la propiedad intelectual del estándar (como posibles patentes) está libre de regalías o *royalties* y que las especificaciones están publicadas y disponibles al público y si pueden copiar y distribuir. Integrar las TIC (por ejemplo, la teleasistencia) en la asistencia, vida y bienestar es una demanda de los ciudadanos que se debe proporcionar a un coste razonable [3]. Sin embargo, a menudo los sistemas de teleasistencia actuales ignoran estos asuntos sociales y además a veces les falta la adecuada interoperabilidad. El proceso de estandarización de la conectividad del equipamiento médico personal no se ha completado y los dispositivos son normalmente incompatibles entre sí. La Declaración de Praga [4], adoptada durante la Conferencia de Ministros Europeos de eHealth celebrada en Praga en febrero de 2009, destaca que “la falta de interoperabilidad se ha identificado como una de las principales áreas a tratar”.

1.2. Objetivos del Proyecto

A continuación se describen los objetivos que se persiguen con la realización del presente proyecto.

1. El objetivo principal es diseñar e implementar un sistema de teleasistencia extremo-a-extremo para entornos residenciales basado en software libre y que emplea estándares abiertos de redes multimedia y de informática de la salud.
2. Diseñar un servicio de transmisión de datos médicos integrado con llamadas de audio/vídeo entre el hogar del paciente y sus familiares. En los últimos años las compañías de telecomunicaciones han comenzado a desplegar Pasarelas Residenciales (*Residential GateWays* o RGW en inglés) que proporcionan diferentes servicios administrados remotamente. Un RGW es un pequeño ordenador con una plataforma software que administra muchos servicios en el hogar, como el ideo bajo demanda, televigilancia, etc.
3. Implementar el sistema basado en un estándar abierto para pasarelas residenciales. Este proyecto se basa en OSGi ² (antes conocida como iniciativa de Pasarelas de Servicios Abiertas u *Open Services Gateway initiative* en inglés), una especificación que proporciona una arquitectura para el control remoto de un plataforma y permite establecer un entorno de ejecución de servicios.
4. Desarrollar un sistema de videoconferencia para proporcionar servicios de teleasistencia en un RGW que corra sobre OSGi. La funcionalidad de las llamadas de audio/ideo, incluida dentro de los servicios multimedia proporcionados por el RGW, se basa en el estándar UPnP AV (*Universal Plug & Play for Audio-Video*) porque permite tener un marco o *framework* flexible y modular para proporcionar comunicaciones multimedia basado en un estándar bien conocido.
5. Implementar el intercambio de datos clínicos entre la pasarela residencial del paciente y el sistema informático sanitario basado en el estándar HL7 [5], [6]. Esto permitiría la interconexión el mayor número posible de sistemas informáticos sanitarios existentes, ya que HL7 es el estándar más extendido en la actualidad para el intercambio de datos clínicos entre entidades. El sistema diseñado permite que los datos de salud monitorizados del paciente por el equipamiento médico en su domicilio se envíen mediante Bluetooth al RGW. La información médica necesaria se envía después al proveedor de servicios de eHealth (término que engloba tanto a la telemedicina como a la teleasistencia) mediante mensajes HL7. Los datos de salud se pueden recopilar periódicamente y enviar al servidor para un posterior análisis por parte

²<http://www.osgi.org>

del personal sanitario o bien se pueden realizar citas médicas *online* entre el paciente y el médico mediante audio-videoconferencia donde se envíen los datos durante la cita. Por tanto, es necesario proporcionar una sistema de notificación de medidas en la pasarela residencial que permite además la integración con los dispositivos médicos del paciente.

1.3. Estructura del Documento

La presente memoria del proyecto consta de una serie de capítulos dedicados a la diferentes fases del proyecto:

Cap. 1 - Introducción El primer capítulo está dedicado a presentar el marco de trabajo donde se ha realizado el proyecto, describiendo el planteamiento del problema, los objetivos y la estructura de la memoria.

Cap. 2 - Estado del arte En este capítulo se van a describir brevemente los servicios desarrollados en este proyecto así como las principales tecnologías utilizadas para su implementación. Además, se realiza un resumen de algunas de las soluciones de telemedicina existentes.

Cap. 3 - Análisis del sistema Se comienza este capítulo con un resumen de la arquitectura y los escenarios pensados para este proyecto. A continuación se revisan las necesidades de la aplicación a través de la elaboración de casos de uso, se hace un estudio de la viabilidad y se describe el modelo de datos.

Cap. 4 - Diseño del sistema El diseño de los módulos software que componen el sistema, así como una descripción del protocolo de comunicaciones, se describen en este capítulo.

Cap. 5 - Implementación del sistema Los detalles más importantes de implementación se describen en este capítulo.

Cap. 6 - Experimentación y resultados Se explican en este capítulo las pruebas experimentales realizadas para verificar el sistema desarrollado. Posteriormente se analizan y comentan los resultados obtenidos.

Cap. 7 - Historia del proyecto Este capítulo está dedicado a describir el plan de trabajo, a realizar un estudio de viabilidad y a estimar la cuantía económica del proyecto.

Cap. 8 - Conclusiones y Futuras líneas de trabajo Las conclusiones de los resultados obtenidos en el proyecto, así como las futuras líneas de trabajo en vista de dichas conclusiones, se detallan en este capítulo.

Anexo - Acrónimos Los acrónimos y abreviaturas más importantes que aparecen en la memoria del proyecto se describen en el anexo.

En este capítulo inicial se realiza una breve introducción a los servicios para los que se ha diseñado el sistema y se repasan las principales tecnologías utilizadas para la implementación del proyecto.

El capítulo se ha dividido en cinco partes. En la primera parte se introducen los servicios de telemedicina y teleasistencia. En primer lugar se describe brevemente el concepto de domótica, entendida como una tecnología que complementa y ayuda a desarrollar servicios de telemedicina y teleasistencia. A continuación se hace una breve aclaración sobre la traducción del inglés al castellano sobre principales términos relacionados con la telemedicina y la teleasistencia tratados en este proyecto. Posteriormente, se realiza una explicación de los servicios de telemedicina y teleasistencia, la diferencia entre ellos y ejemplos de este tipo de servicios que se pueden encontrar en el mercado. Se termina esta parte con un breve descripción de las varias soluciones de telemedicina encontradas en la literatura, destacando aquellas que utilizan OSGi como plataforma para su implementación.

La segunda parte del capítulo está dedicada a la pasarela residencial. Comienza con una presentación de las pasarelas residenciales, para después abordar tanto su evolución en el tiempo como sus principales aplicaciones.

En la tercera parte se ocupa del servicio de videoconferencia y su aplicación a la telemedicina y la teleasistencia. Se mencionan varios estudios de servicios de videoconferencia aplicados a la telemedicina y teleasistencia encontrados en la literatura.

La cuarta parte del capítulo hace un repaso de varias tecnologías de soporte utilizadas en este proyecto como OSGi, HL7, SIP, Bluetooth o UPnP. Dado que OSGi es una parte fundamental de este proyecto, se desarrolla más detalladamente.

Para terminar el capítulo, se hace un pequeño estudio del concepto de usabilidad, describiendo sus orígenes, definición e importancia.

2.1. Telemedicina y Teleasistencia

A continuación se van a desarrollar los conceptos y tecnologías relacionados con la Telemedicina y la Teleasistencia a domicilio, de los más genéricos a los más específicos.

2.1.1. Domótica

La electrónica de consumo se han introducido en buena parte de los hogares, gracias a su abaratamiento y mejora de prestaciones. Al mezclar los términos de tecnología y hogar, obtenemos como resultado la domótica. Este término [7] proviene de la unión de las palabras: *domus* (que significa casa en latín) y *tica* (de automática, en griego, 'que funciona por sí sola'). Por lo tanto podemos entender la domótica como un conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta ubicuidad, desde dentro y fuera del hogar.

Todos estos notables avances, en ciertos campos como la teleasistencia y y la telemedicina, permanecen poco explotados junto con la domótica, a la espera de una mayor investigación, desarrollo e inversión. Hoy en día cuando pensamos en la palabra domótica en la gran mayoría de los casos se asocia a los conceptos de automatismos para el control de las luces de la casa, sistemas de climatización, de vigilancia, etc.

Domótica aplicada a la telemedicina

Tal y como se ha descrito en el apartado anterior, por un lado la domótica conlleva la iteración entre la vivienda y el exterior y viceversa. Por otro lado telemedicina permite la asistencia médica a distancia en el propio domicilio del paciente. En la figura 2.1 se muestra la interrelación entre la domótica y la telemedicina.

A través de estas interacciones, el paciente y el personal sanitario se relacionan mediante un sistema de telemedicina, que debe tener facilidad de uso, fiable, administrable a distancia, capacidad de ampliación, actualización del software y a un precio asequible dentro de una economía de escala.

Estas funcionalidades intentan evitar los inconvenientes típicos del sistema médico, como la espera al solicitar hora y turno, el desplazamiento hasta el centro sanitario y la saturación de pacientes en el acceso al servicio sanitario, que conlleva la reducción de los tiempos de consulta al tiempo mínimo. Para intentar superar todos estos inconvenientes, se están empezando a desarrollar los servicios de telemedicina y teleasistencia.

A continuación se van a describir los conceptos de telemedicina y teleasistencia, además de una serie de ejemplos de estos servicios. Se va a realizar una aclaración previa sobre la traducción al castellano de los principales términos relacionados con la telemedicina encontrados en la literatura.

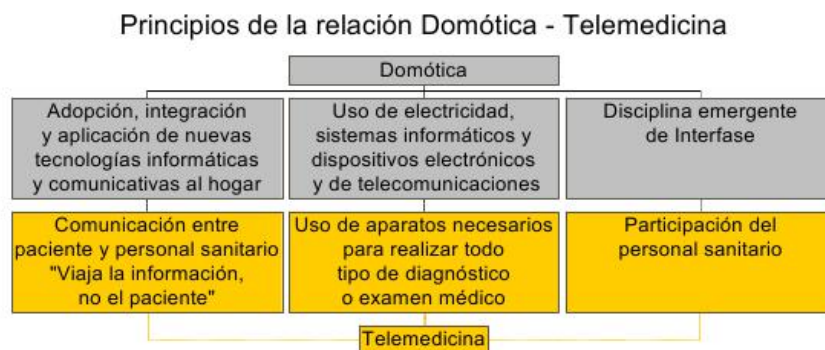


Figura 2.1: Relación entre la domótica y la telemedicina

2.1.2. Aclaraciones sobre términos y traducción

Aunque a menudo están muy relacionados, los términos teleasistencia, telemedicina, eSalud, informática médica se refieren a conceptos diferentes. Además, la traducción del inglés de dichos términos no siempre está bien establecida. Por tanto, se va a realizar una descripción de los términos en inglés más importantes tratados en este proyecto relacionados con el campo de la telemedicina. En la figura 2.2 se representa gráficamente la relación entre algunos de estos términos.

Telemedicine: Equivalente a *Telehealth* en muchos casos, aunque éste sea algo más general. Es la traducción del término *telemedicina*. Es la prestación de servicios de medicina a distancia.

Telecare: En este proyecto se ha traducido como *teleasistencia*. Es un concepto más amplio que el de telemedicina y abarca los servicios de atención social y/o sanitaria realizados a distancia. Estos servicios son prestados en el hogar generalmente pero si se quiere decir explícitamente se puede usar *Telehomecare*.

eHealth: describe una idea más amplia que los términos anteriores ya que se refiere a la práctica de cuidados sanitarios apoyada en tecnologías de la información y las comunicaciones. En español se puede traducir como *eSalud*.

Home healthcare: En este proyecto se ha traducido como *asistencia domiciliaria*. Se refiere a recibir atención médica en casa. Por ejemplo, mandar una enfermera a la casa durante unas horas por la semana.

Health informatics: También se puede ver como *Health care informatics* o como *medical informatics*. Es la intersección de la informática y las ciencias de la computación con la sanidad. Se ha traducido aquí como *informática médica*.

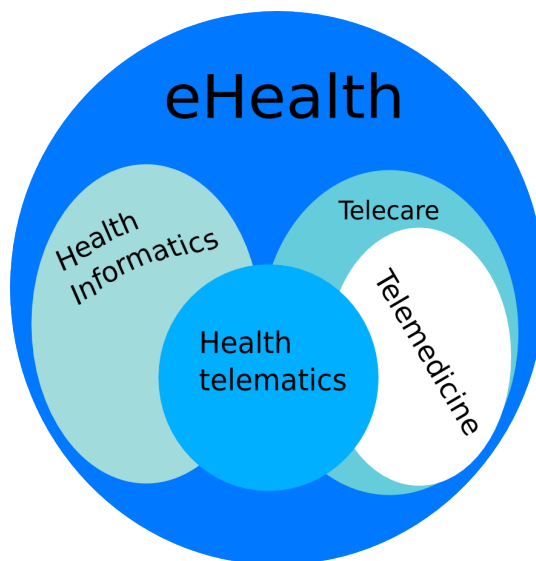


Figura 2.2: Términos relacionados con la telemedicina en inglés

2.1.3. Telemedicina

La **telemedicina** se puede definir como la prestación de servicios de medicina a distancia [8]. Sin embargo, en los últimos años se entiende que el término eSalud (“eHealth” en inglés) es más apropiado, en tanto que abarca un campo de actuación más amplio, ya que alude a la práctica de cuidados sanitarios apoyada en las TIC.

Esto se traduce en una disminución de tiempos entre la toma de exámenes médicos y la obtención de resultados, o entre la atención y el diagnóstico certero del especialista, el cual no debe viajar o el paciente no tiene que ir a examinarse, reduciendo costos de tiempo y dinero.

Estas ventajas despiertan un gran interés en los responsables de los sistemas sanitarios en el mundo. Para las instituciones públicas [9], promover los servicios de telemedicina tiene dos objetivos fundamentales:

1. Llevar la sanidad al ciudadano, proporcionando a los pacientes una atención sanitaria de calidad independientemente de donde se encuentren y reduciendo las barreras en el acceso a los servicios sanitarios; se fomenta así la equidad y universalidad del servicio.
2. Acercar el ciudadano al sistema sanitario, favoreciendo la continuidad de la atención entre los niveles asistenciales y reduciendo los condicionantes administrativos que dificultan la prestación de una atención más ágil; se potencia con ello la eficiencia en el sistema.

2.1.4. Teleasistencia

El concepto de **teleasistencia** es más amplio que el de telemedicina y abarca los servicios de atención social y/o sanitaria en el hogar realizados a distancia. La teleasistencia domiciliaria fue la primera en ponerse en práctica en nuestro país en los años noventa. Se trata de un sistema de atención en casa para personas mayores o discapacitadas que necesitan ayuda en situaciones de emergencia. En la medida en que la teleasistencia domiciliaria comenzaba a incorporar modelos de atención centralizada y suministrada por los profesionales (asistentes sociales, psicólogos. . .) surgió la teleasistencia social. Utiliza centros de recepción y envío de llamadas (“call-centers”), en los cuales los datos sociales del usuario, y en algunos casos sanitarios, pueden estar recogidos en sistemas informáticos. De este modo, se plantea un servicio de atención continuada, también conocido como telecuidado (“telecare” en inglés) que puede estar personalizado según el tipo de necesidad social, situación de dependencia o discapacidad y contexto sanitario de la persona.

La convergencia del modelo de teleasistencia social con otras formas de atención a distancia con el fin de diagnóstico médico, seguimiento o tratamiento del estado de salud de un paciente ha evolucionado hacia la teleasistencia médica, donde ciertos servicios de telemedicina tiene aspectos comunes con la teleasistencia convencional.

En la declaración final de la eHealth Conference celebrada en Málaga en 2007 [10] se citan algunos de los retos de la eSalud en el mundo:

- Responder a la demanda creciente de servicios de telemedicina y teleasistencia
- Envejecimiento de la población
- Incremento de la movilidad
- Reducir la carga de enfermedades actual
- Investigar en la aplicación de nuevas tecnologías
- Administrar grandes cantidades de información

Centrándonos en su aplicación en Europa, los retos socio-económicos que tiene la telemedicina son:

- La complejidad de desarrollar soluciones interoperables
- Inversión en infraestructuras
- Desarrollo de una propuesta europea moderna que aborde lo anterior

En particular, la interoperabilidad de servicios de *eSalud* puede ofrecer un gran número de oportunidades actualmente.

2.1.5. Servicios de Telemedicina y Teleasistencia

Los servicios que la telemedicina presta pueden englobarse en:

- Servicios complementarios e instantáneos a la atención de un especialista (por ejemplo, obtención de una segunda opinión).
- Diagnósticos inmediatos por parte de un médico especialista en un área determinada.

- Servicios de archivo digital de exámenes radiológicos, ecografías y otros.

Los servicios de teleasistencia pueden dividirse a su vez en servicios de teleasistencia social y teleasistencia médica. Un servicio de teleasistencia social clásico sería la telealarma, en el que una persona acciona un pulsador (dentro de un colgante o pulsera) ante una situación de emergencia, por ejemplo ante una caída. Otro ejemplo de teleasistencia social sería el servicio de localización pensado para personas con problemas de orientación debido a discapacidades de tipo cognitivo.

Los servicios de teleasistencia médica pueden ser muy variados y abarcan todos aquellos servicios relacionados la salud del paciente como pueden ser la telemonitorización o la teleconsulta.

Dentro de los servicios propuestos en este trabajo, podemos clasificarlos en aquellos relacionados con la comunicación audiovisual con los familiares, los relacionados con la comunicación con el personal asistencial, servicios en el hogar.

Comunicación audiovisual con los familiares

La comunicación audiovisual con los familiares permite a la persona asistida estar en contacto con sus familiares, ya sea por voluntad propia o por un familiar. El familiar puede tomar el control de ciertos dispositivos o servicios para ayuda a la persona dependiente o solicitar el servicio de personal cualificado en caso de ser necesario.

Comunicación con el personal asistencial

El personal asistencial puede ser desempeñado por diferentes tipos de personas, por lo que la comunicación y el servicio asociado debe ser el adecuado para cada perfil. En primer lugar debe haber disponible una comunicación con el personal asistencial de confianza las 24 horas del día.

La comunicación con el médico de cabecera es muy importante para la salud del paciente ya que se puede encargarse de las revisiones periódicas, las citas y la redirección a médicos especialistas en caso de que sea necesario. Las revisiones periódicas no implican comunicación directa con el médico, que puede enviar una respuesta al paciente dentro de un tiempo prudencial.

La comunicación con el médico especialista para enfermos crónicos y discapacitados permite realizar chequeos con equipamiento especializado, con la ventaja de que pueden incorporarse médicos especialistas externos fácilmente. Este tipo de teleasistencia permite también la solicitud de pruebas presenciales, la generación de recetas, envío a domicilio de medicamentos, etc.

Servicios en el hogar

Ejemplos de servicios de interacción en el hogar pueden ser los tradicionales de la domótica (automatización de puertas, persianas, calefacción o

aire acondicionado, luz...), la televigilancia (de una zona restringida o toda la casa), el control de accesos, o funciones de recordatorio (para medicación, rehabilitación, visitas médicas..).

Servicios de control de la movilidad y actividad física

Los sistemas de navegación personal pueden servir de ayuda a personas con problemas de orientación como, por ejemplo, los enfermos de Alzheimer. Estos sistemas por sí solos o en combinación con sistemas de monitorización de la actividad física (pulsómetros, tensiómetros, etc.) pueden ayudar a controlar la movilidad y la actividad física de la persona dependiente. Además en caso de desorientación o síntomas de enfermedad, el sistema puede dar la alarma a los familiares o a la asistencia sanitaria.

2.1.6. Soluciones de telemedicina

Una buena revisión sobre la experiencia y los resultados obtenidos en el mundo de la I+D dedicada a la telemedicina y teleasistencia puede encontrarse en [11].

En este apartado se van a comentar algunas soluciones de servicios de telemedicina encontradas, centrándonos especialmente en aquellas que utilizan las tecnologías OSGi y las que utilizan soluciones de movilidad.

Aplicación piloto para pacientes diabéticos

Una de las primeras propuestas realizadas fue [12], donde se describe una aplicación piloto para pacientes con diabetes. Este tipo de pacientes normalmente son tratados en casa y a menudo ellos mismo son responsables de partes de su tratamiento y documentación. El propósito principal de esta aplicación es ayudar al paciente a entender su propia diabetes. Como cada paciente es diferente, no es posible seguir un procedimiento estándar para, por ejemplo, inyectarse insulina. Se necesita un plan individualizado realizado por el paciente y el personal sanitario.

Respecto a los dispositivos de atención al paciente, ya aparece en este trabajo el problema de que cada fabricante de glucómetros tiene su propio software, incompatible con otros, lo que implica que una evaluación clínica de diabetes debe usar varios programas para realizar la misma tarea dependiendo de que medidor esté usando el paciente.

Este trabajo propone usar la tecnología Java y OSGi para poder reusar componentes en diferentes plataformas. Los datos del medidor de glucosa se extraen mediante puerto serie y una máquina virtual de Java (en un PC en su primera implementación).

Nuestra solución está basada en OSGi también, pero es más flexible ya que hace uso de estándares y protocolos bien implantados en el mercado como UPnP, HL7 o X73. Esto permite una mejor interconexión con otros sistemas.

Pasarela móvil para eSalud

Una solución de eSalud móvil se puede encontrar en [13], desarrollado por la empresa finlandesa eHIT. Conceptualmente el sistema está formado por dos partes diferenciadas: por el lado del paciente se encuentra la plataforma móvil de pasarela de eSalud y los dispositivos de medida, y por otro lado se encontraría la parte del proveedor del servicio de teleasistencia médica, donde habría una plataforma servidor de la pasarela de eSalud que se comunicaría con el sistema de información médica.

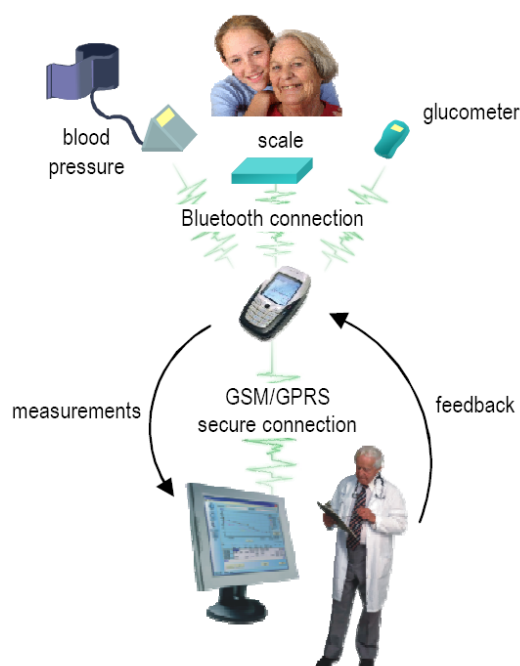


Figura 2.3: Diagrama de la pasarela de eSalud móvil

Básicamente la transferencia y tratamiento de la información en esta plataforma sería como sigue:

1. El dispositivo móvil, puede ser tanto un móvil inteligente (“smartphone”) como una PDA, recoge la información de los diferentes sensores de medida (tensión arterial, báscula, glucómetro...) y sirve de guía al paciente de forma que puede seguir su progreso directamente en la pantalla del dispositivo.
2. La información recogida se transfiere automáticamente mediante una conexión segura por GPRS o UMTS al proveedor de servicio de eSalud. Esta información se almacena en el servidor de la pasarela de eSalud o directamente se reenvía a un sistema informático existente. De esta manera los resultados son siempre exactos y están disponibles para que los profesionales de la salud en tiempo real en la forma correcta.

3. El personal autorizado del proveedor de eSalud puede analizar los datos recibidos y avisar casi inmediatamente al paciente usando la aplicación cliente de la pasarela de eSalud. La conexión bidireccional garantiza un proceso de tratamiento rápido. El sistema también es capaz de generar alarmas automáticas siguiendo algoritmos predefinidos. Dichas alarmas pueden establecerse tanto por el paciente como por los profesionales de la salud.

Aunque bastante completa, esta solución no proporciona una forma de integrar a los familiares y amigos en el servicio de telemedicina. Además, el uso de teléfonos móviles como única forma de comunicación plantea varios problemas. Por un lado, el manejo puede ser muy complicado para personas mayores, porque las teclas pueden ser muy pequeñas o porque el texto en pantalla no sea suficientemente grande. Además, la batería de los smartphones suele durar muy poco tiempo si hace uso intensivo de la radio Bluetooth y la conexión a Internet y eso requiere que los mayores deban enchufar los teléfonos a menudo, una tarea no muy sencilla para personas con visión y/o movilidad reducida.

Sistema de prescripción electrónica

Un sistema de prescripción electrónica (*Electronic Prescribing* o *eRx*) para telemedicina en el hogar se puede encontrar en [14]. Aprovecha la tecnología OSGi y tarjetas inteligentes (“smart cards”) en dispositivos empujados para desarrollar aplicaciones middleware para el hogar. El sistema de eRx está pensado para dar una atención en el hogar al paciente, que querría pedir una receta enviando una petición al doctor a través de una pasarela residencial sin tener que hacer una llamada directa a la oficina.

El diseño del sistema de eRx se basa en el entorno OSGi, que sirve como plataforma de servicios entre la pasarela residencial (un *set-top-box*) y la red de conexión externa que proporciona los servicios al hogar. El *set-top-box* permite al paciente comunicarse con el doctor en el hospital o el farmacéutico en la farmacia. El sistema, si fuera desarrollado con éxito, eliminaría la espera y frustración soportada por los pacientes en su domicilio, en particular, aquellos que están postrados en cama o no están diestros, para pedir la prescripción y su escritura. El paper describe las tecnologías utilizadas: bundles que se usan en OSGi, XML como formato de almacenamiento de datos, tecnología de tarjetas inteligentes para almacenar y acceder a los datos del paciente y la prescripción, y una PDA inalámbrica para el acceso remoto a la pasarela residencial.

En la figura 2.4 se puede ver como los subsistemas y dispositivos de los sistemas de eRx se conectan. El elemento central es el *set-top-box*, que es un pequeño ordenador que actúa como pasarela residencial entre los electrodomésticos o dispositivos (conectados juntos a una red de área local) y la red externa. La tarjeta inteligente sirve como medio en el que se guarda la prescripción del paciente. La tarjeta contiene la información relevante del

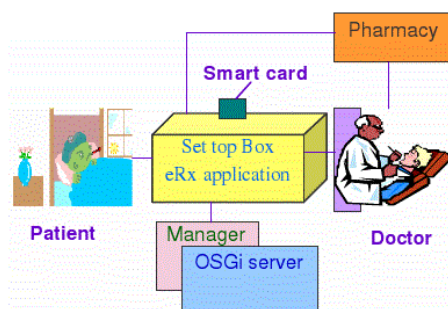


Figura 2.4: componentes del sistema de prescripción electrónica

paciente, como información personal, lista de dolencias y alergias, y números de emergencia. El paciente en su casa puede ver el contenido de la tarjeta pero no actualizar los datos. El software de aplicación, o el entorno OSGi, es el centro coordinador entre los dispositivos en la red local. El entorno OSGi permite la intercomunicación entre el lector de tarjetas, el servicio de visualización (la aplicación en la PDA en lado del paciente) y otros dispositivos.

El paciente interactúa con la pasarela residencial seleccionando una acción; esto es, qué se tiene que hacer y cuándo, desde la PDA. La aplicación de la PDA envía la prescripción rellena al servidor del hospital a través del *set-top-box*. La farmacia y el doctor son los proveedores de servicio, que tienen la autorización de interactuar remotamente (p.e. a través de un protocolo de red establecido) con el paciente a través del set-top-box. Ambos proveedores de servicio pueden actualizar y administrar los datos de contenido de la tarjeta inteligente.

El uso de un sistema de tarjetas inteligentes parece bastante acertado para personas mayores o dependientes por su facilidad de utilización pero puede encarecer el sistema. Además, el sistema no incorpora un sistema de comunicación en tiempo real entre los pacientes y el personal sanitario, así que el sistema parece algo incompleto si se quisiera implantar.

Arquitectura para servicios de telecardiología bajo demanda

En [15] se propone un sistema para administrar servicios de telemedicina utilizando la arquitectura de Agente Orientado a Servicios implementada en la plataforma OSGi. Permite a los proveedores de servicios de telemedicina tender un puente entre los diferentes dispositivos y el entorno de aplicación y además desplegar servicios que se pueden transmitir al final mediante una pasarela residencial al centro del servicio de telemedicina.

Implementa con éxito cuatro subsistemas para el sistema de telecardiología propuesto:

1. Interfaz de conexión con el dispositivo
2. Interfaz de transmisión de datos

3. Centro de administración de servicios

4. Subsistema de diagnóstico

En vez de discutir cómo mejorar las funciones de varios equipos de telecomunicaciones, propone una solución para genérica para proveedores de servicio de telemedicina que reduzca el coste del entorno de gestión. Para los proveedores de servicios de telemedicina, la solución puede también ayudar a que sean capaces de proveer, configurar y gestionar sus servicios de forma coherente y sistemática.

En el artículo se señalan algunas ventajas de OSGi como plataforma de desarrollo:

- Permite que los servicios de telemedicina que corren en el entorno de ejecución OSGi se puedan desplegar por varios proveedores de servicio en un mismo entorno de ejecución de aplicaciones.
- Soporta una gran variedad de dispositivos. Un agente de servicios puede instalarse en una PDA, un ordenador o una pasarela residencial.
- Bajo la arquitectura OSGi, la aplicación se encapsula en un bundle y el framework automáticamente carga y arranca los bundles. Tales características permiten un mecanismo por el que el servicio de telemedicina se puede automáticamente detectar y cargar en la plataforma.

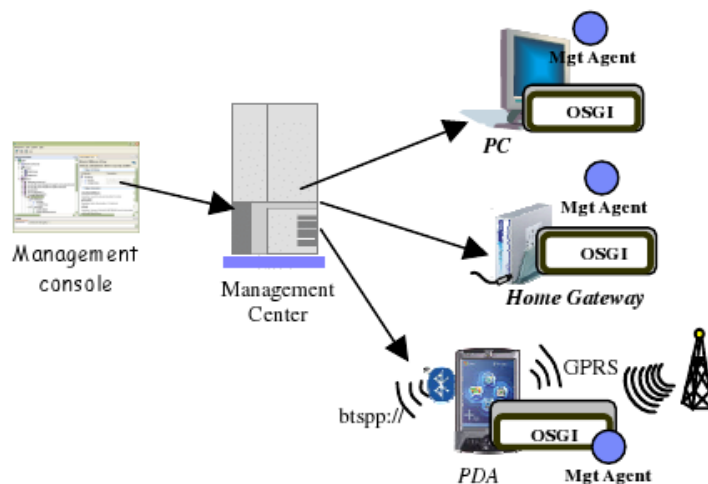


Figura 2.5: Arquitectura de Agente Orientado a Servicios

La Arquitectura de Agente Orientado a Servicios se puede ver en la figura 2.5. La infraestructura orientada a servicios es el corazón del sistema de telecardiología, que provee una integración entre un conjunto heterogéneo de dispositivos autónomos remotos y las aplicaciones de medicina. Permite la integración fluida de los datos provenientes de dispositivos con datos de ECG (Electrocardiogramas) en tiempo real, produciendo unos tiempos de reacción más rápidos y mejorando la eficiencia operacional.

En este trabajo se propone el uso de OSGi en tres agentes de transmisión: el ordenador personal, la pasarela residencial y la PDA. Se utiliza un agente OSGi con administración de servicios JMX (Java Management Extensions) para permitir la administración de servicios en la plataforma. Esto implica que las aplicaciones deben ser capaces de definir bajo demanda su propio modelo de administración. En la PDA se implementa un agente de ECG. Este agente se comunica con el agente en el monitor de ECG por Bluetooth utilizando la API de la especificación Java JSR-82 (Java API for Bluetooth).

La interoperabilidad de sistema con XML se consigue con Servicios Web (*Web Services*). En el lado del cliente, desarrolla clientes de Servicios Web en el dispositivo móvil y la pasarela. Utiliza la especificación JSR-72 (J2ME Web Services) y además se exportan servicios SOAP para recibir los datos del ECG.

La interoperabilidad con otros sistemas de informática sanitaria, sin embargo, queda en esta propuesta supeditada a una posterior transformación de estos mensajes XML en algún formato conocido como los de HL7 o EN 13606. La solución propuesta en este proyecto pretende superar este problema enviado los mensajes desde el set-top-box o pasarela residencial en un formato aceptable para la mayor parte de los sistemas informáticos de salud ya implantados.

La plataforma Seguitel

El sistema Seguitel [16], desarrollado por Telefónica I+D en los proyectos PLASTIC ¹ y SMEPP, es una plataforma de servicios sociales y de salud para teleasistencia basada en OSGi usando su propio middleware. Está orientada a proporcionar servicios diseñados bajo una metodología que asegure un SLA (“Service Level Agreement” o Acuerdo de Nivel de Servicio) en una arquitectura cliente-servidor. Además, puede cumplir ciertos niveles de Calidad de Servicio (QoS) que son deberían ser necesarios en este entorno.

En este proyecto, los usuarios se registran y se suscriben a diferentes servicios dependiendo de su perfil, necesidades e infraestructura disponible en el hogar. El equipamiento básico incluye un RGW que se conecta mediante ADSL al Proveedor de Servicio (SP).

Gracias a las mejoras propuestas, el conjunto de participantes se enriquece gracias a la introducción de los miembros de la familia o amigos como involucrados en el servicio de cuidados que intervienen de una forma flexible y abierta en los servicios de teleasistencia. De esta forma se persigue una mayor especialización y asistencia efectiva a los usuarios.

La plataforma Seguitel ofrece diferentes servicios como:

- Videoconferencia para teleconsulta
- Manejo de alarmas y comunicaciones (alarmas de emergencias, técnicas, de vigilancia en casa, de caídas, inactividad)
- Administración de la agenda: recordatorios y citas

¹<http://www.ist-plastic.org/>

- Control de dispositivos: servicios de domótica
- Lectura, monitorización y comunicación de parámetros vitales: temperatura, peso, respiración, ECG, presión sanguínea, espirometría...
- Televigilancia

En el proyecto SMEPP se diseña una plataforma middleware que permite desarrollar servicios y que un proveedor de servicios controle el servicio provisto y asegure el registro, seguridad, identificación y autorización de los servicios despejados bajo la plataforma Seguitel basada en OSGi.

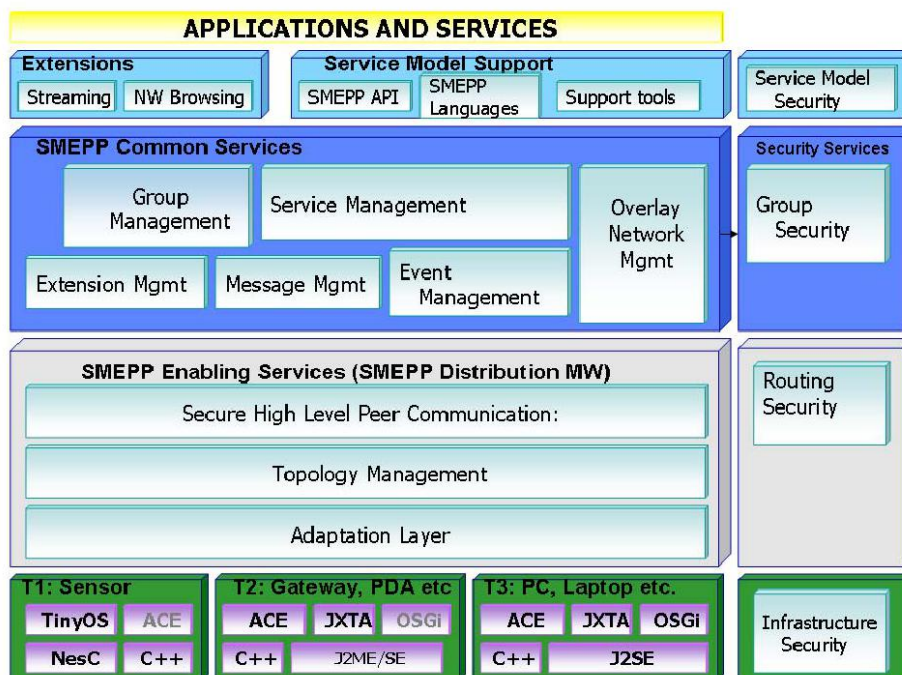


Figura 2.6: Arquitectura middleware del sistema SMEPP

El middleware de SMEPP permite el despliegue de servicios tanto en terminales móviles como en dispositivos de red para el hogar, tales como RGW y si existen, redes avanzadas de sensores que son necesarios para un servicio específico. En la figura 2.6 se representa la arquitectura OSGi en varios niveles, los entornos de los dispositivos y las capas donde el middleware SMEPP es relevante.

Comparada con la solución de este proyecto, esta propuesta introduce muchos niveles de middleware, que añaden complejidad al sistema y no se preocupa de la interoperabilidad con los estándares de información médica.

2.2. Pasarela Residencial

A continuación se realiza una breve repaso al concepto, evolución y aplicaciones de las pasarelas residencial, el elemento básico sobre el que se han

implementado los servicios basados en OSGi.

2.2.1. Definición

Aunque no existe un concepto de Pasarela Residencial en sentido estricto, se pueden dar algunas definiciones que describen de forma aproximada una pasarela residencial.



Figura 2.7: Un ejemplo de pasarela residencial

En primer lugar, una pasarela se puede definir como “el dispositivo que media entre la red de casa y la red de acceso de los proveedores”. Esta definición alude a la ubicación de este dispositivo dentro del hogar, pero resulta demasiado genérica ya que esto incluye a muchos tipos de dispositivos.

Una segunda definición trata a la pasarela como “uno o más dispositivos que conectan una o más redes de acceso a una o más redes de casa y proporciona servicios al entorno de la casa” [17]. Esta definición, que amplía las opciones de configuración es más restrictiva ya que aporta la gestión de los servicios que se proporcionan desde los proveedores, para ofrecer cierta funcionalidad para direccionamiento de dispositivos y seguridad para proteger la red interna. Los fabricantes de dispositivos han respondido a estas necesidades mejorando los productos existentes ofreciendo características como el módems para las diferentes tecnologías (ADSL, cable, etc.), *hubs* multi-puerto, *firewall*, NAT y DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol). El aspecto de una pasarela residencial disponible en el mercado puede verse en la figura 2.7.

Debido a las demandas de los usuarios y las posibilidades de negocio, una solución tecnológica válida para los proveedores de servicios pueden ser las Pasarelas Residenciales Multiservicio:

- Proporcionan varios interfaces para redes de datos y control con diferentes tecnologías

- Permiten mayor complejidad y versatilidad de operación.
- Son capaces de ejecutar diferentes aplicaciones con requisitos de tiempo real y servicios orientados a las SoHo (*Small Office, Home Office* o Pequeña oficina, oficina en casa) como el acceso único a Internet para varios ordenadores [18].

2.2.2. Aplicaciones

Las aplicaciones de la Pasarela Residencial son numerosas. Quizás la que más interés presenta a corto plazo es la de compartir, de forma simultánea, el acceso a Internet entre varios ordenadores o equipos de entretenimiento en la vivienda, como se muestra en la figura 2.8. Las aplicaciones no están limitadas por el acceso de banda ancha a Internet sino que, gracias a la aparición de nuevos operadores y proveedores, surgirán nuevos servicios de valor añadido, e-services, más útiles que el simple acceso a Internet, destacan:

- Instalación *plug & play*. Debe ser sencilla y fácil de configurar, incluso la asignación de dispositivos de control domótico.
- Comunicaciones: e-mail, acceso compartido a Internet, VoIP, etc. Telecontrol y Telemetría: con aplicaciones domóticas al frente. Destacan la telegestión energética el control remoto de electrodomésticos y equipos, el diagnóstico de los mismos y el uso de webcams que permitan observar lo que está ocurriendo en ciertas zonas o habitaciones de la vivienda.
- Seguridad: custodia y vigilancia de hogares e instalaciones, alarma de intrusión de incendios, médicas, etc.
- *E-commerce*: venta de productos y servicios usando la pasarela como método de acceso, por lo tanto, escaparate de los mismos, además de proporcionar autenticación de los usuarios e interfaces para métodos de pago con smartcards.
- Entretenimiento: puede servir como plataformas para vídeo/audio bajo demanda, juegos en red, charlas, char rooms, etc.

La Pasarela Residencial se diseña para distribuir apropiadamente el flujo de información que entra desde Internet hacia los equipos dentro de la vivienda. De igual forma, reenvía los flujos de información generados por dichos equipos, para enviarla al proveedor de servicios que corresponda.

2.2.3. Evolución

Como se muestra en la figura 2.9, este dispositivo ha sufrido una fuerte evolución en un espacio de tiempo de tan solo 8 años pasado de ser un simple modem a todo un computador capaz de gestionar múltiples servicios [19].

Por un lado se ha pasado de dar conectividad mediante ADSL a evoluciones de esta tecnología o algunas nuevas como la fibra óptica o las comunicaciones sin cables. También se ha producido evolución tanto en la conectividad de los aparatos como en como estos podían comunicarse con la pasarela, siendo en un principio un único PC y llegando a una red completa donde casi cualquier electrodoméstico del hogar puede estar conectado.



Figura 2.8: Red doméstica con una pasarela residencial

Esta evolución se ha producido en parte por una evolución de los servicios disponibles a través de Internet que primero fueron de datos, después de voz con la aparición de herramientas de Voz sobre IP y finalmente con la llegada del vídeo con la TV sobre IP. Este aumento de servicios a provocado que ya no hablemos de redes de datos sino del *Triple Play* donde las redes proporcionan datos, audio y vídeo y que estén evolucionando hacia el *Multiplay*, donde no habrá diferenciación de estos tipos de datos.

Hay todavía un factor más que ha evolucionado junto con la pasarela y este es el modo de configuración y gestión. Inicialmente uno disponía de sencillas aplicaciones de usuario capaces de modificar ciertos parámetros del entonces modem o router. Al hacerse más compleja la configuración se hizo necesaria mejorar estas aplicaciones con asistentes gráficos que ayudaban al usuario en este proceso o dispositivos que utilizan protocolos de configuración automática. El siguiente paso supone un avance tanto en la transparencia hacia el usuario como en el aumento del control por parte del proveedor sobre la pasarela ya que incluye la posibilidad de la configuración y gestión remota de dicha pasarela.

El siguiente paso en el campo de la configuración y gestión de dispositivos es de proporcionar a la pasarela de un mecanismo que proporcione, no solo una configuración y gestión remotas y automáticas sino también que permita a la pasarela adaptarse modificando su comportamiento, esto es, que la pasarela pueda proporcionar por si misma nuevos servicios según se demanden. Además la pasarela debe afrontar el reto de tener a diferentes proveedores tratando de gestionarla [20].

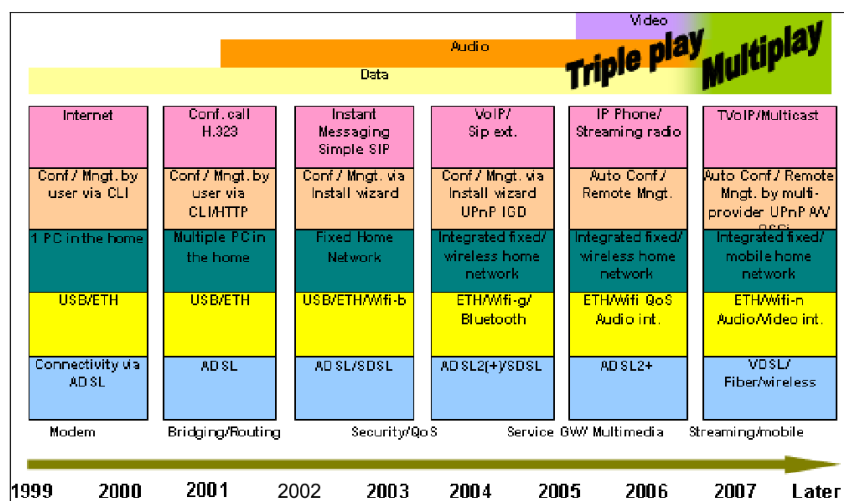


Figura 2.9: Evolución de la Pasarela Residencial

2.3. Videoconferencia

2.3.1. Introducción

Una videoconferencia es una comunicación bidireccional y simultánea mantenida por personas mediante imágenes y sonidos transmitidos por una red de comunicaciones. Aunque existen prototipos de sistemas de videoconferencia desde los años 60 del siglo XX, no es hasta los años 90, con la explosión del uso de Internet y el abaratamiento del equipamiento informático y audiovisual, cuando se comienza a realizar un despliegue masivo de este tipo de comunicación. En la figura 2.10 se puede ver un ejemplo de videoconferencia realizada mediante un ordenador portátil.

En [21] se hace un somero repaso de las diferentes aplicaciones que tiene el uso de la videoconferencia, entre ellas la telemedicina. Además, se analizan las implicaciones que tiene su uso en las relaciones sociales a través de la colaboración y comunicación simultánea así como las ventajas de la videoconferencia frente a otros sistemas de comunicación. La videoconferencia puede suponer una forma más rápida, barata y eficiente de que un grupo de personas con un trabajo o proyecto en común puedan colaborar y comunicarse sin tener que recurrir a las reuniones presenciales que implican a menudo largos y costosos viajes, tanto en tiempo como en dinero. Sin embargo, como veremos más adelante en el caso de la telemedicina, no siempre se valora la comunicación visual como algo *necesario* ya que en muchas ocasiones es suficiente mantener una comunicación por medio de la voz.

Es importante resaltar además, uno de los problemas actuales para la implantación de cualquier sistema de videoconferencia a nivel residencial es que la mayor parte de los proveedores de acceso a Internet actualmente ofrecen una velocidad de acceso excesivamente asimétrica, con poco ancho de banda disponible en el enlace *upload* (desde el equipamiento del cliente hacia



Figura 2.10: Ejemplo de videoconferencia realizada entre 3 personas mediante un ordenador

Internet). Esto es debido a que las tecnologías de acceso a Internet más populares como el ADSL (“Asymmetric Digital Subscriber Line” o “Línea de Suscripción Digital Asimétrica”), VDSL (“Very high bit-rate Digital Subscriber Line”) en el caso de acceso por el tradicional par trenzado o bien HSPA (“High-Speed Packet Access”) y evoluciones para el acceso mediante telefonía móvil de tercera generación, son intrínsecamente asimétricas y a menudo se limita artificialmente el ancho de banda de *upload* para evitar que unos clientes intercambien contenido con otros [21, 22].

2.3.2. Videoconferencia aplicada a la telemedicina y teleasistencia

La videoconferencia puede mejorar el servicio médico abaratando los costes y permitiendo la comunicación entre el paciente y los especialistas médicos que de otra manera no podrían atender. En [23] se hace una revisión de los primeros sistemas de teleasistencia y telemedicina implantados en experiencias piloto.

Los primeros estudios que incluyen una evaluación estaban hechos sobre redes de telefonía básica que ofrecían una calidad de vídeo muy pobre, aunque también hay experiencias sobre redes RDSI. En el informe sobre el seguimiento realizado a 12 pacientes durante seis meses de Mahmud [24] se documenta una de las primeras experiencias publicadas de visitas domiciliarias basadas en videoconferencia. Los pacientes de este estudio eran ancianos que padecían enfermedades crónicas inestables (EPOC, ICC y enfermedades cerebrovasculares). a cargo de los cuales estaban que realizaban las televi-

sitas de seguimiento. El estudio determinó que en siete de los pacientes el número de visitas necesarias fue menor que las que hubieran hecho falta sin el sistema, así como que el seguimiento realizado era más óptimo y que disminuyó el número de ingresos de urgencia y hospitalizaciones. Respecto a los costes, la atención prestada resultó ser más barata que la convencional, siendo el coste medio por visita de 15\$, comparado con los 90\$ de la visita real. Todos los pacientes aprendieron a usar la unidad fácilmente y de forma efectiva, y no se hallaron complicaciones relacionadas con su uso. La unidad utilizada 10, que comenzó a desarrollarse en 1993, consistía en una caja de aluminio con un medidor de presión arterial, unida a un videoteléfono con una pantalla de dos pulgadas y media, que mostraba de siete a diez *frames* por segundo.

Otro de los primeros estudios de teleseguimiento mediante videoteléfonos en el domicilio fue llevado a cabo en 1997 por el proveedor de servicios sanitarios estadounidense *Kaiser Permanete* [25]. El estudio incluyó pacientes crónicos que eran atendidos a domicilio. Las patologías que sufrían eran ICC, EPOC, accidente cerebro vascular, cáncer, diabetes, ansiedad y heridas. Todos los pacientes del estudio recibieron la atención tradicional (visitas domiciliarias y contacto telefónico), pero a los pacientes del grupo de intervención se les proporcionaron videoteléfonos, y en algunos casos, un estetoscopio electrónico y un monitor digital de presión arterial. El seguimiento se realizó durante 18 meses, en los que los pacientes en el grupo de telemedicina recibieron un 17% menos de visitas a domicilio que el grupo de control, pero tuvieron más contacto telefónico con el personal de enfermería (además de las videovisitas). Las medidas de calidad del cuidado en los dos grupos (cumplimiento de la medicación, conocimiento de la enfermedad y capacidad de evolucionar hacia el autocuidado, y estado general de salud) fueron similares. No se observaron diferencias en el grado de uso de los servicios ni en la satisfacción de los pacientes. El coste medio del cuidado en el grupo de telemedicina fue un 27% inferior al del grupo de control.

A pesar de los beneficios demostrados en varios estudios, otros trabajos cuestionan la utilidad de la videoconferencia en el seguimiento de algunos pacientes. En el trabajo de Jerant [26], que empleaba unidades comerciales de American Telecare (EEUU), se documentó que, del protocolo de cuidado que seguían las enfermeras, el 80% de las acciones podían llevarse a cabo simplemente por teléfono. También el estudio de [27] con enfermos cardiacos, se detectó que la consulta de vídeo no ofrecía ventajas reseñables y los cuidadores perdieron interés por su uso pasados los primeros meses. Es importante señalar la necesidad de seleccionar cuidadosamente el escenario y los pacientes en los que se emplea para conseguir resultados satisfactorios.

La calidad de vídeo necesaria para el seguimiento de los pacientes es otro aspecto controvertido, y relacionado con el anterior en la medida en que la calidad de vídeo requerida puede variar enormemente de unos escenarios a otros. Del tipo de limitaciones que puede resultar de una calidad de vídeo deficiente da idea el trabajo de [26]. En él, la videoconferencia, sobre la red

telefónica básica, presentaba diferentes problemas técnicos, que los usuarios citaron como causantes de limitaciones en el 64% de las visitas. El inconveniente más citado fue la imposibilidad de valorar el edema en las piernas. Con algunas medidas como el ajuste de la cámara, una iluminación indirecta y la colocación los objetos a mostrar frente a un fondo uniforme, se mejoró en cierta medida la mayoría de estos problemas. En lo que respecta a la resolución de sonido, se consideró inadecuada sólo en dos visitas. Del total de problemas técnicos sólo el 4% se consideraron severos, pero no se puede descartar que fueran la causa de los malos resultados del estudio.

Calidad de vídeo para aplicaciones de telemedicina

En [23] se concluye que no hay en absoluto acuerdo sobre la mínima calidad de vídeo aceptable. Algunos expertos afirman que la señal de vídeo debería tener un mínimo de 15 *frames* por segundo en los programas de teleasistencia a domicilio, siendo el valor óptimo 30 *frames* por segundo.

Para tele-psiquiatría, otros autores afirman que una tasa de transmisión de 128 kbps, 15 *frames* por segundo y resolución CIF (352x288 píxeles) es el mínimo necesario para una correcta valoración del paciente. Con frecuencia se tiende a pensar que la calidad de vídeo depende solamente del ancho de banda del canal utilizado, pero hay factores que pueden afectar más como la capacidad de compresión del códec de vídeo usado o el número de usuarios que comparten el canal. Además, la calidad de vídeo percibida por los usuarios varía según otros factores externos al canal o el propio sistema diseñado. Por ejemplo, la iluminación o las posiciones de los usuarios respecto a las cámaras son determinantes en el contacto visual.

2.4. Tecnologías de Soporte

2.4.1. OSGi

Introducción a OSGi

La *OSGi Alliance* [28] es un consorcio mundial de empresas tecnológicas creado en 1999 para proporcionar especificaciones abiertas que permitan una unión modular de software [29].

La organización ha desarrollado una serie de especificaciones que definen un plataforma de servicios modular (*OSGi Service Platform*) basada en Java ². Se han publicado hasta ahora 5 versiones de las especificaciones de OSGi, siendo la última la OSGi Release 4.2 (R4.2) de mayo 2009. Detrás de OSGi hay una activa comunidad de desarrolladores de software libre girando entorno a la especificación OSGi. Algunas implementaciones de código fuente libre ampliamente usadas son Equinox OSGi ³, Apache Felix [30] y Knop-

²<http://www.java.com>

³<http://www.eclipse.org/equinox>

flerfish ⁴. Esta plataforma facilita la creación de componentes en forma de módulos software y las aplicaciones y asegura la interoperabilidad de las aplicaciones y servicios sobre una variedad de dispositivos conectados a redes. OSGi permite la creación de módulos cohesionados y flexiblemente acoplados que pueden componerse para formar grandes aplicaciones. Además, cada módulo puede desarrollarse individualmente, comprobarse, desplegarse, actualizarse y manejarse con un mínimo o inexistente impacto en los otros módulos.

El *framework* de OSGi requiere un entorno de ejecución Java, como puede ser la máquina virtual de Java (Java Virtual Machine o JVM), que actúa por encima del sistema operativo correspondiente (Unix, Windows, etc). El *framework* de OSGi y el Java Runtime Environment (JRE) forman el denominado entorno OSGi. Un esquema de la arquitectura del entorno OSGi se muestra en la Figura 2.11.

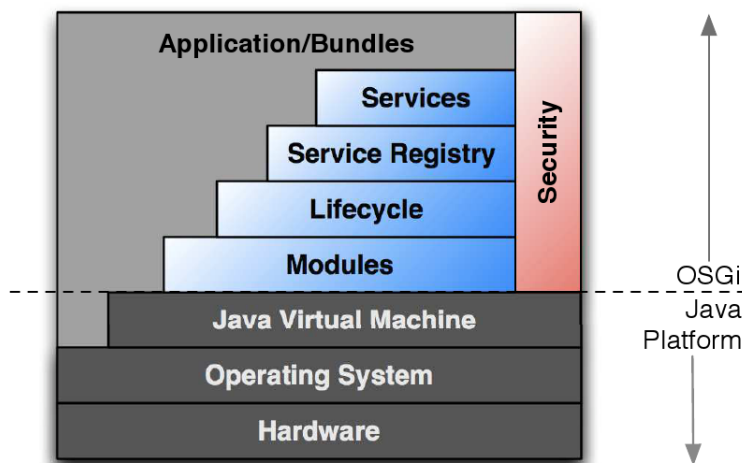


Figura 2.11: Arquitectura del entorno OSGi

A continuación, se explican los principales elementos que forman el entorno OSGi.

Principales elementos de OSGi

En el ámbito de OSGi los componentes se denominan *bundles*. En la Plataforma de Servicios de OSGi, los bundles son las únicas entidades en las que se pueden desplegar aplicaciones (todas ellas basadas en Java). Un bundle se materializa en archivo JAR (Java ARchiver) que contiene clases Java y otros recursos que juntos proveen funciones a usuarios finales y proveen servicios a otros bundles. Aunque los bundles se comunican principalmente con

⁴<http://www.knopflerfish.org>

el framework OSGi se permite también que hagan llamadas a código nativo (C o C++ por ejemplo).

Los bundles se diferencian, respecto de otros ficheros normales JAR, en que incluyen un fichero `META-INF/MANIFEST.MF` que contiene metadatos específicos de OSGi, incluyendo un nombre definitivo, versión, dependencias y otros detalles para su instalación.

Una vez que un bundle se instala en el framework, el ciclo de vida de OSGi gobierna el estado del bundle. Un bundle puede estar instalado, arrancado, parado y desinstalado del framework, siguiendo el ciclo de vida prescrito por la especificación OSGi.

OSGi también proporciona un registro de servicios, gracias al cuál los bundles pueden publicar y/o consumir servicios. Como se observa en la Figura 2.12, el registro de servicios de OSGi permite una forma de Arquitectura Orientada a Servicios (SOA). Sin embargo, a diferencia de muchas interpretaciones de SOA, que dependen de servicios web para la comunicación, los servicios OSGi se publican y consumen dentro de la misma máquina virtual de Java. Por esto, OSGi a veces se describe como “SOA en una JVM”.

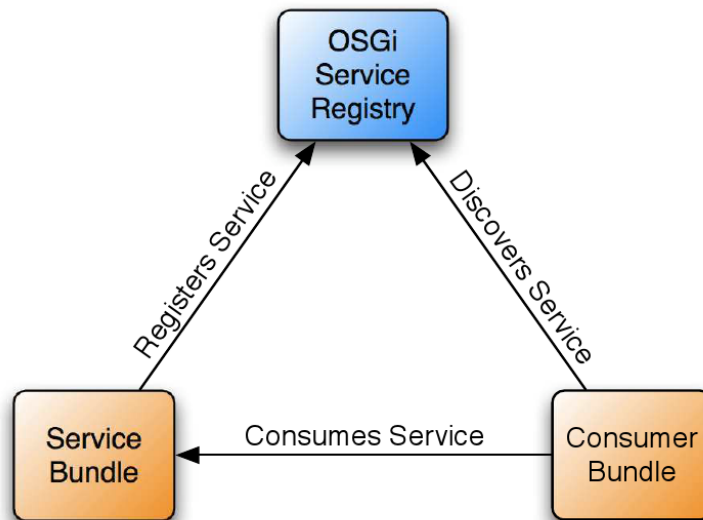


Figura 2.12: Registro de servicios OSGi

Gracias a la ventaja del registro de servicios, la especificación OSGi también define varios servicios esenciales que pueden proporcionarse dentro del framework. Estos incluyen un servicio de registro o *logging*, un servicio HTTP y un servicio de configuración, entre otros.

Finalmente, la especificación OSGi define una capa opcional de seguridad que abarca a las otras capas. Esta capa asegura que los bundles se desplieguen de forma segura mediante una autenticación de los mismos con firmas digitales o verificando que las actualizaciones del bundle tienen lugar solo desde la localización dónde el bundle fue originalmente instalado. Además,

la capa de seguridad admite los permisos al estilo de Java 2 para controlar la carga y ejecución de las clases de los bundles.

Modularidad en OSGi

A continuación se describen las características de OSGi que permiten ver cómo lleva a cabo la modularidad sobre la plataforma Java.

Ocultación de contenido En OSGi, cada bundle se carga en su propio espacio de clases. A consecuencia de ello, los contenidos de un bundle son privados a menos que explícitamente se exporten. Esto permite que una implementación interna de un bundle se desarrolle sin impactar en otros bundles que dependan de su API relativamente estable.

Registro de servicios Proporcionando “SOA en una JVM” OSGi permite que los módulos publiquen servicios y que dependan de servicios publicados por otros bundles. Los servicios se conocen por sus interfaces publicadas, no por su implementación. Esto significa que el acoplamiento entre los publicadores de servicios y aquellos que consumen sus servicios es bajo.

Versiones de bundles en paralelo Como cada bundle se desenvuelve en su propio espacio de clases, es posible que convivan dos o más versiones de un bundle dado en el framework OSGi framework al mismo tiempo. Sin OSGi, los gráficos de dependencias presentarían un dilema al intentar averiguar que versión de una librería usar y confiar en que funcione con dos librerías dependientes. Sin embargo, en OSGi, no se tienen por qué escoger ambas versiones, que pueden estar presentes al mismo tiempo y cada bundle dependiente puede funcionar con la versión de una librería que se ajuste a sus necesidades.

Modularidad dinámica Otra consecuencia del aislamiento entre bundles es que cualquier bundle dado se puede instalar, parar, iniciar, actualizar o desinstalar independientemente de otros bundles en el framework. Entre otras cosas, este permite intercambiar un bundle por una versión más moderna del mismo bundle mientras la aplicación continúa corriendo.

Denominación rígida El “Strong-Naming” o *denominación rígida* permite que los bundles OSGi se identifiquen discretamente por un nombre (conocido como nombre simbólico del bundle) y un número de versión en el manifest del bundle, a diferencia de los ficheros tradicionales JAR que no tienen una manera de identificarse a sí mismos.

Bundles en OSGi y su ciclo de vida

Como se ha discutido anteriormente, un bundle es un grupo de clases Java, junto a otros recursos adicionales, equipado con un fichero “manifiesto”

o *manifest* llamado MANIFEST.MF con todos sus contenidos, además de servicios adicionales necesarios para dar al grupo incluido de clases Java comportamientos más sofisticados que un simple archivo JAR.

En la tabla 1 se puede ver el aspecto de un ejemplo de MANIFEST.MF de un bundle.

```
Bundle-Name: Hello World
Bundle-SymbolicName: es.uc3m.it.helloworld
Bundle-Description: A Hello World bundle
Bundle-ManifestVersion: 2
Bundle-Version: 1.0.0
Bundle-Activator: es.uc3m.it.Activator
Export-Package: es.uc3m.it.helloworld;version="1.0.0"
Import-Package: org.osgi.framework;version="1.3.0"
```

Código 1: Ejemplo de MANIFEST.MF de un bundle

El significado del contenido de este fichero es el siguiente:

Bundle-Name Define un nombre para este bundle entendible por seres humanos.

Bundle-SymbolicName La única cabecera requerida. Esta entrada especifica un identificador único para un bundle, basado en la convención de nombres de dominio inversa (usada también por los paquetes Java)

Bundle-Description Una descripción de la funcionalidad del bundle.

Bundle-ManifestVersion Esta cabecera indica la especificación OSGi a usar para leer este bundle.

Bundle-Version Designa un número de versión para el bundle.

Bundle-Activator Indica el nombre de la clase que se invoca una vez que un bundle se activa.

Export-Package Expresa qué paquetes Java contenidos en un bundle se harán disponibles al exterior.

Import-Package Indica qué paquetes Java externos se requerirán para cumplimentar las dependencias necesarias en un bundle.

Una vez leído este fichero MANIFEST.MF, se comprueban los requisitos del bundle y si se cumplen, se procede a su instalación en el framework. El ciclo de vida del bundle se gobierna gracias a una capa encargada de ello. Esta capa permite que los bundles pueden ser dinámicamente instalados, arrancados, parados, actualizados o desinstalados. Las operaciones del ciclo de vida están completamente protegidas con una arquitectura de seguridad.

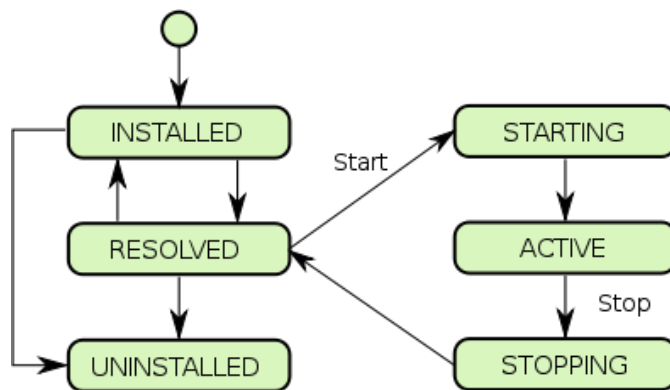


Figura 2.13: Ciclo de vida de un bundle

En la figura 2.13 se pueden ver los estados de un bundle y la evolución en su ciclo de vida. A continuación se describen los diferentes estados en que se puede encontrar un bundle.

INSTALLED El bundle se ha instalado correctamente.

RESOLVED Todas las clases Java que el bundle necesita están disponibles. Este estado indica que el bundle está, o bien listo para ser arrancado o se ha parado.

STARTING El bundle se ha arrancado, el método `start()` del Bundle Activator se llamará y este método no ha terminado todavía. Cuando el bundle tiene una política de activación, el bundle permanecerá en el estado **STARTING** hasta que el bundle se active de acuerdo a su política de activación.

ACTIVE El bundle se ha activado correctamente y está corriendo; su método `start()` Bundle Activator se ha llamado y ha terminado.

STOPPING El bundle está siendo parado. El método `stop()` se ha llamado pero no ha terminado.

UNINSTALLED El bundle se ha desinstalado. No puede cambiarse a otro estado.

2.4.2. UPnP

UPnP es una de las tecnologías en que se ha basado este proyecto para la negociación de la transmisión del flujo de audio y vídeo para el servicio de telemedicina y teleasistencia. A continuación se hace una breve descripción de esta tecnología.

Introducción a UPnP

UPnP (Universal Plug and Play) es una arquitectura software desarrollada por un consorcio de compañías [31] del campo de la informática y la electrónica de consumo, que tienen como objetivo estandarizar el acceso y la gestión de dispositivos, de manera que puedan formar comunidades dentro de una red local y compartir servicios sin necesidad de una configuración, y todo ello sin intervención humana, de manera transparente a los usuarios.

El estándar UPnP [32] es un protocolo de nivel de aplicación abierto y distribuido basado en estándares ya establecidos como TCP/IP, UDP, HTTP, XML y SOAP. Fue publicado como la parte 73 del estándar internacional, ISO/IEC 29341, en diciembre de 2008.

La arquitectura UPnP permite crear una red de configuración automática partiendo de la existencia de la conectividad a nivel de red. Un dispositivo de cualquier fabricante compatible con el estándar UPnP puede dinámicamente unirse a una red, obtener una dirección IP, anunciar su nombre, publicar su descripción y recopila las descripción y presencia de otros dispositivos en la red. El uso de servidores de direcciones DHCP y DNS es opcional. Solamente se usan si están disponibles en la red. Los dispositivos pueden dejar la red automáticamente sin dejar ningún estado no deseado atrás.

Esta tecnología está soportada por una arquitectura compuesta por dos entidades: los dispositivos y los puntos de control. Los dispositivos o *Devices* son una colección de uno o más servicios que se publican en la red. Los puntos de control o *Control Points* tienen la función de descubrir y registrar dinámicamente nuevos dispositivos para interactuar con ellos. Para ello, utiliza la información de descripción que se publica cuando un dispositivo se conecta a la red o bajo demanda del propio punto de control. Un dispositivo (teléfono móvil, ordenador, disco duro multimedia . . .) puede ser un “Control Point” y un dispositivo UPnP controlado al mismo tiempo. La secuencia que sigue un dispositivo cuando quiere formar parte de una red, sería:

- Direccionamiento.
- Descubrimiento-Anuncio.
- Descripción.
- Control (invocación de servicios remotos).
- Generación y propagación de eventos.

Aplicaciones de UPnP

Las aplicaciones de UPnP son muy numerosas y van, desde solucionar el problema del NAT transversal (muchos routers domésticos actuales incluyen esta funcionalidad basándose en UPnP) hasta la creación de redes multimedia de configuración automática en entornos residenciales.

Debido a la extensión actual de la tecnología UPnP, que se encuentra asociada a numerosos dispositivos de electrónica de uso cotidiano (teléfonos móviles, ordenadores, etc.), se ha elegido como parte de la arquitectura

software sobre la que desarrollar la transmisión multimedia en el sistema de teleasistencia y telemedicina. UPnP permite establecer comunicaciones de forma modular y flexible sobre diferentes plataformas, y facilita la negociación de flujos multimedia para reproducir contenido multimedia con una calidad y retardos aceptables.

La ubicación de la tecnología UPnP en este trabajo se encuentra más cercana a la parte del cliente: desde la pasarela residencial hasta los dispositivos multimedia. Como podemos ver en la figura 2.14, los diferentes dispositivos dentro de la casa se conectan entre ellos, aprovechando las ventajas que conlleva el uso de esta tecnología.

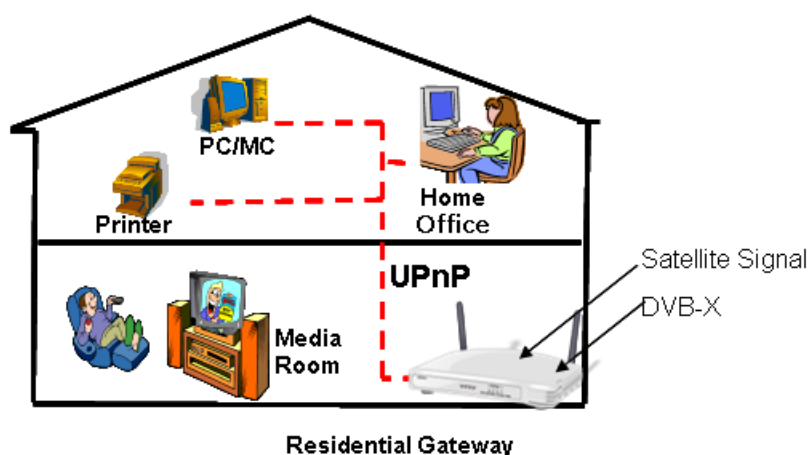


Figura 2.14: Ejemplo de uso de UPnP en el hogar

UPnP AV

Sobre la arquitectura UPnP genérica, válida para cualquier tipo de dispositivo, el UPnP Forum define arquitecturas con aplicaciones concretas. Este es el caso del estándar “Universal Plug and Play for Audio and Video” (UPnP AV Architecture) que provee un mecanismo para compartir contenido multimedia entre diversos tipos de dispositivos, formatos de contenido y protocolos de transferencia (independiente del fabricante). El estándar establece la secuencia de interacción entre un punto de control UPnP AV y los dispositivos multimedia *Media Server* y *Media Renderer*.

El estándar UPnP AV han sido referenciado en especificaciones publicadas por otras organizaciones, como por ejemplo, DLNA (“Digital Living Network Alliance” o “Alianza para el estilo de Vida Digital en Red” por sus inglés). Por tanto, un dispositivo con el certificado DLNA debería ser compatible con UPnP AV.

Como características principales de este estándar podemos decir:

- La sincronización, negociación y establecimiento de la comunicación se realiza a través del punto de control.
- La transferencia de contenido en sí se realiza directamente entre los dispositivos servidor y reproductor (transferencia fuera de banda).

En la Figura 2.15 vemos la interacción entre los diferentes elementos: un Media Server, un Media Renderer y un Control Point, así como su composición interna.

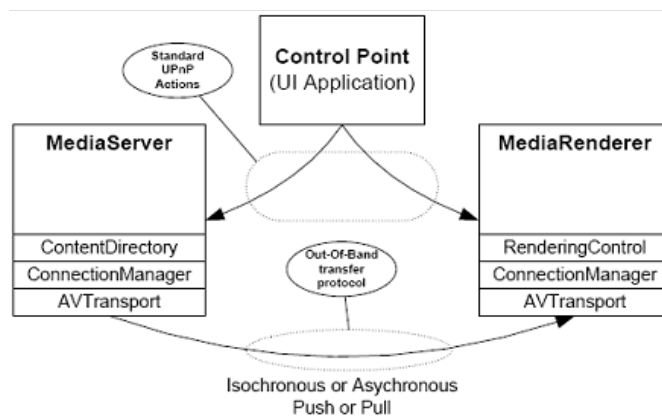


Figura 2.15: Interacción de elementos en UPnP AV

La arquitectura para sistemas multimedia UPnP AV presenta una serie de ventajas de las cuales se destacan las siguientes:

- Es un estándar ampliamente extendido para desarrollar redes multimedia en el entornos domésticos.
- Permite el descubrimiento automático de servicios multimedia en redes locales.
- Hay disponible software libre en forma de librerías para implementar aplicaciones bajo esta arquitectura.
- El uso de la CPU para la negociación y manejo del *streaming* es bajo.

Integración de UPnP y OSGi

Dado que en este trabajo se incluye el framework OSGi en la parte residencial, a continuación se expone la relación entre ambas tecnologías.

Las técnicas de acceso a dispositivos de OSGi, proporcionan un potente sistema para incorporar métodos de descubrimiento. Por un lado permite que los métodos de descubrimiento sean fácilmente accesibles dentro de su Framework, proporcionando las interfaces de Java y APIs que expresan su funcionalidad. Para ello, se sigue un modelo de Importación / Exportación: se exportan los dispositivos y servicios registrados en OSGi fuera del Framework y se importan los dispositivos y servicios encontrados en la red. Aplicando este modelo para la integración de UPnP-OSGi, se identifica estos dos servicios de la forma:

- **Importación:** acceso dentro del Framework de OSGi a dispositivos y servicios UPnP disponibles en la red.
- **Exportación:** servicios OSGi a disposición de los miembros de una red UPnP de modo que los Puntos de Control UPnP interactúen con ellos.

Siguiendo este modelo, los servicios de OSGi se deben poner a disposición de las redes con los dispositivos UPnP de una manera transparente: los bundles pondrán un servicio a disposición de los puntos de control de UPnP. Del mismo modo, será posible implementar los puntos de control de UPnP como bundles que controlen los dispositivos que utilizan esta tecnología. Referente al acceso a los servicios OSGi vía Web, valdría con que el terminal dispusiese de un navegador, pues gracias a ciertos Servicios OSGi HTTP, puede realizarse una administración remota y un manejo de cualquier servicio OSGi. Bajo esta premisa, al ser los servicios UPnP bundles OSGi, estos servicios también podrían ser gestionados de manera remota vía web desde cualquier tipo de terminal con acceso a un navegador.

El requisito indispensable que se exigiría a cualquier terminal, sería la capacidad para soportar Java, sobre la que poder implementar OSGi. Dado que existen múltiples versiones de Java y cualquiera de ellas puede soportar OSGi, concluimos que el rango de terminales sobre los que puede implementarse es muy elevado (dispositivos con software embebido, móviles, etc.). En cuanto a UPnP, la mayor parte de los sistemas operativos para terminales móviles de última generación o smartphones lo incorporan o se pueden instalar implementaciones UPnP de forma gratuita. Se consigue así trabajar con un protocolo de nivel de aplicación ampliamente extendido en el mercado, lo que permitiría aumentar su nivel de aceptación y reducir costes.

2.4.3. SIP

El Protocolo de Iniciación de Sesión o *Session Initiation Protocol* (SIP) es un protocolo de señalización para el establecimiento de sesiones en una red IP. En este proyecto se va a utilizar este protocolo como complemento al estándar UPnP, para realizar las videollamadas entre las diferentes personas que intervienen en el servicio de telemedicina y teleasistencia.

Introducción a SIP

El protocolo SIP se viene empleando desde hace unos años a menudo como protocolo de señalización para establecer llamadas de voz mediante IP, para abreviar VoIP, aunque las sesiones basadas en SIP también se pueden manejar para distribución de contenidos y conferencias multimedia. Tiene sus orígenes a principios de los años 90, cuando se utilizaron para la distribución de contenido multimedia, difusión de los lanzamientos espaciales y conferencias del IETF. Comenzó siendo un mecanismo para invitar a los usuarios a escuchar en una sesión multimedia multicast a través de Internet. SIP se mejoró a mediados de los 90 para que soportara sesiones unicast, como VoIP. La primera especificación se redactó en 1999 [33] y se actualizó en

2002 por la RFC 3261 [34].

SIP es un protocolo basado en texto plano, de tipo petición/respuesta. Situado en la capa de aplicación, concretamente en la parte de control, está diseñado para establecer, mantener y terminar sesiones multimedia en una red IP. Permite establecer comunicaciones independientemente del contenido de las mismas. Sin embargo, no define un sistema de comunicaciones en sí mismo, sino que requiere la utilización de otros protocolos para formar así una arquitectura multimedia que puede ofrecer entonces una gran variedad de servicios.

Permite establecer sesiones de comunicación en aplicaciones como video-llamadas, llamadas de voz o mensajería instantánea. Además, fue elegido como protocolo de establecimiento de llamada para redes *all-IP*, que son el estándar del 3GPP ⁵. Esto supone que SIP será implementado en todos los teléfonos móviles de nueva generación y en la infraestructura de red de los operadores de telefonía tanto fija como móvil.

Una vez la sesión se ha establecido mediante SIP, entre los participantes en la comunicación se crea una conexión y la comunicación se sirve de otros protocolos, como por ejemplo RTP (Real Time Protocol) o UDP (User Datagram Protocol), para codificar y transportar la información.

Funcionalidad de SIP

Las principales funcionalidades respecto al establecimiento y finalización de una sesión multimedia en SIP son las siguientes:

User location determina el sistema final que se va a utilizar en la comunicación, es decir, la dirección de red (SIP URL) en la que se encuentra el usuario donde se mandarían las peticiones, sin necesidad de conocer detalles acerca de la localización física del propio usuario o del dispositivo.

User Availability indica la disponibilidad del usuario llamado para establecer comunicaciones. Se introduce de esta manera el concepto de *presencia*, la información de disponibilidad es visible al resto de usuarios.

User Capabilities representa las funcionalidades disponibles para cada usuario dentro de una sesión, esto se lleva a cabo por medio del protocolo SDP (*Session Description Protocol*). Permite por tanto, poner de acuerdo a los participantes sobre las características soportadas, como por ejemplo, los códecs de audio.

Session Set-up establecimiento de los parámetros de sesión en ambos extremos. Tanto del emisor como del receptor de la llamada.

⁵<http://www.3gpp.org/>

Session Management gestiona las transferencias y finalización de sesiones, además de la modificación de los parámetros de sesión y servicios invocados.

Componentes SIP

En la arquitectura del protocolo SIP se pueden encontrar dos tipos de componentes fundamentales:

- SIP User Agent (UA)
- SIP Network Server

Los agentes de usuario o *SIP User Agent*, representan los dispositivos finales de usuarios que localizan otros usuarios con los que negociar sesiones intercambiando mensajes de petición y respuesta. Son dispositivos que pueden almacenar y gestionar información de la sesión. Los agentes de usuario se pueden comunicar entre ellos directamente o a través de servidores intermedios. Un agente de usuario puede ser un teléfono, un servidor de conferencias o un servidor de respuestas automáticas, etc.

Existen dos tipos de agentes de usuario:

- **User Agent Client (UAC)**: realiza el papel de cliente en una topología cliente/servidor, envía peticiones SIP y recibe las respuestas a dichas peticiones.
- **User Agent Server (UAS)**: realiza el papel del servidor en una topología cliente/servidor, recibe peticiones SIP y envía las respuestas a tales peticiones.

Los “SIP Network Server” o Servidores de Red SIP son elementos esenciales en la red que permiten a los puntos finales intercambiar mensajes, registrar la localización de un usuario, en definitiva, moverse en los diferentes aspectos de la red. Los servidores SIP permiten que los operadores de red instalen políticas de seguridad y enrutado, autenticación de usuarios y gestión de la localización de los mismos.

Según la especificación SIP, la funcionalidad de los servidores puede dividirse de la siguiente manera:

- SIP Registrar Server
- SIP Proxy Server
- SIP Redirect Server
- SIP Presence Server
- Back to Back User Agent

Esta separación funcional está concebida para facilitar la comprensión del protocolo, pero no implica que un servidor no pueda agrupar varias de las mismas, todo depende de las características de la implementación que se quieran obtener en cuanto a escalabilidad, redundancia, rendimiento o capacidad.

Funcionalidad del Servidor SIP

A continuación se describen brevemente los dos funcionalidades del servidor SIP que se van a utilizar en este proyecto: *SIP Registrar* y *SIP Proxy*.

SIP Registrar Server

El servidor que implementa esta funcionalidad acepta las peticiones de registro (REGISTER) y almacena la información recibida en el servicio de localización, típicamente una base de datos, dentro del dominio en el que se encuentra.

Los clientes son los encargados de generar dichas peticiones de registro con el objeto de asociar su dirección SIP con las direcciones IP donde desea ser localizado. Como formato de direccionamiento en SIP se utiliza una URL con el siguiente formato:

```
sip: [usuario] [:password]@[host] [:puerto]
```

Por ejemplo la URL `pepe@10.0.0.2:4070` sería una dirección SIP. EL espacio de direcciones es ilimitado y además un mismo usuario se puede registrar utilizando distintos agentes de usuario: un teléfono SIP, un cliente de mensajería instantánea, etc. El servicio de registro adjuntará todas las direcciones de los dispositivos con URL SIP del usuario.

SIP Proxy Server

Es una entidad intermediaria que actúa tanto de cliente como de servidor, gestionando las peticiones y respuestas realizadas por los clientes. Cuando se envía una petición, ésta puede atravesar uno o varios proxies hasta alcanzar un proxy que conoce la localización del usuario destino. La respuesta a esa petición hará el camino inverso devuelta por los proxies.

2.4.4. Bluetooth

En este proyecto se utiliza la tecnología Bluetooth para conectar los dispositivos de telemedicina de forma inalámbrica con la pasarela residencial.

Bluetooth [35] es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN o *Wireless Personal Area Networks* por sus siglas en inglés) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia segura de corto alcance y mundialmente libre (2,4 GHz.). Los principales objetivos que se pretende conseguir con esta norma son:

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos.
- Eliminar cables y conectores entre éstos.
- Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre nuestros equipos personales.

Los dispositivos que con mayor frecuencia utilizan esta tecnología son de electrónica de consumo, como PDAs (Personal Digital Assistant), teléfonos

móviles, ordenadores portátiles, ordenadores e impresoras, aunque también es frecuente encontrar Bluetooth en sistemas embebidos de ámbito más general.

Bluetooth es un estándar y protocolo de comunicaciones principalmente diseñado para un bajo consumo, de corto alcance (dependiendo de la clase: 1 m, 10 m o 100 m aprox.) basado en microchips transmisores de bajo coste en cada dispositivo. Permite que estos dispositivos se comuniquen con otros cuando estén a su alcance. Los dispositivos usan un sistema de radiocomunicaciones y no necesitan estar en línea de vista el uno del otro (por ejemplo, los dispositivos pueden estar en habitaciones diferentes) si la señal recibida es suficientemente potente.



Figura 2.16: Dispositivo para telemedicina basado en Bluetooth

2.4.5. HL7

Introducción a HL7

Los datos clínicos y de salud del paciente en un sistema de telemedicina deben transmitirse y almacenarse en un estándar conocido por los sistemas involucrados. Un Historia Clínica Electrónica (HCI o EHR de las siglas en inglés de “Electronic health record”) se refiere a la historia clínica electrónica en formato digital. En el estudio comparativo de estándares de HCI [36] se describen dos de los principales estándares en la actualidad: HL7 y EN 13606. Para este proyecto se ha elegido HL7 por ser el estándar *de facto* en los sistemas informáticos sanitarios actualmente.

HL7 (“Health Level Seven” o “Nivel Siete de Salud”) [5, 37] es un conjunto de estándares para el intercambio electrónico de información clínica creado por HL7 International⁶, una organización sin ánimo de lucro creada en 1987 como consecuencia de la problemática que existía en los sistemas de información sanitarios en cuanto a su heterogeneidad se refiere.

⁶<http://www.hl7.org/>

El nombre “Health Level Seven” hace referencia a la última capa (la séptima) del modelo de referencia OSI de la ISO, conocida como la capa de aplicación. El nombre indica que HL7 se ocupa del nivel de aplicación del modelo OSI únicamente, dejando el resto de niveles (sesión, transporte, etc.) a otros estándares y protocolos, a los que HL7 considera como meras herramientas.

El propósito de HL7 International, con sede oficial en EE.UU y organizaciones afiliadas en diferentes países, es desarrollar estándares para el intercambio electrónico de datos en el ámbito sanitario. A nivel nacional, España está representada por HL7Spain ⁷, que puede emitir sugerencias, adaptaciones del estándar y dispone de voto para la aprobación del estándar.

Actualmente en los hospitales y centros sanitarios coexisten una gran cantidad de aplicaciones diferentes entre sí pero al mismo tiempo dependientes. Por ejemplo, un hospital normal posee una gran cantidad de software instalado en los ordenadores y equipos médicos. Cada programa desempeña diversas tareas como es el proceso de admisión de pacientes, informes de radiología, producción de información de laboratorio clínico y otros. Esto hace que aparezcan muchos tipos de interfaces que se deben comunicar para compartir datos, además estos programas pueden haber sido desarrollados por proveedores diferentes, esto implica una posible incompatibilidad en la compartición de datos.

Por tanto, el principal objetivo de HL7 es la estandarización en el intercambio de datos dentro del área de la salud mediante la definición de estándares. Con la aparición de tecnología de redes para la integración de programas de aplicación que residen en máquinas con tecnología diferente, lograr dicha integración requiere mucho tiempo de programación específica a la máquina y al entorno de red, y este tiempo crecerá exponencialmente si aumenta el número de sistemas a vincular (cosa que es más que probable, dada la tendencia a informatizar cualquier tipo de proceso), si todo esto se sometiese a un estándar el esfuerzo de desarrollo se requeriría una sola vez, como se puede observar en la figura 2.17.

Desarrollo de estándares de HL7

HL7 International desarrolla diferentes tipos de estándares:

Conceptuales Por ejemplo, HL7 RIM (“Reference Information Model” o “Modelo de Información de Referencia”).

De documentos HL7 CDA (“Clinical Document Architecture”) es el estándar para intercambiar documentos clínicos.

De aplicaciones HL7 CCOW (“Clinical Context Object Workgroup”) es el estándar desarrollado para sincronizar aplicaciones diferentes.

⁷<http://www.hl7spain.org/>

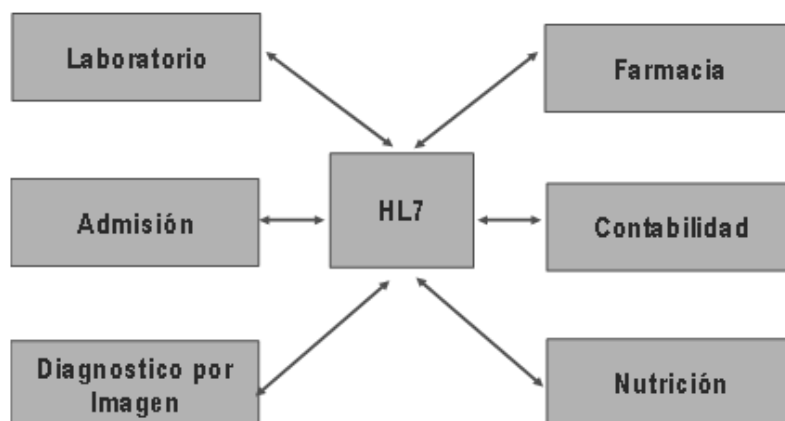


Figura 2.17: Sistema de información clínica con HL7

De mensajes HL7 v2.x y v3.0 son estándares especialmente importantes debido a que definen cómo se empaqueta la información y se transmite de un punto a otro. Tales estándares establecen el lenguaje, estructura y tipos de datos requeridos para una integración de los datos de un sistema a otro.

HL7 trabaja en el ciclo de vida completo de la especificación de los estándares: desarrollo, adopción, aceptación en el mercado y utilización. El uso comercial de estándares HL7 requiere de un pago como miembro de la organización de HL7. Los miembros de HL7 tiene acceso libre a los estándares mientras que los no miembros pueden comprar los estándares a HL7 o ANSI. Sin embargo, están disponibles diversas librerías software bajo licencias open source, como HAPI ⁸, que permiten trabajar bajo este estándar sin necesidad de pago alguno.

HL7 versión 2

La versión 2 del estándar HL7 se creó para trabajar con el flujo de información hospitalaria. Define una serie de mensajes electrónicos para proporcionar soporte administrativo, logístico, financiero así como a procesos clínicos. La primera versión fue creada en 1987 y desde entonces el estándar se ha ido actualizando regularmente, dando lugar a las versiones 2.1, 2.2, 2.3, 2.3.1, 2.4, 2.5, 2.5.1 y 2.6. Los estándares v2.x son retrocompatibles, es decir, un mensaje basado por ejemplo en la versión 2.3 será reconocido por una aplicación que soporte la versión 2.6. Actualmente, el estándar de mensajes de HL7 v2.x está soportado por la mayoría de proveedores de sistemas informáticos de salud en el mundo [38].

El mensaje constituye para el estándar la unidad de transmisión de datos entre dos aplicaciones que entiendan HL7. Por lo tanto, es importante

⁸<http://hl7api.sourceforge.net/>

reseñar que HL7 v2.x es un estándar basado en mensajes, y no define un protocolo de comunicaciones. Se basa en mensajes en modo texto con sintaxis codificada en delimitadores, aunque no está basado en XML a diferencia de HL7 v3. El modelo operacional subyacente de HL7 es el de un sistema cliente-servidor. HL7 distingue entre dos escenarios de intercambio de mensajes: *trigger events*/mensajes no solicitados y *queries* o peticiones. El paradigma de comunicación en HL7 es el “trigger event”. Por ejemplo, cuando un paciente es admitido en un hospital, el sistema de admisión se propagará los mensajes de admisión HL7 a los subsistemas apropiados para informarlos de la llegada de datos de un paciente nuevo.

Un mensaje HL7 siempre contiene toda la información requerida para completar una transacción y se codifica en las reglas propias de HL7. Esencialmente toda la información se transmite en texto plano ASCII.

La estructura de un mensaje HL7 es como sigue [37]. Un mensaje está formado por segmentos. Un segmento es una agrupación lógica de datos. Por ejemplo, el segmento PID es el comúnmente utilizado para identificar todos los datos que identifican un paciente [39]. Un segmento definido en un mensaje puede ocurrir una sola vez o puede repetirse. Cada segmento se nombra por un identificador de segmento o “segment ID”, consistente en un código único de tres caracteres. Los caracteres hexadecimales 0D0A, que corresponden al retorno de carro <CR>, delimitan el final de un segmento.

A su vez un segmento está formado por campos, que definen tipos de datos, y un campo está formado por componentes, que definen tipos de datos complejos. Los campos son cadenas de caracteres y tienen un tipo de dato que indica la estructura de los datos. El segmento y la posición de dentro del segmento identifica cada campo. Por ejemplo, PID-5 sería el quinto campo del segmento PID.

Cada mensaje pertenece a un tipo determinado, que aparece indicado en el contenido de cada uno de los mensajes. Además, los mensajes puede también llevar asociado un *trigger event*. Como se ha mencionado anteriormente, un trigger event es una acción real que causa la necesidad de un flujo de información entre sistemas informáticos sanitarios. Para especificar el evento se pone primero el tipo de mensaje seguido del código del evento. En el código 2 se puede ver el comienzo de un mensaje HL7 lanzado para admitir a un paciente nuevo. En este caso se usa el evento **A01**, asociado a la admisión de pacientes y definido para los mensajes ADT (“Admission, Discharge and Transfer” o “Admisión, Alta y Transferencia de pacientes”).

```
MSH|^~\&|NSI|LAB||20010827120759||ADT^A01|NSI1|P|2.3|||AL<CR>
...
```

Código 2: Extracto de un mensaje de ejemplo de HL7

El estándar HL7 v.2.x es muy flexible y permite la utilización de diferentes delimitadores para los diferentes campos, componentes y repeticiones. Las aplicaciones deben ponerse de acuerdo sobre los delimitadores que se

van a usar. Además, hay segmentos opcionales mientras que otros son obligatorios. El estándar permite definir segmentos de extensión específicos del lugar, como extensiones de mensajes para intercambiar datos con un sistema de citas médicas.

HL7 versión 3

La versión 3 del estándar HL7 se creó con el objetivo de proporcionar soporte para todos los flujos de datos en entornos sanitarios. Su desarrollo comenzó en 1995, resultando su publicación inicial 10 años más tarde, en 2005.

A diferencia de las versiones anteriores, la versión 3 se basa en una metodología formal y principios orientados a objetos. Una de las piedras angulares sobre las que se basó el proceso de desarrollo de HL7 v.3 fue el Modelo de Referencia de Información o RIM por sus siglas en inglés, "The Reference Information Model".

RIM expresa el contenido de los datos necesarios en un contexto clínico específico o administrativo y proporciona una representación explícita de la semántica y las conexiones léxicas que existen entre la información llevada en los campos de los mensajes HL7. El RIM es un elemento esencial según el estándar para incrementar la precisión y reducir los costes de implantación. En HL7 v.3 se define un estándar de mensajería mediante una serie de mensajes electrónicos codificados en XML (llamados *interacciones*) que, en teoría, permiten trabajar con toda clase de flujos de información sanitarios. Esto contrasta con HL7 v.2.x, donde se usa un formato especial basado en texto plano o ASCII para transmitir los mensajes, y por ello al formato de mensajes de HL7 v.3 también se le conoce como HL7-XML.

Otra parte importante de HL7 v.3 es el "Clinical Document Architecture", más conocido por sus siglas (CDA). Es un estándar basado en XML diseñado para especificar la codificación, estructura y semántica de los documentos clínicos que se intercambian entre sistemas informáticos sanitarios.

Críticas a HL7

Como se ha descrito en este apartado, el estándar HL7 es muy flexible en cuanto al contenido y formato de los mensajes. Aunque el primero no debería ser suponer un problema para implementar un sistema informático sanitario basado en HL7, en el caso del segundo, el formato (y la semántica), pueden surgir problemas de incompatibilidad entre sistemas de diferentes proveedores. Además, HL7 no tiene una metodología específica para generar mensajes y no está clara las relaciones estructurales entre los campos. Las especificaciones son bastante complejas y dependientes de la interpretación.

En relación a la versión 3 del estándar HL7, se ha criticado su complejidad y falta de versiones estables [40]. Además, su implantación en los sistemas informáticos sanitarios todavía es mucho menor que la de HL7 v.2.x.

2.5. Usabilidad

A continuación se describe brevemente el concepto de usabilidad y se explica su importancia, especialmente debido al tipo de usuarios finales para los que se ha desarrollado el software de este proyecto.

2.5.1. Orígenes y definición

El término usabilidad [41], aunque de origen latino, en el contexto de las tecnologías de la información, deriva directamente del inglés *usability*. En la acepción inglesa se refiere a la facilidad o nivel de uso, es decir, al grado en el que el diseño de un objeto o programa informático facilita o dificulta su manejo por parte de una persona. Si bien el concepto mismo de usabilidad es de reciente aplicación, desde hace mucho tiempo se maneja por criterios como facilidad de uso, amistoso con el usuario, etc.

Por ello, la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) ha intentado establecer dos definiciones de usabilidad:

ISO/IEC 9126

La usabilidad se refiere a la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso.

Esta definición hace énfasis en los atributos internos y externos del producto, los cuales contribuyen a su funcionalidad y eficiencia. La usabilidad depende no sólo del producto sino también del usuario. Por ello un producto no es en ningún caso intrínsecamente usable, sólo tendrá la capacidad de ser usado en un contexto particular y por usuarios particulares. Esta definición clasifica la calidad del software en un conjunto estructurado de características de la siguiente manera:

Funcionalidad atributos que se relacionan con la existencia de un conjunto de funciones y sus propiedades específicas. Las funciones son aquellas que satisfacen lo indicado o implica necesidades.

Fiabilidad atributos relacionados con la capacidad del software de mantener su nivel de prestación bajo condiciones establecidas durante un período de tiempo establecido.

Usabilidad atributos relacionados con el esfuerzo necesitado para el uso, y en la valoración individual de tal uso, por un establecido o implicado conjunto de usuarios.

Eficiencia atributos relacionados con la relación entre el nivel de desempeño del software y la cantidad de recursos necesitados bajo condiciones establecidas.

Mantenibilidad atributos relacionados con la facilidad de extender, modificar o corregir errores en un sistema software.

Portabilidad atributos relacionados con la capacidad de un sistema software para ser transferido desde una plataforma a otra.

ISO/IEC 9241

Usabilidad es la eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico

Es una definición centrada en el concepto de calidad en el uso, es decir, se refiere a cómo el usuario realiza tareas específicas en escenarios específicos con efectividad.

2.5.2. Importancia de la usabilidad

Al establecerse unos principios de diseño en ingeniería de software relativos a la usabilidad se ha buscado lo siguiente:

Reducción de los costes de producción los costes y tiempos de desarrollo totales pueden ser reducidos evitando el sobre diseño y reduciendo el número de cambios posteriores requeridos en el producto.

Reducción de los costes de mantenimiento y apoyo los sistemas que son fáciles de usar requieren menos entrenamiento, menos soporte para el usuario y menos mantenimiento.

Reducción de los costes de uso los sistemas que mejor se ajustan a las necesidades del usuario mejoran la productividad y la calidad de las acciones y las decisiones. Los sistemas más fáciles de utilizar reducen el esfuerzo (stress) y permiten a los trabajadores manejar una variedad más amplia de tareas. Los sistemas difíciles de usar disminuyen la salud, bienestar y motivación y pueden incrementar el absentismo. Tales sistemas suponen pérdidas en los tiempos de uso y no son explotados en su totalidad en la medida en que el usuario pierde interés en el uso de las características avanzadas del sistema, que en algunos casos podrían no utilizarse nunca.

Mejora en la calidad del producto el diseño centrado en el usuario resulta en productos de mayor calidad de uso, más competitivos en un mercado que demanda productos de fácil uso.

3.1. Entorno

En esta parte del capítulo de análisis, se van a describir tanto la arquitectura del sistema propuesto como los escenarios previstos.

3.1.1. Arquitectura

En primer lugar, se presenta la arquitectura del sistema donde se reflejan los diferentes componentes de la plataforma de Teleasistencia y Telemedicina. En la figura 3.1 se puede observar un esquema general de la arquitectura software diseñada.

Se ha dividido el sistema, según la funcionalidad de la plataforma, en 4 subsistemas diferentes. Estos subsistemas se administran en una pasarela residencial que corre sobre Linux y el software se implementa en *bundles* del *framework* OSGi:

- Subsistema Médico
- Subsistema de Datos
- Subsistema de Telemedicina
- Subsistema de Multimedia y Comunicaciones

El *Subsistema Médico* se encarga de la interconexión con los dispositivos médicos que se encuentran en el hogar y además incluye un módulo o “driver” que maneja las comunicaciones con otros sistema externos de informática médica mediante mensajes HL7. El *Subsistema de Datos* se encarga de almacenar los datos necesarios para que la plataforma funcione. Dentro de estos datos podemos distinguir los datos personales y de salud, los datos del hogar del paciente y otros tipo de datos. El *Subsistema de Telemedicina* está formado por todo los componentes que se ocupan de administrar las citas, los recordatorios médicos, la interfaz gráfica, así como el bundle principal del sistema: eHealth Bundle. El *Subsistema de Multimedia y Comunicaciones* se encarga de proporcionar el servicio de videoconferencia mediante el uso del estándar UPnP. Además, proporciona el acceso a

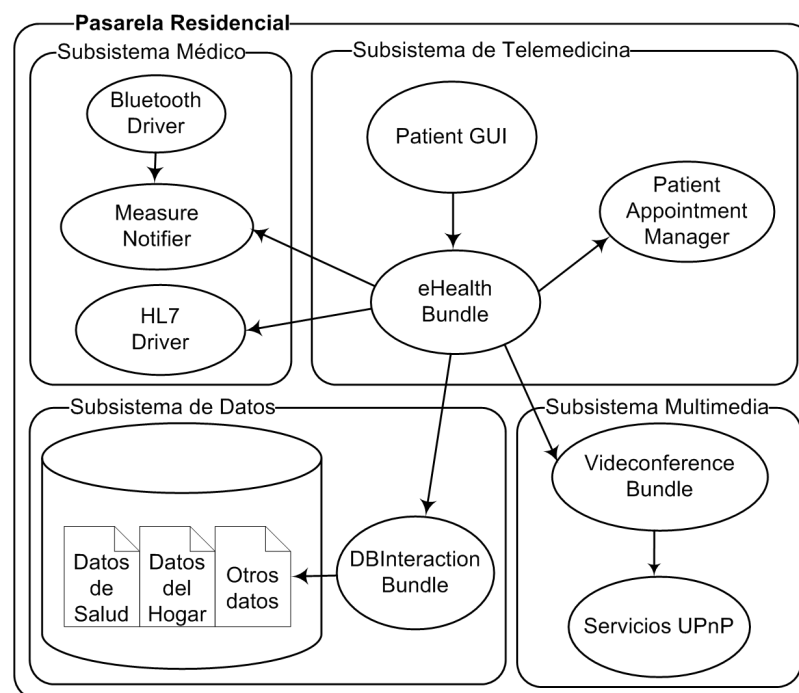


Figura 3.1: Diagrama de los principales componentes del sistema

los dispositivos multimedia, tales como una webcam o un micrófono. Una descripción del modelo de datos de cada sistema y como se relacionan cada uno de ellos se trata a continuación.

3.1.2. Escenarios

En este proyecto se ha definido fundamentalmente tres escenarios para el servicio de telemedicina y teleasistencia, según la intervención del personal sanitario o administrativo: chequeos médicos “offline”, chequeos médicos “online” y configuración del sistema.

Chequeos offline: se trata de revisiones periódicas del estado de salud del paciente que requieren uso de dispositivos médicos del hogar pero no requieren la intervención directa del personal sanitario. Ejemplos de revisiones médicas que se pueden hacer son la medición de la tensión arterial, pulso o peso.

Chequeos online: se trata de chequeos médicos donde el paciente puede estar en contacto con el personal sanitario. En este proyecto se utilizará un servicio de videoconferencia que permitirá la interacción del paciente con el personal sanitario y los familiares.

Configuración: en determinados momentos es necesario configurar el comportamiento del sistema: añadir usuarios, establecer permisos, activar dispositivos, etc.

3.2. Casos de uso

Es esta sección se describen una serie de casos de uso que van a definir el comportamiento de la aplicación. La especificación de los casos de uso del sistema proporciona los escenarios en los cuales los usuarios finales interactuarán con el sistema. Se utilizará el diagrama de casos de uso junto con la descripción de cada uno de ellos.

Para describir adecuadamente los casos de uso del sistema se van a emplear tablas con la siguiente estructura:

Tabla 3.1: Caso de uso de ejemplo

Identificador	Caso de Uso de Ejemplo
Descripción	Descripción del requisito
Actores	Roles posibles que pueden tomar los usuarios a la hora de interactuar con el sistema
Escenario	Secuencia de acciones principales (información intercambiada) en la interacción del escenario básico

Cada *Caso de Uso* tendrá asociado un identificador único que lo diferencie del resto de casos de uso. El formato del identificador es el siguiente:

$$XX - Z_{nn}$$

donde ZZ serán siempre las siglas CU porque son siempre Casos de Uso, Z distingue si el caso de uso es de administración de dispositivos D , de una cita online N u offline F y nn es el número identificador del caso de uso.

3.2.1. Administración de dispositivos

Un administrador general controla el RGW pero también pueden existir diferentes administradores para cada subsistema como un administrador específico de telemedicina, que sólo pueda configurar los dispositivos médicos. En [20] se describe una solución para separar los diferentes administradores del RGW mediante virtualización. Cada servicio ofrecido por un dispositivo es parte de una escena, es decir, un conjunto de servicios pre-establecidos por el administrador. Los usuarios no administradores (*Usuario*, a la derecha en la figura 3.2), como los familiares, amigos o el asistente o la persona dependiente directamente puede personalizar los dispositivos para adaptarlos de acuerdo a sus preferencias. Por ejemplo, un familiar de una persona dependiente puede establecer las horas en que la persiana de su habitación esté abierta para iluminar la habitación durante los chequeos periódicos de la tensión.

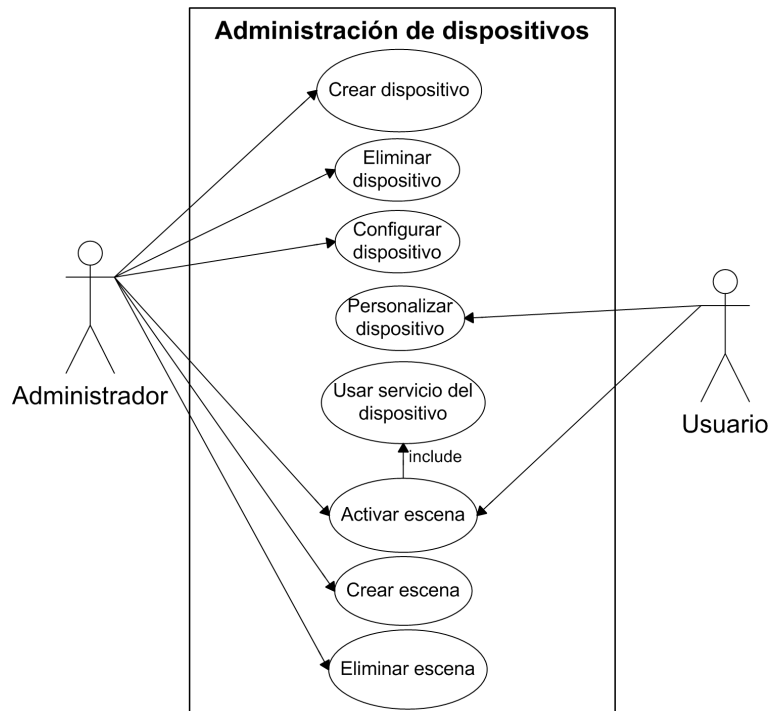


Figura 3.2: Diagrama de Caso de Uso de Administración de Dispositivos

Tabla 3.2: Caso de Uso $CU - D_{01}$: Crear dispositivo

$CU - A_{01}$	Crear dispositivo
Descripción	Da de alta un dispositivo domótico o de telemedicina en la base de datos
Actores	Administrador
Escenario	<ul style="list-style-type: none"> ■ El administrador se autentica ■ El administrador pulsa en Dispositivo-Crear Dispositivo ■ Se rellena la información necesaria en un formulario ■ Se pulsa en el botón Crear para añadir un nuevo dispositivo al sistema

Tabla 3.3: Caso de Uso $CU - D_{02}$: Borrar dispositivo

$CU - A_{02}$	Borrar dispositivo
Descripción	Da de baja un dispositivo domótico o de telemedicina de la base de datos
Actores	Administrador
Escenario	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El administrador se autentica ▪ Pulsa en Dispositivo-Borrar Dispositivo ▪ Se rellena la información necesaria en un formulario para seleccionar el dispositivo a borrar ▪ Se pulsa en el botón Borrar para dar de baja un dispositivo existente en el sistema

Tabla 3.4: Caso de Uso $CU - D_{03}$: Configurar dispositivo

$CU - A_{03}$	Configurar dispositivo
Descripción	Configura los parámetros de un dispositivo domótico o de telemedicina
Actores	Administrador
Escenario	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El administrador se autentica ▪ El administrador pulsa en Dispositivo-Configurar Dispositivo ▪ Se modifica o añade la información necesario en un formulario ▪ Se pulsa en el botón Hecho para confirmar los nuevos parámetros del dispositivo

Tabla 3.5: Caso de Uso $CU - D_{04}$: Personalizar dispositivo

$CU - A_{04}$	Personalizar dispositivo
Descripción	Configura ciertos parámetros de uso de un dispositivo domótico o de telemedicina
Actores	Usuario
Escenario	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El usuario se autentica ▪ El usuario pulsa en Ajustes-Personalizar dispositivos ▪ Se modifica los parámetros configurables del dispositivo ▪ Se pulsa en el botón Hecho para confirmar los nuevos parámetros del dispositivo

Tabla 3.6: Caso de Uso $CU - D_{05}$: Activar escena

$CU - A_{05}$	Activar una escena, es decir, una configuración predeterminada de uno o varios dispositivos normalmente con el fin de realizar una cita médica a continuación
Descripción	
Actores	Administrador y Usuario
Escenario	<ul style="list-style-type: none"> ■ El usuario se autentica ■ Pulsa sobre “Cita Online” o “Medidas” del dispositivo (caso de un usuario normal) o sobre Escena - Activar escena (caso del Administrador) ■ Se selecciona la escena automáticamente según la cita prevista.

Tabla 3.7: Caso de Uso $CU - D_{06}$: Crear escena

$CU - A_{05}$	Crear una escena en la base de datos
Descripción	
Actores	Administrador
Escenario	<ul style="list-style-type: none"> ■ El Administrador se autentica ■ Pulsa sobre Escena - Crear escena ■ Se rellena la información necesaria en un formulario y se seleccionan los dispositivos.

Tabla 3.8: Caso de Uso $CU - D_{07}$: Eliminar escena

$CU - A_{07}$	Borra una escena de la base de datos
Descripción	
Actores	Administrador
Escenario	<ul style="list-style-type: none"> ■ El Administrador se autentica ■ Pulsa sobre Escena - Eliminar una escena ■ Se pulsa en el botón Borrar para dar de baja una escena.

Tabla 3.9: Caso de Uso $CU - D_{08}$: Usar servicio del dispositivo

$CU - A_{08}$	Usa el servicio de un dispositivo
Descripción	
Actores	Administrador y Usuario
Escenario	<ul style="list-style-type: none">■ El Administrador o Usuario se autentica■ Pulsa sobre “Cita Online” o “Medidas” del dispositivo (caso de un usuario normal) o sobre Escena - Activar escena (caso del Administrador)■ Se selecciona la escena automáticamente según la cita prevista.■ Se usa el servicio de un dispositivo domótico o de telemedicina según corresponda

3.2.2. Cita médica online

Una cita médica, dentro del servicio para el paciente de asistencia a domicilio, puede ser otro caso de uso, como se muestra en el diagrama de la figura 3.3. Como el objetivo de este proyecto es integrar a los familiares en el servicio de telemedicina y teleasistencia, deben aparecer en este caso de uso.

En un ejemplo de este caso de uso, un asistente o enfermero inicia una llamada de videoconferencia con el paciente y comprueba remotamente los datos monitorizados del paciente, como su peso o su tensión arterial.

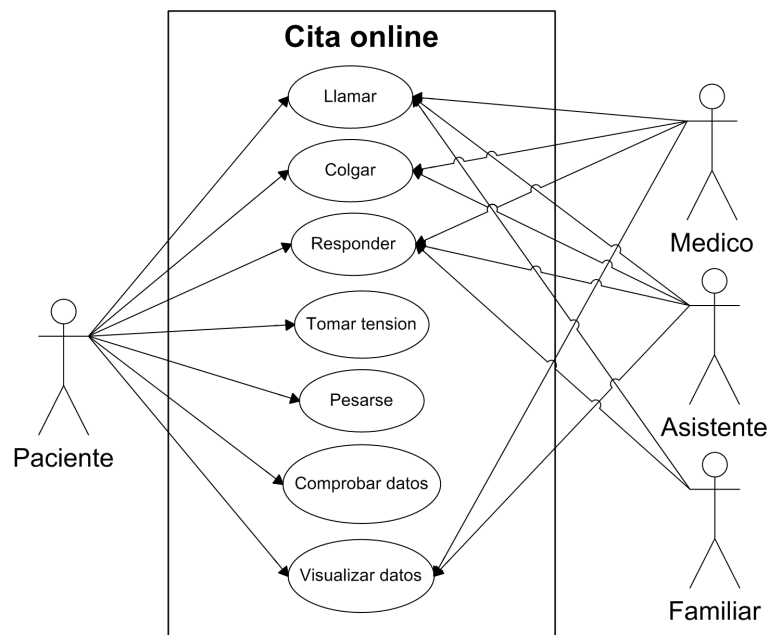


Figura 3.3: Diagrama de Caso de Uso de una Cita Online

Tabla 3.10: Caso de Uso $CU - N_{01}$: Llamar

$CU - N_{01}$	Llamar
Descripción	Llama a una persona para realizar una videoconferencia
Actores	Medico, Asistente, Familiar y Paciente
Escenario	<ul style="list-style-type: none"> ■ El usuario se autentica ■ Pulsa sobre “Cita Online” ■ Seleccionar con el ratón o pantalla táctil el usuario con el que desea contactar ■ Pulsa sobre el botón “Llamar” y se inicia la videoconferencia.

Tabla 3.11: Caso de Uso $CU - N_{02}$: Colgar

$CU - N_{02}$	Colgar
Descripción	Termina una llamada establecida
Actores	Medico, Asistente, Familiar y Paciente
Escenario	<ul style="list-style-type: none"> ■ El usuario inicia o recibe una llamada ■ Pulsa sobre el botón “Parar” y termina la videoconferencia o su establecimiento.

Tabla 3.12: Caso de Uso $CU - N_{03}$: Responder

$CU - N_{03}$	Responder
Descripción	Responde a una llamada entrante
Actores	Medico, Asistente, Familiar y Paciente
Escenario	<ul style="list-style-type: none"> ■ El usuario se autentica ■ Pulsa sobre “Cita Online” ■ Un mensaje de llamada entrante advierte al usuario ■ El usuario pulsa en el botón de “Responder”.

Tabla 3.13: Caso de Uso $CU - N_{04}$: Tomar tensión

$CU - N_{04}$	Responder
Descripción	El paciente se toma la tensión arterial
Actores	Paciente
Escenario	<ul style="list-style-type: none"> ■ El usuario se autentica ■ Pulsa sobre “Cita Online” ■ El usuario pulsa sobre “Tomar medidas”. ■ El usuario recibe instrucciones de cómo tomarse la tensión arterial. ■ El usuario se toma la tensión con el monitor de presión sanguínea.

Tabla 3.14: Caso de Uso $CU - N_{05}$: Pesarse

$CU - N_{05}$	Pesarse
Descripción	El paciente se pesa en una báscula
Actores	Paciente
Escenario	<ul style="list-style-type: none"> ■ El usuario se autentica ■ Pulsa sobre “Cita Online” ■ El usuario pulsa sobre “Tomar medidas”. ■ El usuario recibe instrucciones de cómo pesarse. ■ El usuario se pesa en la báscula electrónica.

Tabla 3.15: Caso de Uso $CU - N_{06}$: Comprobar datos

$CU - N_{06}$	Comprobar datos
Descripción	El paciente comprueba que el RGW ha recibido correctamente los datos monitorizados
Actores	Paciente
Escenario	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El usuario se autentica ▪ Pulsa sobre “Cita Online” ▪ El usuario pulsa sobre “Tomar medidas” ▪ El usuario recibe instrucciones de cómo pesarse ▪ El usuario se pesa o se toma la tensión ▪ Una señal se activa cuando el RGW ha recibido los datos de los dispositivos médicos.

Tabla 3.16: Caso de Uso $CU - N_{07}$: Visualizar datos

$CU - N_{07}$	Visualizar datos
Descripción	El usuario observa los datos monitorizados
Actores	Paciente, Médico y Asistente
Escenario	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El usuario se autentica ▪ Pulsa sobre “Cita Online” ▪ El usuario pulsa sobre “Tomar medidas” ▪ El usuario recibe instrucciones de cómo pesarse ▪ El usuario se pesa o se toma la tensión ▪ Una señal se activa cuando el RGW ha recibido los datos de los dispositivos médicos. ▪ Se muestran los datos monitorizados en la pantalla.

3.2.3. Cita médica offline

En el caso de la cita médica offline, el paciente inicia la sesión sin intención de establecer contacto con el médico. El paciente se toma la tensión o se pesa y los datos se envía al servidor automáticamente, para una posterior revisión del personal sanitario. Por tanto, el Caso de Uso es una versión resumida de la Cita Online, como se observa en la figura 3.4.

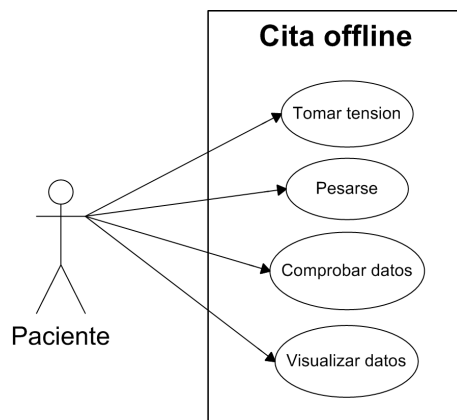


Figura 3.4: Diagrama de Caso de Uso de una Cita Offline

Tabla 3.17: Caso de Uso $CU - F_{01}$: Tomar tensión

$CU - F_{01}$	Responder
Descripción	El paciente se toma la tensión arterial
Actores	Paciente
Escenario	<ul style="list-style-type: none"> ■ El usuario se autentica ■ Pulsa sobre “Cita Offline” ■ El usuario pulsa sobre “Tomar medidas”. ■ El usuario recibe instrucciones de cómo tomarse la tensión arterial. ■ El usuario se toma la tensión con el monitor de presión sanguínea.

Tabla 3.18: Caso de Uso $CU - F_{02}$: Pesarse

$CU - F_{02}$	Pesarse
Descripción	El paciente se pesa en una báscula
Actores	Paciente
Escenario	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El usuario se autentica ▪ Pulsa sobre “Cita Offline” ▪ El usuario pulsa sobre “Tomar medidas”. ▪ El usuario recibe instrucciones de cómo pesarse. ▪ El usuario se pesa en la báscula electrónica.

Tabla 3.19: Caso de Uso $CU - F_{03}$: Comprobar datos

$CU - F_{03}$	Comprobar datos
Descripción	El paciente comprueba que el RGW ha recibido correctamente los datos monitorizados
Actores	Paciente
Escenario	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El usuario se autentica ▪ Pulsa sobre “Cita Offline” ▪ El usuario pulsa sobre “Tomar medidas” ▪ El usuario recibe instrucciones de cómo pesarse ▪ El usuario se pesa o se toma la tensión ▪ Una señal se activa cuando el RGW ha recibido los datos de los dispositivos médicos.

Tabla 3.20: Caso de Uso $CU - F_{04}$: Visualizar datos

$CU - F_{04}$	Visualizar datos
Descripción	El usuario observa los datos monitorizados
Actores	Paciente
Escenario	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El usuario se autentica ▪ Pulsa sobre “Cita Offline” ▪ El usuario pulsa sobre “Tomar medidas” ▪ El usuario recibe instrucciones de cómo pesarse ▪ El usuario se pesa o se toma la tensión ▪ Una señal se activa cuando el RGW ha recibido los datos de los dispositivos médicos. ▪ Se muestran los datos monitorizados en la pantalla.

3.3. Diagrama de clases

A continuación se realiza un pequeño resumen del diagrama de clases propuesto para el sistema, que incorpora los diferentes ámbitos donde se requiere gestionar los datos del paciente y el equipamiento que le proporciona servicio.

3.3.1. Diagrama de clases de la plataforma

En la figura 3.5 se representa una esquema general del diagrama de clases de la plataforma de servicios integrados, donde aparecen los diferentes subsistemas. Se utiliza el Lenguaje Unificado de Modelado o UML (Unified Modeling Language)

Gestión de usuarios

La gestión de usuarios es un elemento fundamental en la arquitectura de la plataforma porque trata aspectos tan relevantes como la identificación personal, los permisos de acceso a la información y a los dispositivos o los tipos de usuarios.

User (Usuario): en esta clase se almacenarán los datos básicos de todos los usuarios, independientemente de su tipo o rol. Los atributos “name”, “surname” y “motherMaidensName” almacenan el nombre y apellidos del usuario y tienen correspondencia con campos del segmento de identificación del paciente (PID) de HL7. Además, se requiere que cada usuario mantenga un identificador (“identifier”) y una contraseña de acceso (“password”) para mantener una sistema de autenticación de usuarios. Por último, se almacena en “lastAccess” la fecha y hora del último acceso del usuario al sistema. Los usuarios se indexan mediante el campo “identifier”.

Role (Rol): los roles definen una serie de permisos que tiene un usuario para acceder a los datos y a los dispositivos. De esta manera se separa la descripción de los tipos de usuarios de la definición de sus privilegios. Un usuario puede asumir varios roles simultáneamente de tal forma que cada rol cubra una serie de necesidades, lo que permite una asignación flexible de permisos. Los dispositivos (“Device”) podrán o no estar disponibles según el tipo de roles que posea el usuario.

Administrator (Administrador): tal y como se definió en la fase de requisitos del sistema, el administrador se encargará de dar de alta y de baja a los usuarios, modificar sus datos y gestionar los registros del sistema. Esta clase hereda de “User” y define una serie de roles por defecto con acceso total al sistema.

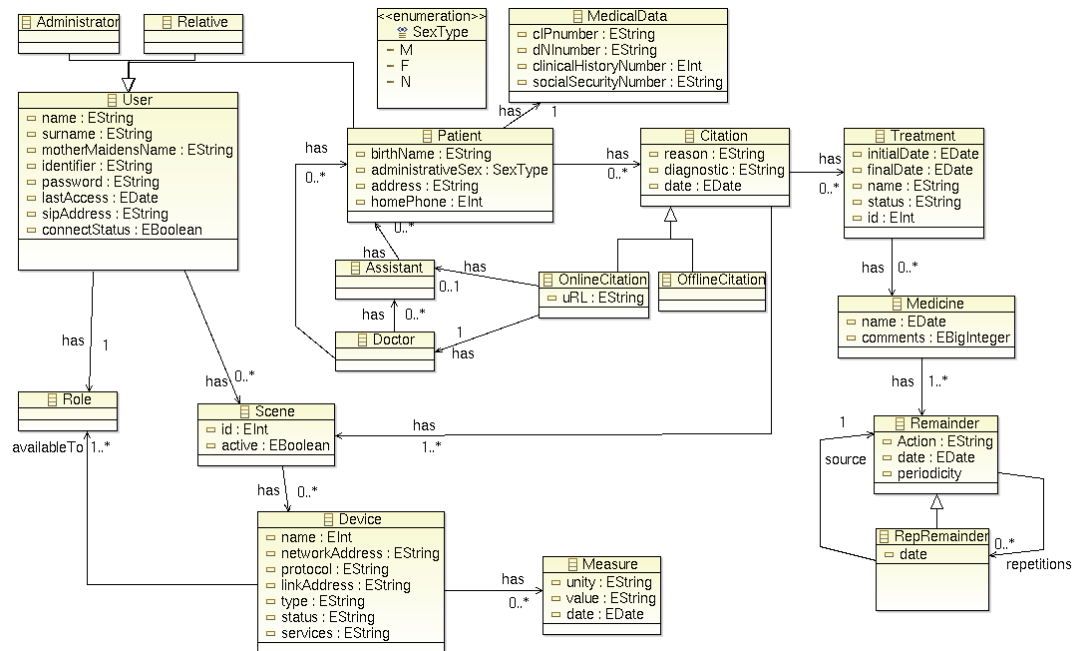


Figura 3.5: Diagrama de clases de la plataforma

Doctor (Médico): el médico tendrá acceso a la información médica de los pacientes a su cargo y trabajará con enfermeros y asistentes (“Assistant”). Hereda de “User” y define una serie de roles por defecto que permitan al médico acceder a los datos necesarios para realizar su labor.

Assistant (Asistente): en esta clase se pueden incluir a los enfermeros y asistentes que atienden al paciente, tanto remotamente como a domicilio. Tendrán un médico responsable asignado. Hereda de “User” y define una serie de roles por defecto que permitan al personal sanitario-asistencial acceder a los datos necesarios para realizar su trabajo.

Patient (Paciente): será necesario guardar una serie de atributos específicos para los usuarios de la clase “Patient”, como su fecha de nacimiento (“birthday”), para conocer su edad, su domicilio (“address”), número de teléfono (“homePhone”), aviso de recordatorios (“remainder”) y toda su información médica (clase “Medical Data” y demás clases relacionadas). El campo “administrativeSex” almacena el sexo de la persona siguiendo también el estándar HL7.

Subsistema de Telemedicina

Los datos de telemedicina se han modelado, además de las clases referentes a usuarios, en las siguientes clases:

MedicalData (DatosMedicos): los datos de identificación del sistema de salud se guardan en esta clase, siguiendo el campo PID-3 Patient Identifier List del estándar HL7:

- *cIPNumber*: código de identificación personal, que opcionalmente podría subdividirse a su vez en autonómico, nacional o europeo.
- *dNINumber*: número del Documento Nacional de Identidad.
- *clinicalHistorialNumber*: número de historia clínica.
- *socialSecurityNumber*: número de Seguridad Social.

Visit (Visita): los datos de las visitas médicas del paciente se almacenaran en esta clase, anotando información como:

- *date*: fecha y hora de la visita
- *reason*: causa de la visita
- *diagnostic*: diagnóstico de la visita
- *id*: identificador interno de la plataforma para indexar las visitas

Treatment (Tratamiento): cada visita podrá tener asociada tratamientos para el paciente. Los datos relevantes de esta clase serán:

- *initialDate*: fecha de inicio del tratamiento
- *finishDate*: fecha final del tratamiento
- *name*: nombre descriptivo del tratamiento a seguir
- *status*: estado del tratamiento (no empezado, en proceso, terminado...)
- *id*: identificador interno de la plataforma para indexar los tratamientos

Medicine (Medicina): cada tratamiento puede contener una lista de medicinas que debe tomar el paciente. Los atributos de esta clase son:

- *name*: nombre del medicamento
- *frecuency*: frecuencia con la que se debe tomar el medicamento. Por ejemplo, una dosis diaria, cada 8 horas, etc.
- *comments*: comentarios importantes que debe tener el paciente a la hora de tomar la medicina.

Subsistema Multimedia y Comunicaciones

System (Sistema): dentro de esta clase se pueden guardar una serie de campos útiles para realizar la comunicación de teleasistencia/telemedicina con garantías de calidad.

- *uploadBandwith*: indica el ancho de banda en kbps del enlace de subida de la conexión donde se encuentra la pasarela
- *downloadBandwith*: indica el ancho de banda en kbps del enlace de bajada de la conexión donde se encuentra la pasarela

MultimediaData (Datos Multimedia): para cada usuario del sistema, la clase “MultimediaData” almacena los parámetros relevantes para realizar la comunicación multimedia (audio, vídeo, datos médicos, etc.) mediante el protocolo SIP (Session Initiation Protocol) entre el usuario y su entorno.

- *sipAddress*: dirección SIP del usuario (URI: Uniform Resource Identifier)
- *status*: estado de la conexión SIP del usuario (online, busy, disconnected, etc.)

Device (Dispositivo): todos los parámetros requeridos para la gestión de los dispositivos (domóticos, multimedia o de telemedicina) se modelan mediante la clase “Device” (Dispositivo). Cada pasarela residencial mantendrá una lista de los dispositivos disponibles en la clase “System”.

- *name*: nombre descriptivo del dispositivo
- *networkAddress*: dirección IP del dispositivo si la posee.
- *protocol*: protocolo de nivel de enlace que utiliza (LONworks, Bluetooth, etc).
- *linkAddress*: dirección del nivel de enlace si fuera necesaria.
- *type*: tipo de dispositivo: sensor, actuador, conmutador, pasarela, etc.
- *status*: estado del dispositivo: apagado, stand-by, online, etc.
- *services*: servicios que ofrece el dispositivo.

Scene (“Escena”): el usuario podrá configurar una serie de escenas “Scene” que permite ajustar el comportamiento de los dispositivos a las necesidades del usuario. Por tanto, las escenas se guardan en dos contextos. Por un lado, el sistema puede tener activas, una o varias escenas (al menos una por defecto) y por otro lado, cada usuario podrá tener ninguna o alguna/s escenas configuradas, que podrán estar en activadas o no a su elección.

- *sipAddress*: dirección SIP del usuario (URI: Uniform Resource Identifier)
- *status*: estado de la conexión SIP del usuario (online, busy, disconnected, etc.)

4.1. Introducción

A continuación se describe el diseño del sistema de telemedicina y teleasistencia que permite la interacción entre el personal sanitario y el paciente en las citas médicas con integración automática de los dispositivos médicos. El *middleware*, o plataforma software, para desplegar estos servicios en el RGW se implementan en una plataforma de servicios basada en OSGi. El servidor del proveedor de servicios de telemedicina, de aquí en adelante el servidor de eHealth, también corre la plataforma OSGi. En este capítulo se detallan cómo se ha diseñado el funcionamiento de estos servicios en la plataforma de telemedicina. Se explica también el protocolo de comunicación diseñado entre el RGW y el servidor de eHealth, así como un diagrama de secuencias que muestra los mensajes intercambiados. A continuación, se describe el diseño del subsistema de medida y para finalizar se repasa el diseño el servicio de videoconferencia.

4.2. Servicio de citas médicas

Tal y como se ha descrito en el apartado de escenarios, en este proyecto se han definido dos tipos de citas: *offline* y *online*. Una cita offline se trata de un chequeo médico periódico. Esto asume que el paciente realiza una sesión diaria o semanal de monitorización de su estado de salud en la que interactúa con el equipamiento médico en casa, como pudiera ser medidor de tensión arterial, un oxímetro o una báscula. El chequeo normalmente se planifica por el doctor a través de una aplicación conectada al servidor de eHealth y la planificación se envía al RGW usando el protocolo HL7, como se detalla más adelante.

El paciente realiza su chequeo médico (ver figura 4.1(a)) siguiendo las instrucciones. La presión sanguínea sistólica, la presión sanguínea diastólica y la frecuencia cardíaca se miden en una única operación. La Presión Arterial Media (*Mean Arterial Pressure* o MAP) se calcula y se envía junto al resto

de los datos al RGW, tal y como se describe en la sección del subsistema de medida. Estos datos de salud son generalmente relevantes para realizar una monitorización de la salud de pacientes de edad avanzada o personas dependientes. Un ejemplo de la ventana de la interfaz del paciente con los resultados de una medición se muestran en la figura 4.1(b).

Después de la adquisición de los datos, el driver de HL7 construye el mensaje HL7 correspondiente y envía los datos al servidor para una posterior consulta por parte del personal sanitario. Además, el RGW almacena los datos en una base de datos interna como referencia para paciente y como sistema de copia de seguridad si el servidor de eHealth no estuviera disponible.

El servicio de telemedicina cuenta también con citas médicas online. En este caso, el paciente habla con el personal sanitario o sus familiares a través de un sistema de audio-vídeo conferencia. Durante la sesión, el paciente se toma sus medidas y el RGW envía los datos al servidor de eHealth para que el médico o enfermero pueda analizar los datos clínicos del paciente en ese momento.

4.2.1. Protocolo de comunicación de datos médicos

La interoperabilidad con sistemas externos es uno de los objetivos del proyecto, de ahí que se haya elegido el formato HL7 v.2 por ser uno de los estándares de informática médica más extendido para el intercambio de información clínica en formato digital, en una búsqueda por conseguir la comunicación con el mayor número de servidores de Historia Clínica Electrónica. Esto permite el uso de esta plataforma con muchos proveedores implicados en el servicio de telemedicina. El diseño propuesto sigue la experiencia de interoperabilidad para móviles descrita en la solución MOTOHEALTH [42]. La funcionalidad principal se implementó en el PFC [43] mientras que en este proyecto se han añadido los subsistemas multimedia y de recogida de datos médicos así como la arquitectura del sistema.

A continuación se va a describir el intercambio de mensajes durante una cita médica. Primero de todo es necesario añadir a un nuevo usuario en el servidor de eHealth, si no existe en la plataforma de telemedicina. Por razones de seguridad, solo el administrador del servidor de eHealth tiene permitido ejecutar este paso. Un ejemplo de diagrama de secuencia de una cita médica online se muestra en la 4.2. Los datos de EHR se agregan en un formulario mediante el *Doctor GUI* (interfaz gráfica del médico) y se guardan en una base de datos del servidor de eHealth. Esto permite dar de alta a un usuario desde bases de datos ya existentes.

El primer paso es enviar un mensaje HL7 de tipo ADT-A05 (preadmisión de un paciente) al RGW. Este mensaje evita la introducción manual de los datos del paciente en el RGW. Después, se envía un mensaje SRM-SO1 (*Schedule Request Message* o Mensaje de Petición de Hora). Si le viene bien al paciente, se envía un mensaje SRR-S01 (*Schedule Request Response for*

an Appointment Request o Respuesta a la Petición de Hora de una solicitud de Cita) al servidor de eHealth.

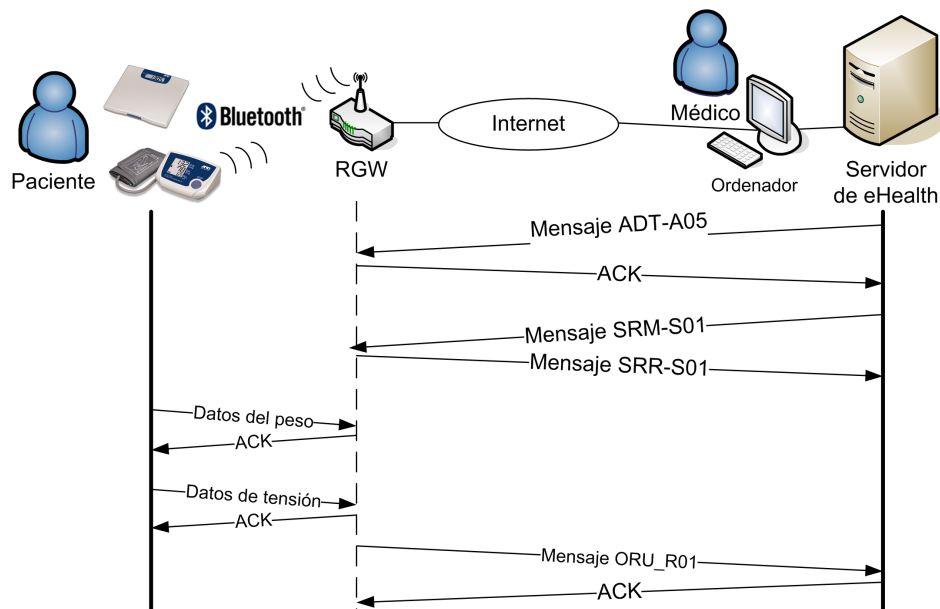


Figura 4.2: Ejemplo de diagrama de secuencias de una cita online

Cuando un paciente está listo, se toma sus constantes vitales o realiza las mediciones de su peso, tensión arterial, etc. y la información se envía mediante Bluetooth al RGW como se describe en el apartado del Subsistema de medida. Los resultados se procesan por el Driver de HL7 y se envían al servidor de eHealth en los correspondientes segmentos OBX (resultado de la observación) dentro de un mensaje HL7 de tipo ORU-RO1 (*Unsolicited Transmission of an Observation* o Transmisión No solicitada de una observación).

4.2.2. Subsistema de medida

El subsistema de medida es el encargado de obtener los datos de salud a través de dispositivos inalámbricos de medida, procesar la información y entregar los datos formateados al subsistema de telemedicina de la plataforma del RGW. Está compuesto de tres bundles: un notificador de medidas o *Measure Notifier*, un driver de Bluetooth y un driver para las comunicaciones HL7. En este PFC se han implementado los dos primeros. En el capítulo de *Implementación* se explica con más detalle esta composición. El notificador de medidas está diseñado para recibir datos de diferentes bundles de dispositivos, mediante el método de su servicio `notifyMeasure()`. A su vez, el notificador de medidas ofrece un servicio `listeners` para comunicar al subsistema de Telemedicina la llegada de datos nuevos. Los `listeners` permiten una comunicación asíncrona de datos entre los bundles del sistema.

El sistema se ha diseñado para utilizar una báscula electrónica y un medidor de tensión arterial que se comunican por Bluetooth con el RGW. Estos dispositivos siguen, por desgracia, un protocolo propietario. Se han hecho algunos esfuerzos por proporcionar implementaciones libres de la pila para el protocolo ISO/IEEE 11073 (también conocido simplemente como x73) y el *Bluetooth Health Device Profile (HDP)* [44], pero los dispositivos compatibles con dicho estándar están tardando en salir al mercado. Sin embargo, el ISO/IEEE 11073 se ajusta bien a nuestro objetivo de interoperabilidad porque proporciona un estándar para codificar los resultados de las observaciones. En la figura 4.3 se muestra un pequeño diagrama del funcionamiento del subsistema de medida y como se incluyen las medidas dentro de mensajes HL7.

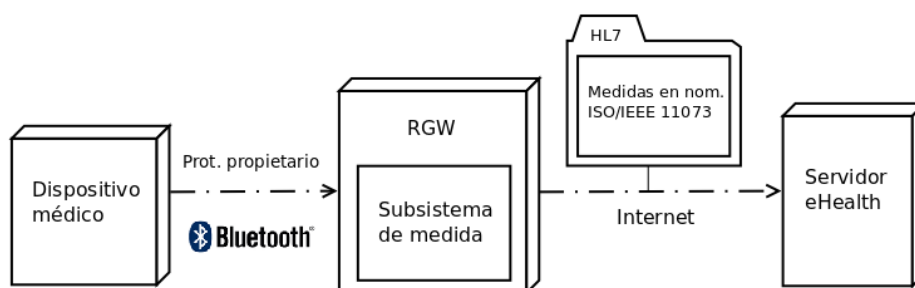


Figura 4.3: Diagrama de funcionamiento del subsistema de medida

En el caso del medidor de tensión arterial, se envían por Bluetooth al RGW los datos de presión sanguínea sistólica (P_s) y presión sanguínea diastólica (P_d). Para calcular la MAP [45] se emplea la fórmula 4.1.

$$MAP = P_d + \frac{1}{3}(P_s - P_d) \quad (4.1)$$

Sistema de codificación de unidades

Los valores y unidades de las observaciones se codifican siguiendo el estándar de la Nomenclatura ISO/IEEE 11073 [46]. La tabla 4.1 muestra el formato de codificación propuesto en este proyecto. Dicho formato se utiliza para formar los segmentos OBX que contienen las observaciones en los mensajes HL7 enviados al servidor de eHealth. Las medidas de presión arterial (MAP, Sístole y Diástole) se miden en milímetros de mercurio (mmHg), el pulso arterial en pulsaciones por minuto (ppm) y el peso en kilogramos (kg).

Medida	Nomenclatura x73	Unidades	Unidades en x73
MAP	MDC_PRESS_BLD_ART_MEAN	mmHg	MDC_DIM_MMHG
Sístole	MDC_PRESS_CUFF_SYS	mmHg	MDC_DIM_MMHG
Diástole	MDC_PRESS_CUFF_DIA	mmHg	MDC_DIM_MMHG
Pulso	MDC_PULS_RATE_NON_INV	ppm	MDC_DIM_MMHG
Peso	MDC_MASS_BODY_ACTUAL	kg	MDC_DIM_X_G

Tabla 4.1: Formato de la codificación del informe de observaciones



(a) Instrucciones para el paciente



(b) Resultados de las mediciones

Figura 4.1: Capturas de pantalla de la interfaz gráfica del paciente durante una cita *offline*

4.3. Servicio de videoconferencia

En este proyecto se presenta un modelo de sistema de videoconferencia para ofrecer servicios de telemedicina y teleasistencia en una pasarela residencial que funciona sobre la plataforma OSGi. La funcionalidad de llamadas de audio/vídeo, incluida en los servicios multimedia soportados por el RGW, está basada en el estándar UPnP AV porque proporciona un marco de trabajo flexible y modular que permite comunicaciones multimedia bajo un estándar bien conocido.

El sistema de videoconferencia permite la comunicación audiovisual entre el paciente o persona dependiente y su médico o demás personal socio-sanitario, así como con sus familiares durante el uso del servicio de teleasistencia y telemedicina. La funcionalidad de videoconferencia en el hogar del paciente requiere una infraestructura de dispositivos multimedia administrada por el RGW. El estándar UPnP presenta una serie de ventajas, como se ha visto en la revisión del estado del arte, que lo hacen adecuado para implementar un servicio de videoconferencia.

Otras propuestas se basan en SIP e IMS, como [47], pero parecen soluciones complejas y demasiado pesadas para dispositivos de bajo coste.

4.3.1. Subsistema de Multimedia y Comunicaciones

El servicio de videoconferencia se ofrece gracias al bundle **Videoconferencia** de la plataforma. Este bundle ofrece sus servicios al *eHealth Bundle* para ofrecer el servicio de videoconferencia. A su vez, importa los servicios que ofrecen tanto el subsistema de UPnP AV y el subsistema de comunicaciones SIP, que serán descritos más adelante. En la figura 5.1 puede verse la integración de estos componentes en la plataforma desarrollada.

La infraestructura multimedia que maneja la plataforma debe ser suficientemente flexible como para permitir que se puedan conectar multitud de dispositivos multimedia actualmente en el mercado, manteniendo una baja complejidad para implementar la plataforma en dispositivos embebidos o de bajo coste. Los dispositivos multimedia usados en el servicio de teleasistencia constan de una televisión o monitor LCD, conectado a la pasarela residencial además de una cámara o *webcam* con un micrófono incorporado.

Videoconferencia basada en el estándar UPnP

La implementación del servicio de videoconferencia está basada en el software realizado por el grupo de investigación ENTI ¹ en el proyecto de investigación europeo Caring Cars ².

Existen varios *frameworks* UPnP disponibles como software libre. Se han escogido las librerías CyberLink for Java [48] debido a que están escritas en Java y eso permite una fácil integración con el framework con OSGi, además

¹<http://www.entl.it.uc3m.es>

²<http://www.tid.es/netvehicles/caringcars/portal/home.htm>

de que tienen una buena compatibilidad con otras implementaciones UPnP. Este framework proporciona funcionalidades básicas UPnP para descubrimiento de servicios, eventos, control y presencia.

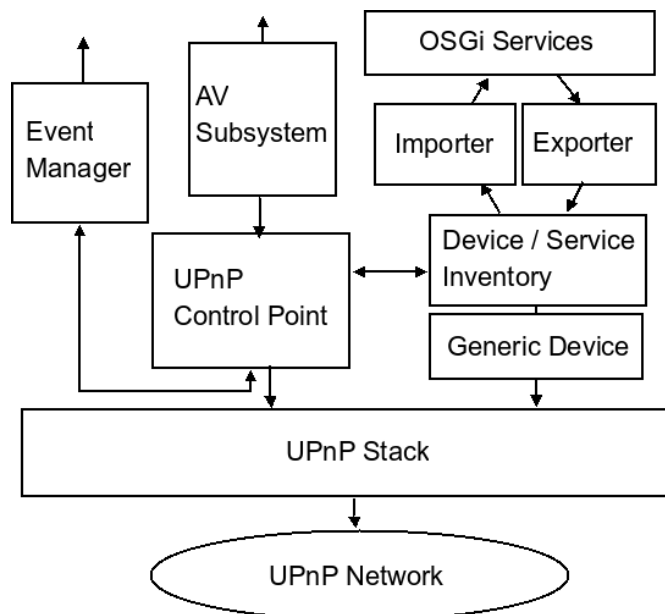


Figura 4.4: Diseño del subsistema Multimedia y Comunicaciones basado UPnP

En la figura 4.4 se muestra el diseño interno del subsistema de UPnP de Audio-Vídeo que se compone de los siguientes elementos:

Subsistema AV: un conjunto de módulos que establece la comunicación de Audio Vídeo de acuerdo a la especificación UPnP AV.

UPnP Control Point: un Control Point de UPnP genérico.

Event Manager: un módulo que se maneja los eventos que provienen de dispositivos en el hogar.

Device/Service Inventory: un repositorio de servicios que el Control Point de UPnP que se pueden añadir o eliminar.

Importer: un módulo que importa servicios UPnP y exporta servicios OSGi.

Exporter: un módulo que importa servicios OSGi y exporta servicios UPnP.

Generic Device: elemento que reúne y publica la funcionalidad de la plataforma como servicios UPnP.

Subsistema de multimedia diseñado

En este proyecto se propone un sistema basado en estándares de redes multimedia e Internet bien conocidos como UPnP, HTTP (HyperText Transfer Protocol), MPEG-2 y SIP (Session Initiation Protocol). Este último protocolo permite que los dispositivos remotos se puedan conectar al RGW en entornos dinámicos como las redes de acceso doméstico donde la dirección IP se obtiene dinámicamente por DHCP y el estado del enlace puede variar.

La arquitectura del subsistema de videoconferencia basado en UPnP AV se representa en la figura 4.5.

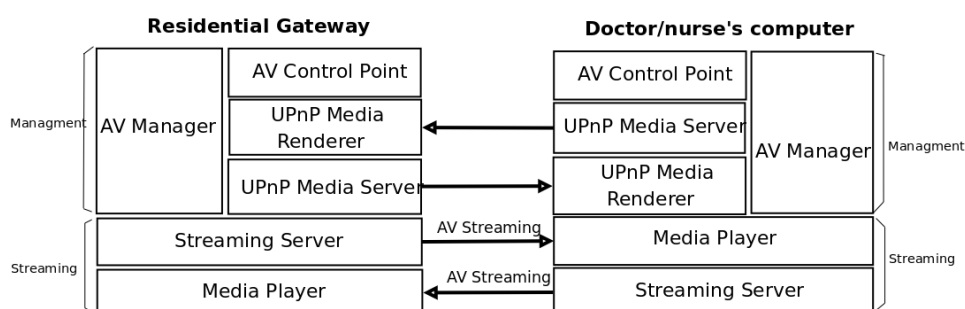


Figura 4.5: Arquitectura del subsistema de multimedia diseñado

Los tres elementos de la conexión UPnP AV (AV Control Point, UPnP Media Renderer y UPnP Media Server) se administran por el AV Manager. Este ofrece una API externa (AV Manager Interface) formada por funciones de alto nivel que manejan la transmisión del contenido audiovisual entre el RGW del paciente y el resto de pasarelas u ordenadores. Por ejemplo, una funcionalidad puede ser listar las webcams registradas por el Media Server en el hogar del paciente o empezar una videollamada.

El subsistema de videoconferencia se ha diseñado como una arquitectura simétrica, de forma que el RGW y el ordenador del personal sanitario corren los mismos módulos. El flujo de audio-vídeo que proporciona la webcam se codifica en formato MPEG-2, formalmente conocido como ISO/IEC 13818-1 [49], y se transmite en ambos sentidos en una sesión HTTP después de una negociación mediante UPnP.

A continuación se van a describe los principales bundles del subsistema multimedia implementado:

UPnP Media Server: implementa un Media Server con capacidades UPnP, para registrar y servir contenido de audio-vídeo previamente grabado o un *streaming* en tiempo real ofrecido por una webcam o una cámara IP, por ejemplo.

UPnP Media Renderer: implementa un Media Render con capacidades UPnP. Se ocupa de recibir el flujo audiovisual y proporciona la dirección URL para conectar el flujo audiovisual.

AV Control Point: implementa un cliente UPnP. Este módulo actúa como un punto de control entre los dispositivos multimedia que se ocupan de la transmisión de contenido audiovisual. Sus tareas son principalmente registrar los servidores UPnP y renderers, configurar el streaming audiovisual saliente entre el Media Server del ordenador del personal sanitario y el Media Render del RGW del paciente o configurar el streaming audiovisual entrante entre el Media Render del personal sanitario y el Media Server del RGW del paciente.

AV Manager: este bundle ofrece una interfaz para negociar la transmisión de contenido audiovisual en un sentido. Además, permite la administración de contenido multimedia porque usa los servicios ofrecidos por los bundles descritos anteriormente.

WebCam Streaming Server: este bundle se encarga de activar la cámara web y ponerla a servir en una determinada URL. Utiliza para ello las librerías Java de VLC ³.

VLCPlayer (Media Player): este bundle implementa un Media Player que reproduce el contenido multimedia de una videollamada que se ha negociado previamente por el Media Render de UPnP y lo muestra en pantalla. Para reproducir el streaming externo, se pasa la URL como parámetro del AV Manager.

4.3.2. Subsistema de comunicaciones SIP

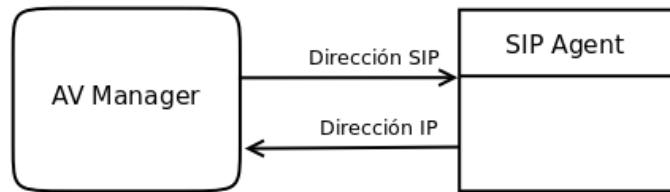
La interconexión entre los dispositivos multimedia de la pasarela residencial del paciente y el resto de pasarelas requiere que todos conozcan la dirección IP pública del router o RGW al que se encuentran conectados los dispositivos de cada red local. En un entorno con IPv6 implantado en todas las redes quizás SIP no sea necesario para desplegar redes UPnP [50] pero mientras tanto es una solución válida asociar una dirección SIP a una dirección IP, de forma dinámica. Dicha dirección SIP es conocida por todos los usuarios que quieran realizar una comunicación con la otra persona gracias al servicio de Agenda.

El subsistema de comunicaciones se compone del bundle *SIP Agent* y el bundle *Agenda SIP*. El *SIP Agent* o agente SIP se encarga principalmente de proporcionar una dirección IP a partir de una dirección SIP dada. Para ello, pregunta al Proxy SIP que se haya configurado, la dirección IP registrada por determinada dirección SIP de la forma `usuario1@dominio.com`. Esa dirección se usa por el subsistema de UPnP AV para que el Control Point pueda descubrir los dispositivos que se sitúan en la red local detrás de la otra pasarela y se pueda realizar la transmisión del contenido audiovisual entre ambas redes.

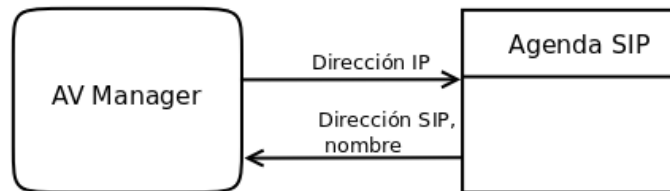
³http://wiki.videolan.org/Java_bindings

Como el agente SIP no es capaz de hacer resolución inversa de direcciones SIP, esto es, proporcionar una dirección SIP a partir de una dirección IP, este bundle se encarga de llevar una correspondencia entre ambas direcciones mediante una tabla en la base de datos. Además, añade el nombre de la persona asociada a la dirección SIP. Esto resulta muy útil para que el paciente pueda identificar fácilmente quién le llama, ya que una dirección SIP puede ser muy críptica. Con todos los contactos almacenados se puede formar una *agenda del paciente*, que se muestra en pantalla durante la sesión de una cita online, para que el paciente se pueda poner en contacto con el personal sanitario o sus familiares. También se muestra el nombre de la persona que llama cuando se recibe una llamada durante una cita online.

En la figura 4.6 se puede observar un esquema de la comunicación entre los bundles SIP y el AV Manager del subsistema multimedia.



(a) Petición del AV Manager al realizar una llamada



(b) Petición del AV Manager al recibir una llamada

Figura 4.6: Esquema de la comunicación entre el subsistema SIP y el AV Manager

Implementación del Sistema

En este capítulo se detallan aquellos detalles de la implementación realizar que merece la pena destacar. En concreto, se explica la implementación de los subsistemas de Medida y de Multimedia y Comunicaciones así como otros aspectos destacables de la implementación sobre OSGi y la configuración de la base de datos.

5.1. Subsistema de Medida

El notificador de medidas se ha implementado para recibir datos de bundles de dispositivos usando la funcionalidad de la interfaz *ServiceListener* del framework OSGi. Por tanto, el notificador de medidas evita una espera activa y proporciona una interfaz para obtener los datos de diferentes tipos de dispositivos. El notificador de medidas ofrece un servicio para comunicar al subsistema de telemedicina la llegada de datos nuevos.

Para simular las medidas de salud del paciente en el laboratorio, se van a usar un medidor de presión sanguínea, que mide la presión sanguínea y la frecuencia cardíaca; y la báscula electrónica A&D UC-321PBT. Este equipamiento médico del paciente incluye un transceptor Bluetooth para enviar los datos al RGW.

En la figura 5.1 se muestran los principales bundles del sistema completo y sus librerías asociadas.

5.1.1. Implementación del servicio de notificación de medidas

Se ha diseñado una interfaz *MeasureReceivedListener* dentro del bundle *MeasureNotifier* para que todos los bundles que requieran recibir la notificación de que se ha recibido un dato puedan hacerlo. Esta funcionalidad permite la ampliación del sistema porque resulta sencillo ampliar la interfaz para incluir nuevos tipos de datos. Por ahora se han definido los avisos de

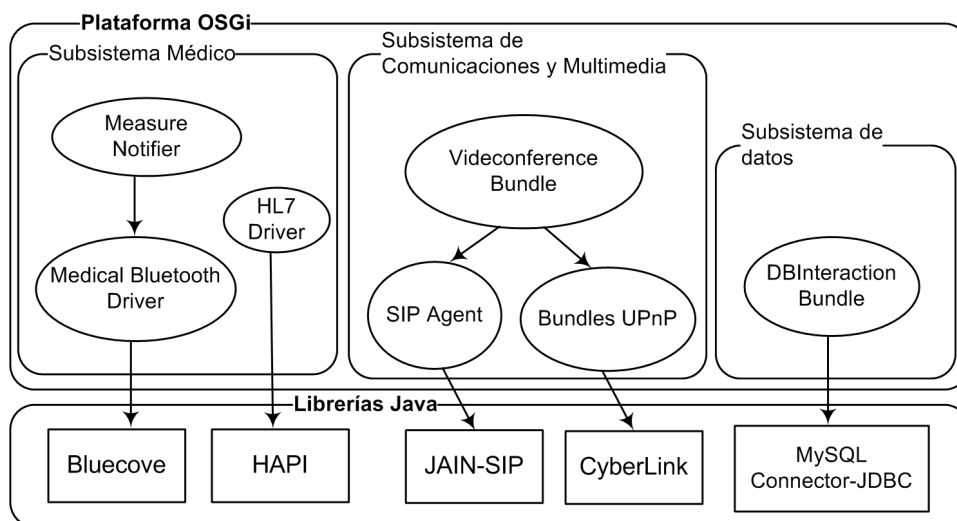


Figura 5.1: Esquema de los principales bundles del sistema y sus librerías asociadas

llegada de datos sobre el peso y presión sanguínea, pero sería posible añadir notificaciones para detección de caídas o presencia de una persona. El bundle *MeasureNotifier* lleva un registro interno de todos los bundles que desean recibir las notificaciones. Para ello, el bundle receptor de las medidas llama al método *registerListener()* del servicio del *MeasureNotifier* durante su inicialización. Además, el bundle “receptor” deben implementar los métodos de la interface *MeasureReceivedListener*.

En la implementación realizada, los datos presentados en la aplicación gráfica se extraen de la base de datos a través del bundle *DBInteraction* y no del servicio de notificación de medidas, que sólo se usa para que el paciente compruebe que los datos han llegado correctamente al RGW.

5.1.2. Acceso a sistema Bluetooth

La librería *Bluecove*¹, una implementación del estándar JSR-82 basada en Java, se carga en el *Medical Bluetooth Driver* para recibir los datos de forma inalámbrica en el RGW. Se ha considerado que *Bluecove* es la mejor implementación disponible como software libre para acceder al sistema Bluetooth de la pasarela residencial. En concreto, se ha implementado usando la versión 2.1.0, que incluye el módulo *Bluecove-GPL* para Linux, ya que nuestra plataforma se ha implementado sobre el sistema operativo Linux, pero sería posible utilizar la librería también con Windows o MacOSX. En Linux, esta librería accede a la pila Bluetooth Oficial de Linux, conocida como *Bluez*². La versión 2.1.0 no contiene una implementación de los métodos de autenticación y cifrado. Si queremos realizar estas operaciones debemos op-

¹<http://bluecove.org>

²<http://www.bluez.org>

tar por la versión 2.1.1, que contiene el módulo Bluecove-Bluez³, con licencia Apache 2.0 [51]. Sin embargo, se ha descartado en este proyecto debido a que es todavía experimental y contiene importantes *bugs*.

5.1.3. Preparación del Sistema Operativo Linux

En este proyecto hemos empleado una distribución Ubuntu Linux 8.04 para simular tanto el RGW como el ordenador del personal sanitario. Esta versión tiene un soporte técnico de larga duración (*Long Time Support* - 3 años) y además contiene las librerías Bluez versión 3.x, una versión más estable que la 4.x. Se ha elegido una versión de Ubuntu porque las más modernas tienen un tiempo de soporte menor y contienen las librerías Bluez 4.x, que requieren de “passkey-agents” para asociar dispositivos Bluetooth y añaden más complejidad al sistema.

Las librerías nativas de Bluecove-GPL requieren de la librería de Bluez `/usr/lib/libbluetooth.so`. (reemplazase `lib` por `lib64` en la arquitectura x86-64). Por tanto hay que instalar las librerías de desarrollo de Bluez, si no estuvieran instaladas. En caso de las distribuciones de linux Ubuntu y Debian se puede realizar con el comando `apt-get` (ver código 3).

```
# sudo su
# apt-get install libbluetooth-dev
```

Código 3: Instalación de Bluez

Si la librería existe pero tiene otro nombre, como `libbluetooth.so.2` o `libbluetooth.so.3`, se puede realizar un enlace simbólico, como en el código 4 aunque esta operación no tiene por qué funcionar en todas las distribuciones de Linux.

```
# cd /usr/lib
# ln -s libbluetooth.so.2 libbluetooth.so
```

Código 4: Configuración de Bluez

Esta versión de Bluecove no puede configurar el dispositivo Bluetooth en modo “Descubrible” (o “Discoverable”) como usuario normal, así que se debe configurar previamente el demonio de sistema de Bluetooth. Esto se puede realizar de forma permanente, añadiendo o descomentando la línea del fichero de configuración del sistema Bluetooth en Linux que se muestra en el código 5. O bien de forma temporal con el comando `hciconfig`, como se muestra en el código 6.

La configuración del código PIN para el enlace entre los dispositivos Bluetooth se realiza también en el mismo fichero, asignando un valor a la variable `passkey`.

³<http://bluecove.org/bluecove-bluez/>

```
# Inquiry and Page scan
iscan enable; pscan enable;
```

Código 5: /etc/bluetooth/hcid.conf

```
# hciconfig hci0 piscan
```

Código 6: Activación temporal del modo “Discoverable” de Bluetooth

Dicho código PIN viene escrito en las especificaciones del fabricante de los dispositivos Bluetooth de telemedicina.

5.1.4. Preparación de las librerías

El fichero jar de la librería Bluecove-GPL contiene versiones compiladas en código nativo para Linux de arquitecturas i386, x86-64 y ARM. Esta librería es capaz de detectar el sistema operativo sobre el que corre la máquina virtual de Java, así que no es necesario configurar nada en este aspecto.

Todas las librerías Java necesarias para cada bundle se ha establecido que figuren en el directorio `lib` del paquete jar. Para trabajar con ellas primero se deben descargar del sitio de Bluecove los correspondientes archivos jar:

```
bluecove-2.1.0.jar
bluecove-gpl-2.1.0.jar
```

Opcionalmente se pueden descargar también los ficheros con el código fuente `*-sources.tar.gz` para depuración de código.

Por último, se deben añadir las librerías al *Bundle-classpath* en el *Manifest* del Bundle, tal y como se muestra en el código 8.

5.1.5. Implementación de la interfaz gráfica para el paciente

La interfaz gráfica del paciente está basada en el trabajo realizado en [43] pero se han añadido las partes relacionadas con la medidas de datos médicos (cita offline y online) y la videoconferencia (cita offline).

Cuando el paciente realiza las mediciones de su peso o presión sanguínea, la información se envía mediante Bluetooth al RGW y finalmente llega al notificador de medidas. El bundle de la interfaz gráfica del paciente está suscrito al `ServiceListener` del notificador de medidas, de forma que cuando llega una nueva medida, por ejemplo de la báscula electrónica del paciente, se activa una señal y se enciende un “LED virtual” en la ventana de la aplicación del paciente. Este proceso es necesario porque pueden pasar 2 minutos desde que el paciente hace la medición con los dispositivos hasta que el *Bluetooth Medical Driver* recibe los datos. En la figura 4.1(a) puede verse una captura de la aplicación con este “LED” en su estado inicial. Hasta que no se han

```
# Default PIN code for incoming connections
passkey "passwordnumber";

# Security Manager mode
# none - Security manager disabled
# auto - Use local PIN for incoming connections
# user - Always ask user for a PIN
#
security auto;
```

Código 7: /etc/bluetooth/hcid.conf

```
Bundle-ClassPath: .,
lib/bluecove-2.1.0.jar,
lib/bluecove-gpl-2.1.0.jar
```

Código 8: MANIFEST.MF

recibido todos los datos, el botón de “Siguiente” no está disponible, para que el usuario acceda a la pantalla de “Resultados”.

5.2. Subsistema de Multimedia y Comunicaciones

5.2.1. Implementación del servicio de videoconferencia basada en el estándar UPnP

La implementación del servicio de videoconferencia se ha basado en los bundles desarrollados en el proyecto Caring Cars pero se han debido realizar algunas modificaciones:

- Actualización de los UUIDs y los nombres del Media Server y el Media Render
- El sistema de videoconferencia implementado requiere la dirección SIP para realizar la parada o la contestación de una llamada. En Caring-Cars se obtiene por otros medios así que en este proyecto se ha implementado un mecanismo que traduce la dirección IP en una dirección SIP, como se describe en el siguiente apartado.
- Los bundles de *UPnP* y el *WebCam Streamer* estaban diseñados para entornos dinámicos, debido a que estaban diseñados para redes móviles. La dirección IP donde escuchaban los servicios implementados se obtenía a través de un bundle llamado *Properties Reader* que a su vez obtenía la dirección de un módulo escrito en lenguaje C que monitorizaba la dirección IP con cierta frecuencia. En nuestra implementación

los bundles obtienen directamente la dirección IP de la máquina donde se encuentran a partir de la dirección IP principal del sistema.

- El fichero de configuración general, que maneja el bundle *Properties Reader* se ha movido de `/home/propTC.properties` a

`/etc/incare.conf`

para seguir mejor el estándar en Linux. Además se han añadido otros parámetros configurables, como los relacionados con la base de datos.

5.2.2. Implementación de la señalización de las llamadas mediante SIP

El bundle *SIP Agent* ofrece la funcionalidad de señalización SIP para que el subsistema de UPnP AV tenga acceso a la dirección IP actual del RGW u ordenador del usuario. Es importante señalar que para que el sistema funcione todas las máquinas implicadas en la comunicación tengan direcciones IP públicas. Este bundle hace uso de las librerías de Java para SIP *jain-sip*⁴. En este proyecto se ha supuesto que la dirección IP se mantiene invariable durante una sesión del usuario aunque puede cambiar entre sesión y sesión, actualizándose en ese caso en el proxy SIP, que devolverá la dirección IP correcta cuando se inicie la sesión. Este es el caso más típico en tecnologías de redes de acceso a Internet como ADSL o Cable, donde la dirección IP de la pasarela de acceso se obtiene de forma dinámica pero no suele cambiar con mucha frecuencia mientras la pasarela se mantenga encendida.

Los parámetros más importantes del bundle *SIP Agent* se pueden configurar mediante un fichero en el directorio `properties` del archivo jar del bundle, tal y como se muestra en el código 9. Por ejemplo, es necesario especificar la dirección IP y el puerto del Proxy SIP en el que se va a registrar el agente SIP. El dominio de la dirección SIP también se puede especificar. Sin embargo es posible configurar el Proxy SIP para que acepte cualquier dominio.

```
REFRESH_REGISTER=120000
DOMAIN=incare.es
LOCAL_PORT=5071
LOCAL_AGENT_SIP_ADD=jpajares
SIP_PROXY_IP=163.117.141.143
SIP_PROXY_PORT=4000
```

Código 9: `properties/sipvirtual`

Para implementar el servicio de videollamadas, el bundle *Videoconference* accede a los servicios del bundle *Agenda SIP* que, mediante el acceso a la

⁴jain-sip: Java for SIP Signaling: <https://jain-sip.dev.java.net/>

name	sipAddress	IPAddress
Mateo	sip:mateo@incare.es	163.117.141.143
Belen	sip:belen@incare.es	163.117.141.214

Tabla 5.1: Tabla con direcciones SIP y sus correspondientes direcciones IP

base de datos, puede devolver los parámetros de acceso actualizados de los usuarios como su nombre, dirección SIP o dirección IP, a partir de alguno de ellos. Como se ha indicado en el apartado anterior, en la implementación del proyecto Caring Cars la dirección SIP necesaria para la señalización de la llamada se obtenía por otros medios ajenos a UPnP o SIP, así que se ha implementado un servicio en el bundle Agenda SIP que devuelve la dirección SIP o el nombre de un contacto a partir de la dirección IP. En la tabla 5.1 se muestra un ejemplo de como sería la tabla de la base de datos implementada. Además, esta tabla sirve al servicio de agenda para mostrar la lista de contactos de cada usuario.

Por tanto, se debe proporcionar una forma de mantener actualizada la base de datos con las dirección IP actual. Para ello, el servicio que ofrece el bundle Agenda SIP proporciona el método

```
IPregisterIP(String name, String sipAddress)
```

que permite actualizar la dirección IP registrada en la base de datos del servidor de eHealth. En este caso, el servidor actúa de forma dual al proxy SIP: el bundle Agenda SIP registra direcciones IP a partir de direcciones SIP mientras que el proxy SIP registra direcciones IP a partir de direcciones SIP.

5.2.3. Implementación del servicio de Agenda y la interfaz gráfica de llamadas

Se ha implementado un servicio de agenda, con una base de datos que contiene la dirección SIP, Nombre y dirección IP actual de la máquina donde se conecta cada usuario y un *Frame* dentro de la interfaz gráfica de las citas online que accede al servicio de agenda. Como se ha explicado en el apartado de Implementación del servicio de videoconferencia, era necesario implementar un servicio de agenda que permitiera al usuario, por un lado, mantener una lista con los datos de acceso actualizados de sus contactos (médico, enfermera, familiares, etc.) y por otro lado una interfaz que permitiera su acceso, ya sea de forma gráfica para uso directo del usuario o como servicio para otros bundles, como por ejemplo el *AV Manager* de UPnP.

En la figura 5.2 se muestra una captura de pantalla de la interfaz gráfica del paciente durante una sesión online con una lista de contacto en el *frame* de la columna derecha.

Cuando el paciente quiere iniciar una sesión online, pulsa en el nombre del contacto y después en el botón de llamar. En el otro extremo, ya sea

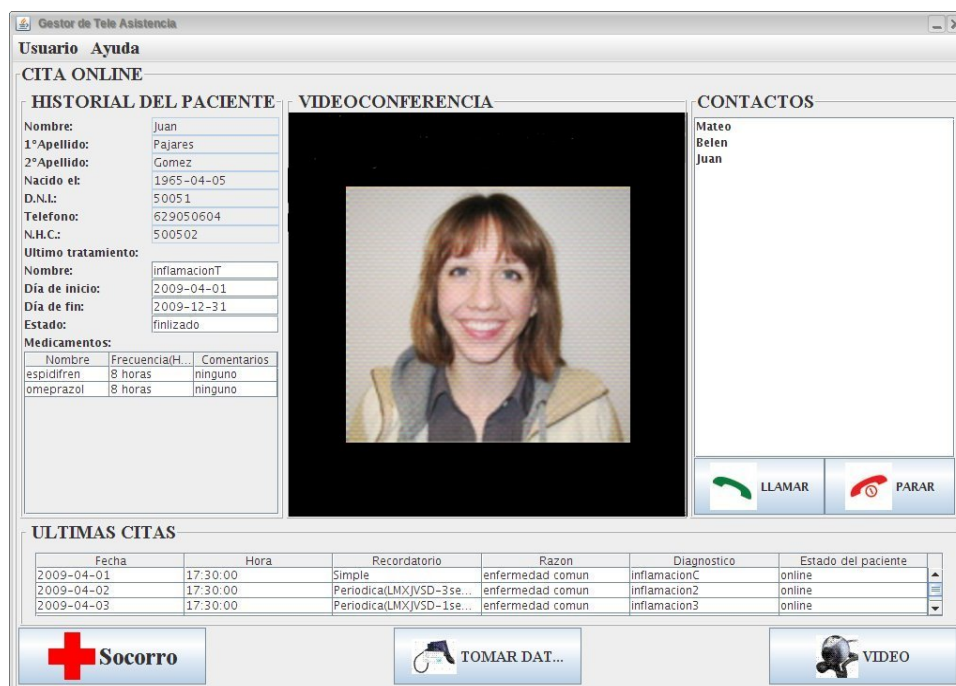


Figura 5.2: Captura de pantalla de la interfaz gráfica del paciente durante una sesión online

la interfaz gráfica del médico o del familiar, aparecerá una ventana con el nombre del paciente y dos botones: uno para aceptar la llamada y otro para colgar. Para ello, el VideoConference bundle consulta al bundle Agenda SIP el nombre del contacto que se ha registrado con la dirección IP de la máquina que ha solicitado la llamada. Así se mejora la accesibilidad de los usuarios porque reconocen al resto de usuarios mediante sus nombres y no mediante direcciones SIP, que pueden resultar demasiado crípticas.

5.3. Configuración del acceso a la base de datos

Se ha establecido un fichero de configuración para la base de datos para configurar los principales parámetros de acceso. En este fichero se incluye parámetros relacionados con el proyecto InCare que no se han revisado en esta memoria pero que se deben almacenar igualmente (ver código 10).

5.4. Aspectos a tener en cuenta al cargar librerías externas en OSGi

En los frameworks disponibles de OSGi, toda clase Java de cualquier paquete diferente a `java.*` que se deba cargar en un bundle debe ser impor-

```
dbfile=no
dbposture=/var/lib/incare/posture.data
dbpulsations=/var/lib/incare/pulsations.data
dbhost=cavalli.gast.it.uc3m.es
dbuser=incare
dbdatabase=incare
dbpassword=xxxxxx
```

Código 10: /etc/incare.conf

tada ⁵ en el *Manifest*. Por tanto, si se quiere evitar que aparezca un error en la consola del framework OSGi (ver código 11) hay que añadir las líneas que aparecen en el código 12 a la sección `Import-Package:` del Manifest del bundle correspondiente.

```
java.lang.NoClassDefFoundError:
javax.xml.parsers.ParserConfigurationException
...
java.lang.NoClassDefFoundError: org/xml/sax/SAXException
```

Código 11: Traza del error al cargar librerías externas OSGi

```
org.xml.sax,
org.xml.sax.ext,
org.xml.sax.helpers,
javax.xml.parsers
```

Código 12: Sección import-package del fichero MANIFEST.MF

⁵<http://blog.tfd.co.uk/2009/04/10/loading-from-osgi-framework-bundles/>

Pruebas y Resultados

En este capítulo se van a describir los experimentos realizados en el demostrador creado para probar la funcionalidad del servicio de telemedicina y teleasistencia, tanto en el entorno del paciente como en el entorno del personal sanitario.

6.1. Equipamiento y software necesario

El entorno simulado donde se han realizado los experimentos en el laboratorio consta de tres ordenadores con direcciones IP públicas de los laboratorios GAST¹, dos dispositivos de telemedicina y dos cámaras web o *webcams*.

El primero ordenador simula un RGW y se trata de un ordenador con recursos limitados, con un microprocesador Intel Pentium Celeron, 512 MB de memoria RAM. Este ordenador cuenta con un adaptador Bluetooth que se conecta por USB.

El segundo es un ordenador de escritorio donde se situaría el médico. El tercer ordenador implicado es un servidor de los laboratorios del departamento, que se ha utilizado como servidor de base de datos, para simular el servidor de *eHealth* y como *proxy-sip*.

Como sistema operativo se ha usado Ubuntu Linux 8.04 (Hardy) tanto en el RGW como en ordenador del médico, como se ha explicado en el capítulo dedicado a la implementación. Se ha escogido Apache Felix como framework OSGi porque cumple con la *Release 4* de la especificación y además está disponible como software libre. Como máquina virtual de Java se ha usado Sun JDK 1.6 para mejorar la compatibilidad, ya que otras máquinas virtuales podían ocasionar problemas. Dos webcams sencillas que se conectan por USB y llevan un micrófono incorporado se usan para capturar el vídeo y el audio, una el RGW y otra en el ordenador del personal sanitario.

¹<http://www.gast.it.uc3m.es>

En concreto se ha utilizado el modelo Logitech QuickCam Communicate STX, que funcionan con los controladores *gspca* y *snd_usb_audio* en Linux.

Para la implementación de la base de datos por MySQL debido a que su sencillez y robustez, además de que ya estaba disponible en el servidor de los laboratorios de investigación. Para configurar la base de datos se ha usado la interfaz web *phpMyAdmin*².

El proxy-sip funciona gracias a la aplicación NIST-SIP disponible en la web del proyecto jain-sip³ y desarrollada por el NIST [52]. Esta aplicación está escrita en Java y para ejecutarse solo se requiere ejecutar el fichero `start` correspondiente, en nuestro caso, `start.sh`. Para configurar el proxy-sip, únicamente es necesario editar el archivo que aparece en el código 13 y cambiar la dirección IP por la dirección que corresponda al equipo donde se encuentre instalado.

```
configuration/gov/nist/sip/proxy/configuration/localconf.xml
```

Código 13: Fichero para configurar el proxy-sip

6.1.1. Dispositivos de telemedicina

Los dispositivos de telemedicina empleados fueron comprados a la empresa Codemes⁴, especializada en la venta de equipamiento electrónico de precisión. El equipamiento utilizado es de la marca japonesa A&D⁵ y consta de una báscula electrónica modelo UC-321PBT (figura 6.1) y el monitor de presión sanguínea modelo UA-767BT (figura 6.2).

A continuación se detallan las especificaciones técnicas de ambos dispositivos, así como una foto con su aspecto.

²<http://www.phpmyadmin.net>

³<https://jain-sip.dev.java.net/>

⁴<http://www.codemes.fr/>

⁵<http://www.aandd.jp/products/medical/telemedicine.html>

Báscula electrónica UC-321PBT

Capacidad	200 kg / 450 lb
Resolución	100g / 0.2 lb
Sensor	Célula de carga
Pantalla	LCD, altura de los caracteres: 25 mm
Alimentación	4 pilas de 1.5 V tipo AA (R6P)
Duración de las pilas	Aprox. 2000 mediciones
Peso	2.7 kg
Dimensiones	320 x 314 x 35 mm (Ancho x Largo x Alto)
Auto encendido / apagado	45 segundos / 10 segundos
Temperatura operativa	10°- 35°C (50°- 95°F)
Comunicación	Tecnología inalámbrica Bluetooth (clase 1, version 1.2)

Tabla 6.1: Especificaciones técnicas de la báscula electrónica UC-321PBT



Figura 6.1: Báscula electrónica UC-321PBT

Monitor de presión sanguínea UA-767PBT

Método de medida	Medición Oscilométrica
Rango de medición	- Presión: 20 - 280 mmHg - Pulso: 40 - 200 pulsaciones minuto
Precisión de la medida	± 3 mmHg o 2%, lo que sea mayor Pulso: ± 5 %
Alimentación	4 pilas de 1.5 V tipo AA (R6P)
Circunferencia del brazo	22 - 32 cm (8.7" - 12.6")
Clasificación	Type BF
Prueba clínica	Acorde con la norma ANSI AAMI SP-10 1987
EMC	IEC 60601-1-2: 2001
Comunicación inalámbrica	WML-40AH (MITSUMI Electronics Co. Ltd.)
Condiciones operativas	- Temperatura: 10°C - 40°C - Humedad relativa: 30 % - 85 %
Dimensiones	Aprox. 147 x 64 x 110 mm (Ancho x Alto x Largo)

Tabla 6.2: Especificaciones técnicas del monitor de presión sanguínea UA-767PBT



Figura 6.2: Aspecto del monitor de presión sanguínea UA-767PBT

6.2. Pruebas de Integración

Las pruebas de integración realizadas tratan de comprobar el funcionamiento interno de los diferentes subsistemas, mientras que las pruebas de funcionamiento se ocupan del sistema completo. Dentro de las primeras se han realizado también las *pruebas unitarias*, que son aquellas pruebas que se aplican a una parte del código implementado y se realizan durante la construcción de la aplicación. Las pruebas ejecutadas se han dividido entre las pruebas del subsistema de medida y las pruebas del sistema de multimedia y comunicaciones.

6.2.1. Subsistema Multimedia y Comunicaciones

Prueba	Resultado	Información adicional
Configuración de la Webcam (imagen)	funciona	Uso del driver <i>gspca</i> de Linux
Configuración de la Webcam (sonido)	funciona	Uso del driver <i>snd_usb_audio</i> en Linux
Configuración del <i>Streaming</i> de la webcam	funciona	Integración de VLC en el <i>WebCamStreamerBundle</i>
Selección de usuarios en la lista de contactos	funciona	Integración del servicio de Agenda
Llamada desde la aplicación del paciente	funciona	Aparece una llamada entrante para el médico
Llamada desde la aplicación del médico	funciona	Aparece una llamada entrante para el paciente
Aceptación de una llamada	funciona	Se inicia la videoconferencia
Rechazo de una llamada	funciona	Se inicia la videoconferencia
No contestación de una llamada	funciona	Se esperan 15 s y no se inicia la videoconferencia
Terminación de una llamada iniciada por el propio usuario	funciona	Se termina la videoconferencia
Terminación de una llamada iniciada por el otro usuario	funciona	Se termina la videoconferencia

Tabla 6.3: Pruebas de Integración del Subsistema de Multimedia y Comunicaciones

Las pruebas realizadas inicialmente con la versión de VLC instalada por defecto en Ubuntu Linux 8.04 no fueron satisfactorias porque VLC no era capaz de realizar el streaming de la webcam correctamente ya que el programa contenía numerosos *bugs* en el apartado de dispositivos multimedia que siguen el estándar “Video 4 Linux version 1” (V4L), necesario para utilizar las librerías de “Java for VLC”.

Las versiones posteriores de VLC resolvían varios de estos errores. Por tanto, se probó a compilar la versión 0.9.9 de VLC desde el código fuente pero tampoco funcionaba correctamente el streaming. Finalmente, la mejor solución encontrada fue instalar una versión ya compilada de VLC 0.9.9a

disponible en un repositorio de pruebas para la versión de Ubuntu que se había usado en las pruebas. Para ello, fue necesario añadir las líneas que aparecen en el código 14 en el fichero de configuración de repositorios de paquetes de Ubuntu, actualizar la base de datos de paquetes e instalar la nueva versión de VLC.

Respecto a la lista de contactos, se ha eliminado lógicamente al propio usuario de la lista devuelta por el servicio de Agenda y se ha probado que no se puede realizar una llamada sin antes haber seleccionado a un contacto en la lista.

```
# VLC 0.9.9a
deb http://ppa.launchpad.net/c-korn/vlc/ubuntu hardy main
```

Código 14: /etc/apt/sources.list

Las pruebas realizadas para comprobar el funcionamiento del inicio y parada de las llamadas se han realizado entre el RGW simulado, donde corre la interfaz del paciente, y el ordenador del personal sanitario, donde corre la interfaz del médico. Cuando se comienza una llamada, se lanza un contador que termina a los 15 segundos si el otro usuario no ha contestado la llamada y corta el “streaming” de audio-vídeo que sirve el bundle *WebCam Streamer*. Para terminar una llamada, es necesario que los dos usuarios manden la señal de dejar de emitir el streaming de audio-vídeo, por tanto, deben pulsar sobre el botón de “Colgar”.

6.2.2. Subsistema de medida

Prueba	Resultado	Información adicional
Configuración del adaptador de Bluetooth	funciona	El SO reconoce los dispositivos Bluetooth de alrededor
Configuración de las librerías Bluecove	funciona	El bundle Bluetooth Medical Driver accede al sistema Bluetooth
Conexión de la báscula con el bundle Bluetooth Medical Driver	funciona	El bundle detecta la báscula
Conexión del monitor de presión sanguínea con el bundle Bluetooth Medical Driver	funciona	El bundle detecta el dispositivo y recibe una trama
Extracción de los datos en la trama recibida por la báscula	funciona	Se analizan los datos y se implementa un parser
Extracción de los datos en la trama recibida por el monitor de presión sanguínea	funciona	Se analizan los datos y se implementa un parser
Confirmación de los datos recibidos	funciona	El driver envía a los dispositivos el ACK de haber recibido los datos correctamente
Recepción de varias mediciones	funciona	Se implementa un bucle que itera hasta que se han recibido todas
Almacenamiento de los datos en la BB.DD	funciona	Los datos se envían al bundle DBInteraction y se almacenan
Integración del Bluetooth Medical Driver	funciona	El notificador de medidas recibe los datos del driver Bluetooth

Tabla 6.4: Pruebas de Integración del Subsistema de Medida

En la tabla 6.4 se muestran las pruebas de integración para el subsistema de medida. Para la realización del análisis de los datos recibidos se ha usado la herramienta `hcidump`, que permite ver las tramas Bluetooth recibidas tanto en formato ASCII como en formato hexadecimal.

Se ha detectado durante las pruebas que en ocasiones el sistema operativo era incapaz de recibir ningún tipo de datos por parte de los dispositivos. La solución encontrada fue reiniciar el ordenador. Es posible que el driver o el propio adaptador Bluetooth tuviera algún *bug* que produce su bloqueo después de un tiempo.

6.3. Pruebas de Funcionamiento

Para comprobar el funcionamiento completo de la plataforma se ha realizado una batería de pruebas, tanto en la aplicación del paciente como del personal sanitario, de las funciones implementadas.

6.3.1. Pruebas de Funcionamiento del paciente

En la tabla 6.5 se muestran las pruebas de funcionamiento para el paciente. Las pruebas realizadas en el RGW del paciente demuestran que se han alcanzado los requisitos del sistema previstos.

Prueba	Resultado	Información adicional
Inicio de una cita <i>offline</i>	funciona	Aparece la pantalla con las instrucciones para el paciente y los LEDs que indican si se han recibido los datos
Toma de medidas en cita <i>offline</i>	funciona	Las mediciones realizadas por el paciente se almacenan
Inicio de una cita <i>online</i> programada	funciona	Se inicia la cita con el personal sanitario mediante videoconferencia con el personal sanitario correspondiente
Interacción con el personal sanitario	funciona	La calidad del audio y el vídeo es suficiente. El retardo es tolerable
Toma de medidas en cita <i>online</i>	funciona	Las mediciones realizadas por el paciente se almacenan
Recepción de las medidas realizadas en el servidor	funciona	Los datos se reciben y almacenan en el servidor de eHealth
Fin de la cita <i>online</i>	funciona	El paciente termina la llamada y se deja de emitir el <i>streaming</i> de la videoconferencia. El paciente puede terminar la aplicación o acceder a otras funciones.

Tabla 6.5: Pruebas de Funcionamiento del paciente

6.3.2. Pruebas de Funcionamiento del personal sanitario

Prueba	Resultado	Información adicional
Visualización de los datos de una cita <i>offline</i>	funciona	Aparecen las mediciones que hizo el paciente
Inicio de una cita <i>online</i> programada	funciona	Se inicia la cita con el paciente citado mediante videoconferencia
Interacción con el paciente	funciona	La calidad del audio y el vídeo es suficiente. El retardo es tolerable
Acceso a las medidas realizadas en la cita <i>online</i>	funciona	Se acceden a la información en el servidor de eHealth
Fin de la cita <i>online</i>	funciona	El médico o enfermero termina la llamada y se deja de emitir el <i>streaming</i> de la videoconferencia. El personal sanitario puede terminar la aplicación o acceder a otras funciones para seguir con su trabajo

Tabla 6.6: Pruebas de Funcionamiento del personal sanitario

Las pruebas realizadas en el ordenador del personal sanitario, reflejadas en la tabla 6.6, demuestran que se han alcanzado los requisitos del sistema previstos.

Historia del proyecto

7.1. Plan de trabajo

En la realización del presente proyecto se han seguido los siguientes hitos especificados:

1. **Estudio sobre Telemedicina, Teleasistencia, sistemas domóticos, videoconferencia y otras tecnologías de soporte utilizadas.**

Este hito se incluye dentro del Estudio de Viabilidad. Es necesario conseguir unos conocimientos básicos del entorno en el que se enmarca el trabajo. Por ello, antes de empezar a desarrollar la aplicación de gestión de citas hay que realizar el estudio de los sistemas médicos en el marco de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones. Además de comprender y analizar las tecnologías necesarias, como OSGi, Bluetooth o UPnP, es necesario recordar aquellas con las que se está más familiarizado como Java o SQL.

2. **Estudio de la usabilidad del sistema para personas dependientes o discapacitadas.**

Se realiza una recopilación y lectura de la literatura existente sobre el diseño de interfaces para mejorar la usabilidad de las aplicaciones diseñadas para personas dependientes o discapacitadas. Este hito se incluye dentro del Estudio de Viabilidad.

3. **Análisis de los casos de uso y requisitos.**

Se realiza un análisis con todos los casos de uso y se describen los más importantes, identificando a los actores y las acciones que van a poder realizar en el sistema. Además, esto sirve para definir los requisitos del sistema. Se incluye este hito dentro del Análisis del Sistema.

4. **Creación de la base de datos y su conexión con los interfaces.**

Este hito se incluye dentro de Diseño e implementación. Se pasa a diseñar en esta fase la estructura de la base de datos así como su implementación en el servidor de base de datos MySQL.

5. Creación de los interfaces gráficos.

En esta fase se diseñan y se implementan los interfaces gráficos, persiguiendo la funcionalidad descrita en los requisitos previos. Este hito se incluye dentro de la tarea de Diseño e implementación.

6. Implementación del sistema de videoconferencia.

Este hito trata de adaptar e implementar las funcionalidades necesarias para desarrollar el sistema de videoconferencia basado en UPnP que soportará el servicio de telemedicina y teleasistencia. Este hito se incluye dentro de Diseño e implementación

7. Conectividad con los dispositivos de telemedicina.

En este hito se diseña, implementa y prueba la conectividad entre los dispositivos de telemedicina y la pasarela residencial mediante Bluetooth. Para ello, es necesario realizar previamente un estudio de las herramientas disponibles así como su configuración y uso. Al igual que el anterior, el hito se incluye dentro de Diseño e implementación

8. Elaboración de la memoria.

En el presente proyecto la elaboración de gran parte de la memoria se ha realizado en paralelo a la construcción de las aplicaciones, debido a la importancia de realizar una buena documentación para el mantenimiento y posterior uso del sistema para terceras personas.

7.2. Estudio de viabilidad

7.2.1. Introducción

Un estudio o plan de viabilidad¹ tiene como objetivo tomar la decisión de poner en marcha el proyecto que se ha planificado o comprobar que la idea no resulta atractiva y será mejor olvidarla. Para tomar esta decisión se tienen en cuenta las restricciones económicas, técnicas, legales y operativas.

A la hora de identificar nuevas actividades o fortalecer las ya iniciadas desde el punto de vista económico, el plan de viabilidad permite evaluar las posibilidades de inversión y conocer los aspectos críticos de la producción y comercialización. Permite ayudar a valorar si una iniciativa económica tiene posibilidades de sostenerse en el tiempo.

¹<http://www.gabilos.com/comosehace/estudioviabilidad/textoestudioviabilidad.htm>

7.2.2. Idea

La principal idea de negocio de este proyecto es ofrecer un servicio que permita reducir los desplazamientos del paciente a su centro de salud u hospital para realizar chequeos médicos sencillos. A continuación se describen las tres principales premisas de las que se ha partido para desarrollar la idea:

1. Reducción los costes de desplazamiento del personal médico o asistencial al domicilio del paciente o persona mayor, así como de los propios pacientes al centro sanitario. Además se intentarían evitar posibles accidentes en personas mayores o con movilidad reducida, que no necesitan salir de su domicilio para realizar sus chequeos médicos.
2. Fácil integración del sistema de telemedicina a domicilio desarrollado en los sistemas de informática sanitaria ya existentes.
3. Seguimiento de pacientes mediante tecnologías sencillas y estandarizadas. Además de producir una reducción de costes, el uso de herramientas de fácil uso conduce a una mayor satisfacción del paciente y las personas de su entorno, que se traduce en una mejora de calidad de vida, que quizás se difícil de cuantificar en términos económicos pero es fundamental para el bienestar de los pacientes o personas mayores.

7.2.3. Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta muy común para planificar las tareas de un proyecto. A partir de la inicio, duración y relación entre las tareas y partiendo de la fecha de inicio del proyecto, se podrá visualizar el tiempo de dedicación previsto para las diferentes tareas o actividades a lo largo de la duración del proyecto.

En la 7.1 se puede observar el Diagrama de Gantt que se ha establecido para el proyecto.

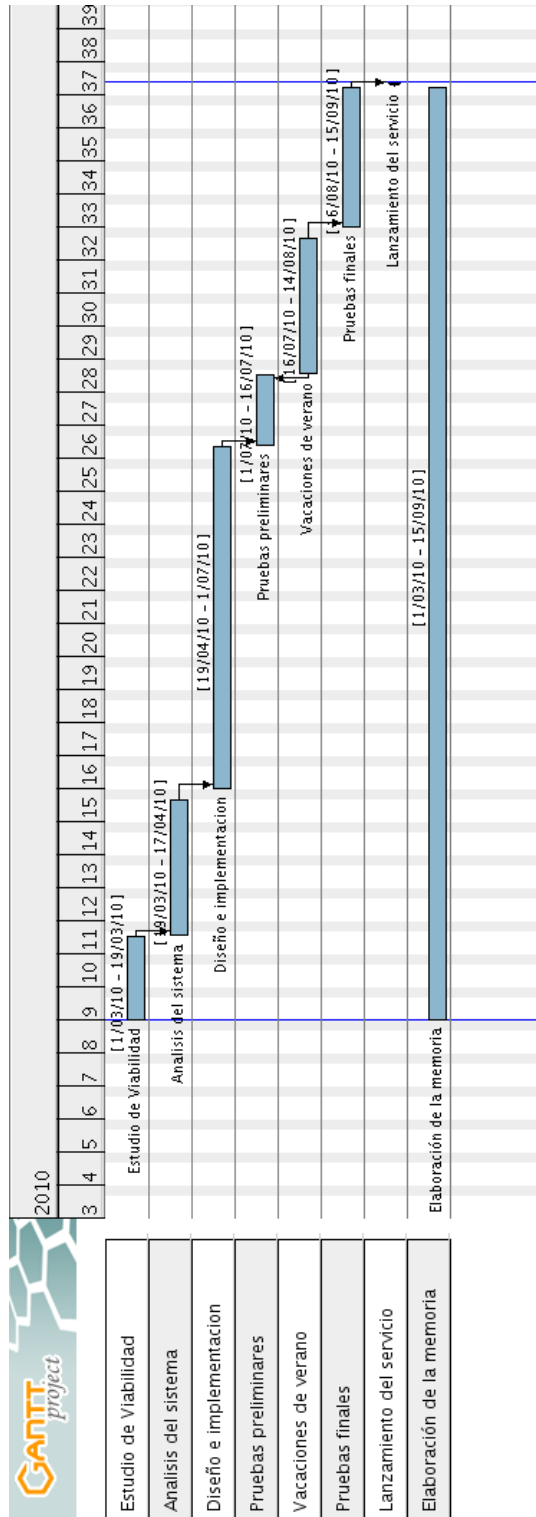


Figura 7.1: Diagrama de Gantt del proyecto

7.2.4. Análisis del entorno

Analizar el entorno social y económico donde se va a desarrollar el proyecto es de una importancia destacada. Por ello, el proyecto que se presenta al mercado es idóneo para el ahorro en costes para el ámbito de la salud, en entornos de asistencia médica a domicilio, para pacientes que posean un grado leve y a través de este servicio puedan ser tratados fácilmente.

Por lo tanto, la presentación de las tres ideas principales del proyecto representan una visión global de los objetivos de nuestro proyecto. Para contemplar los límites se debe seguir investigando tanto el uso de otros dispositivos de telemedicina, como la respuesta de los pacientes o personas dependientes ante el servicio ofrecido con los dispositivos actuales, así como la adecuación del sistema a la respuesta de la atención médica que esperan ofrecer los profesionales sanitarios.

Análisis de la competencia

El análisis de la competencia es un aspecto fundamental en un análisis del entorno, ya que resulta de vital importancia para la entrada en el mercado de los servicios de telemedicina y teleasistencia. Se deben analizar todas las empresas e instituciones que ofrecen estos servicios, conocer qué cuota de mercado poseen, el número de clientes, su coste de operación, precio obtenido, etc. Todo esto en teoría permite conocer el contexto económico del mercado al que se va a acceder.

Por ello, el estudio de la competencia se va a basar en una serie de preguntas que se deben responder, para formar un guión que será de utilidad. *¿Cuántas empresas o instituciones públicas hay en el mercado nacional y quiénes son?*

Telefónica de España Es la mayor empresa de telecomunicaciones que opera en España y ofrece actualmente algunas soluciones, tanto en fase de pruebas como en fase comercial, en el terreno del servicio asistencial a domicilio. Por ejemplo, TeleSaludADSL ² es un sistema de teleasistencia a domicilio evaluado con pacientes reales para probar una plataforma de telemedicina y teleasistencia. La propuesta está diseñada para permitir el contacto audiovisual entre las personas mayores. Otro ejemplo es Seguitel [53], una plataforma experimental de Telefónica I+D de servicios de teleasistencia basada en OSGi.

Aerotel Medical Systems Es una empresa muy importante en el sector de la fabricación en España de dispositivos móviles modulares para transferir datos médicos a través de líneas telefónicas y otros medios telemáticos ³.

²www.telefonica.es/accesible/pys/salud

³www.aerotel.com/es

Tecnologías para Salud y el Bienestar (TSB) Esta empresa fundada en enero de 2008 como empresa *spin-off* del Instituto ITACA de la Universidad Politécnica de Valencia, tiene como objetivo la creación y desarrollo de soluciones y productos para el sector socio-sanitario.

Tesis Telemedicina Es una joven empresa asturiana del campo de las Tecnologías de la Información en Sanidad y Telemedicina ⁴ que surgió del grupo de Bioingeniería y Telemedicina de la Universidad Politécnica de Madrid. Actualmente comercializan un sistema de teleasistencia domiciliaria como producto estrella de su oferta.

Análisis D.A.F.O.

A continuación se va a realizar un pequeño análisis de las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (D.A.F.O.) de nuestra propuesta.

Debilidades: Como primera debilidad podemos hacer notar que es un proyecto nuevo, que requiere una importante inversión financiera y de personal. Además, los resultados se verán a largo plazo, en la fase de madurez del proyecto.

La aplicación debe ser probada con pacientes reales y depurada en paralelo para mejorar la experiencia de los pacientes y el resto de usuarios. De no ser así, surgirán problemas y quejas de los usuarios que pueden hacer fracasar el proyecto por una mala ejecución en su parte final.

Otro de los problemas que pueden surgir es la falta de escalabilidad del sistema. Dentro del apartado técnico, el tamaño de las bases de datos pueden crecer de forma considerable si el número de usuarios, tanto pacientes, como personal sanitario, fueran moderadamente grande. Por ello, sería necesario posiblemente rediseñar el sistema de base de datos para balancear la carga entre varios servidores y minimizar el número de accesos a la base de datos, si el sistema se fuera a implementar con un número grande de usuarios.

Amenazas: El servicio de telemedicina y teleasistencia implementado debe competir con otros sistemas que ya están en servicio como los mencionados en el análisis de la competencia. Además, hay que tener en cuenta que en caso de aplicarse a un sistema sanitario como el español, donde las autonomías tienen transferidas las competencias y en algunos casos tienen una población muy grande, el servicio debe estar preparado para un volumen escénico de datos muy grande. Por ello, es posible que se deban implementar nuevos métodos algorítmicos para la obtención de datos y para su búsqueda. Además, el servicio ofrecido debe ser mejor que el sistema previo de esos sistemas sanitarios.

⁴www.tesis.es

Fortalezas: Dentro de las principales fortalezas de este proyecto, podemos mencionar:

- Permite la comunicación entre los pacientes, los familiares y el personal sanitaria de forma integrada con la aplicación de telemedicina y teleasistencia.
- Se trata de un servicio de asistencia domiciliaria con soporte de HL7, el estándar de transmisión de mensajes en los sistemas de informática médica,
- Permite gestionar citas, historiales médicos de forma centralizada.
- Supone un avance en la integración de dispositivos médicos en el hogar.
- Reduce los costes de desplazamiento tanto del personal médico como del paciente o la persona con movilidad reducida.
- El teleseguimiento de pacientes suele mejorar la satisfacción de los usuarios respecto al servicio convencional, ya que el paciente permanece en su domicilio mientras mantiene el contacto con sus familiares y el personal socio-sanitario.

Oportunidades: Si se analizan las posibles oportunidades que se originan con este proyecto, destacan la necesidad de integración de los sistemas de informática médica y el crecimiento de la población mayor de 65 años. Por un lado, el campo de la informática médica adolece de compatibilidad entre los sistemas informáticos sanitarios de diferentes proveedores, empresas e instituciones y se necesita avanzar en el tema de interoperabilidad según coinciden todos los expertos [54]. Por otro lado, se estima que la población mayor de 65 años en España pase del 17 % que hubo en 2004 al 30.8 % en 2050 [11]. Si a esta cifra añadimos la de personas discapacitadas, nos encontramos con un potencial de crecimiento de mercado muy grande.

7.2.5. Conclusiones del estudio de viabilidad

Después de realizar el estudio de viabilidad y sopesar las oportunidades y debilidades del proyecto, se puede concluir que el proyecto es factible de ser ejecutado. Es razonable pensar que hay una demanda actualmente de personas mayores o con dependencia que viven en su hogar y requieren de cierto control y monitorización de su estado de salud. Aunque hay algunas empresas posicionadas en el mercado, no son demasiadas y, lo que es más importante, es un mercado en crecimiento debido al envejecimiento de la población. Por tanto, una introducción progresiva de la solución propuesta, que requiera inversión inicial en equipamiento y personal pequeña, junto a una campaña que demuestre sus ventajas a los potenciales usuarios y un buen soporte técnico, permitiría avanzar en la implantación comercial del sistema propuesto en un tiempo razonable.

7.3. Presupuesto

Se va a estimar en este apartado el coste de desarrollo del proyecto. Para ello, se tendrá en cuenta los honorarios de los ingenieros, las horas empleadas en su desarrollo y el material empleado.

7.3.1. Costes de personal

Los honorarios de las personas que han participado en este proyecto se han dividido según los diferentes roles de los empleados que trabajarían en el proyecto: analista, programador y personal ayudante. El coste estimado en recursos humanos se ha basado en el precio por hora medio reflejado en la web de empleo *InfoLancer.net*⁵.

El trabajo del proyecto se ha estimado en un plazo aproximado de 9 meses. Con una dedicación diaria de 6 horas y semanal de 5 días, salvo el mes de vacaciones, son 960 horas laborales. Eliminando 6 festivos nacionales, autonómicos y locales, quedan 930 horas laborales. El analista se estima que ha trabajado en un 40% del tiempo del proyecto y el programador en el 60% del tiempo restante. El personal ayudante se calcula que ha trabajado durante todo el proyecto excepto las dos fases iniciales, lo que resulta un total de 760 horas.

Se desglosa en la tabla 7.1 los gastos de personal en función de las horas y el rol según la labor realizada.

Concepto	Horas	Precio/Hora (€)	Importe (€)
Analista	372	50	18600
Programador	558	35	19530
Personal ayudante	760	20	15200
Subtotal			53330

Tabla 7.1: Desglose de los gastos de personal

7.3.2. Costes de material

Los gastos de material, tanto informático de telemedicina, se resumen en la tabla 7.2. Para el coeficiente de amortización se ha estimado la vida media del hardware empleado en 3 años. Para los dispositivos de telemedicina se ha estimado una vida media de 10 años. Para el cálculo de la amortización se han redondeado los 9 meses a 1 año. El coste del software libre empleado se ha estimado en función del soporte necesario para su instalación (CD-R) y su correspondiente canon compensatorio por copia privada. También se incluye el soporte para realizar copias de seguridad.

⁵<http://www.infolancer.net/>

Concepto	Precio (€)	Unidades	Coef. amortización	Importe (€)
Ordenador	900	2	1/3	600,00
Servidor	1200	1	1/3	400,00
Kit de desarrollo y dispositivos de telemedicina	600,00	1	1/10	60,00
Webcam	42	2	1/3	14,00
CD-R	0,80	4	1	3,20
Material de oficina	150	1	1/10	15,00
Subtotal				1120,20

Tabla 7.2: Desglose de los gastos de material

7.3.3. Importe total del proyecto

La suma de los costes anteriores más los impuestos correspondientes quedan reflejados en la tabla 7.3.

Concepto	Importe (€)
Costes de personal	53330,00
Costes de material	1120,20
Base imponible	54450,20
I.V.A. (18 %)	9801,03
TOTAL	64251,23

Tabla 7.3: Desglose del importe total

El presupuesto total del proyecto asciende a SESENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS CON VEINTITRÉS CÉNTIMOS.

Conclusiones y Futuras líneas de trabajo

En este capítulo recoge de forma resumida las principales ideas de este proyecto así como una descripción de posibles futuras líneas de trabajo relacionadas con los resultados obtenidos en el proyecto.

8.1. Conclusiones

Este proyecto presenta avances en la integración de las tecnologías de informática y comunicaciones basadas software libre para servicios de teleasistencia y telemedicina, así como el reto de interoperabilidad en la transmisión de datos clínicos. La plataforma de teleasistencia y telemedicina desarrollada proporciona un sistema completo de asistencia a domicilio basado en estándares de redes multimedia y dispositivos médicos bien conocidos, incorporando un servicio de transmisión de datos de salud personales. Se proporciona interoperabilidad de datos clínicos a la vez que se integran los dispositivos médicos localizados en el entorno del paciente y está abierto a incorporar en el futuro nuevos dispositivos. Estas características formaban parte de los objetivos del proyecto.

El equipamiento del paciente incluye una pasarela residencial basada en software libre y algunos dispositivos médicos de monitorización. Se han utilizado aplicaciones con interfaz gráfica para los actores en el servicio, como el paciente y el personal socio-sanitario, que incluye la funcionalidad básica así como un sistema de información de salud con un sistema de citas médicas.

Se ha presentado un nuevo sistema de videoconferencia para dar soporte a servicios de telemedicina y teleasistencia. En este proyecto se integra la transmisión de datos clínicos con el servicio de videollamadas. Este trabajo avanza en el reto de conseguir integrar a los diferentes actores en el servicio de telemedicina y asistencia a domicilio para mejorar la aceptación del paciente. En este sentido, este proyecto presenta un sistema de videoconferencia que presenta un uso bajo de la CPU para la negociación y manejo del

streaming, a la vez que está basado un estándar bien conocido.

Las pruebas realizadas muestran que los sistemas implementados para realizar la videoconferencia y la monitorización de datos de salud del paciente cumplen la funcionalidad prevista. El sistema de videollamadas permite superar algunos aspectos de configuración compleja de los sistemas actuales así como funcionar en dispositivos de bajo coste. El driver Bluetooth para dispositivos médicos consigue recopilar los datos de la báscula electrónica y el medidor de presión sanguínea de forma automática, de forma que el paciente puede realizar la monitorización de su estado de salud en sus citas médicas de forma sencilla.

Además, se ha mostrado que la plataforma OSGi permite un despliegue de una amplia variedad de servicios y que la modularidad que ofrece permite una buena integración de todos los servicios, reutilización de código y estabilidad del sistema. Todo ello sin necesidad de equipamiento complejo o costoso.

Este proyecto me ha supuesto una experiencia muy valiosa de conocer un campo de enorme interés en el futuro como es la telemedicina y la teleasistencia. Resulta gratificante ver que la tecnología de telecomunicaciones no sólo sirve para el entretenimiento y pura comunicación, sino que permite la mejora de la calidad de vida de las personas mayores o dependientes.

Para terminar, es importante destacar que este proyecto sólo ha cubierto una pequeña parte del proyecto de investigación nacional *InCare*, que incluye aspectos que no se han tratado en esta memoria, como la planificación de citas médicas, la detección de caídas o sistemas de guiado para personas mayores o con cierto grado de Alzheimer.

8.2. Futuras líneas de trabajo

Se proponen las líneas de trabajo siguientes como ampliaciones del proyecto:

1. El sistema de medición implementado está diseñado para que el paciente realice una única medición por dispositivo en cada cita. Para conseguir mayor robustez y estabilidad estadística, se podrían hacer varias mediciones y después extraer la media, como se hace en [55].
2. Trabajar en la línea de incrementar el subsistema de medida, incorporando sensores en el hogar del paciente e implementar un motor de inferencia para generar alertas médicas basadas en los datos de salud monitorizados.
3. Comprobar la usabilidad de la aplicación. Aunque las principales funcionalidades ya están funcionando, se requiere probar con pacientes reales proporcionar la solución más adecuada a sus problemas. Estas pruebas requerirían la colaboración de centros de salud y hospitales.

4. Tomar medidas del retardo y el ancho de banda ocupado para realizar la videoconferencia.
5. Añadir fotos y alertas personalizadas al servicio de agenda para mejorar la percepción del paciente.
6. Hacer una pasarela “e-Health” que integre los dispositivos médicos y sensores del hogar en la red UPnP, de forma que el Control Point se suscriba a las variables eventualizables de los dispositivos.
7. Añadir y probar más dispositivos médicos al subsistema de medida, como un óxímetro o un medidor de glucosa.
8. Crear una pasarela para que el botón de Socorro conecte al sistema de emergencias 112. Para ello se podría convertir el streaming negociado por UPnP a una llamada de VoIP negociada con SIP. Sería necesario entonces concertar un acuerdo con algún proveedor de servicio VoIP que soporte SIP.
9. Realizar una interfaz gráfica para sistemas operativos para dispositivos móviles, como iPhone OS o Android, que estos cuenten una pantalla táctil y pueden resultar más cómodos de manejar para ciertas personas.

Bibliografía

- [1] R. Herrero, “Un 5% de enfermos crónicos supone casi el 70% del gasto sanitario español,” León, 2009. [Online]. Available: <http://www.diariodeleon.es/noticias/noticia.asp?pkid=489925>
- [2] IDABC, “EIF: European Interoperability Framework for PanEuropean E-Government Services,” Luxemburg, 2004. [Online]. Available: <http://europa.eu.int/idabc>
- [3] E. S. Force, *Sustainable Telemedicine: paradigms for future-proof health-care. A brief Paper*. European Health Telematics Association (EHTEL), 2008.
- [4] European Commission and States Members, “The Prague Declaration - eHealth 2009 Conference Declaration,” Prague, 2009. [Online]. Available: <http://www.ehealth2009.cz/Pages/108-Prague-Declaration.html>
- [5] W. E. Hammond, “Health level 7: A protocol for the interchange of healthcare data,” in *Progress in Standardization in Health Care Informatics*, G. De Moor, C. McDonald, and J. Noothoven Van Goor, Eds. Amsterdam: IOS Press, 1993.
- [6] A. Hutchison, A. Schade, M. Kaiserswerth, and M. Moser, “Electronic data interchange for health care,” *Communications Magazine, IEEE*, vol. 34, pp. 28–34, 1996.
- [7] “Domótica,” 2009. [Online]. Available: <http://es.wikipedia.org/wiki/Dom%C3%B3tica>
- [8] A. Norris, *Essentials of telemedicine and telecare*. John Wiley & Sons, 2002.

- [9] Ministerio de Sanidad y Consumo, “Plan de telemedicina del INSALUD,” 2000. [Online]. Available: <http://www.ingesa.msc.es/estadEstudios/documPublica/pdf/telemedicina.pdf>
- [10] European Commission and States Members, “eHealth conference 2007 declaration,” Apr. 2007. [Online]. Available: http://ec.europa.eu/information_society/activities/health/docs/events/ehealth2007/eh_declaration20070417_en.pdf
- [11] V. Valero, J. Sánchez, and A. Bermejo, “Servicios y tecnologías de teleasistencia: Tendencias y retos en el hogar digital.” Madrid, Consejería de Educación, Confederación Empresarial de Madrid-CEOE y Círculo de innovación en tecnologías de la información y comunicaciones, Madrid, Tech. Rep. 8, 2007. [Online]. Available: http://www.madrimasd.org/informacionIDI/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT8_Servicios_Tecnologias_Teleasistencia.pdf
- [12] L. Lind, E. Sundvall, and H. Åhlfeldt, “Experiences from development of home health care applications based on emerging java technology,” in *Proceedings of MEDINFO 2001*, September 2001.
- [13] A. Holopainen, F. Galbiati, and K. Voutilainen, “Health gateway – a complete solution for wireless data transfer and follow up of patient data,” in *Proceedings of Med-e-tel 2006*, 2006.
- [14] P. O. Bobbie, S. H. Ramisetty, A. Yussiff, and S. Pujari, “Designing an embedded Electronic-Prescription application for Home-Based telemedicine using OSGi framework,” in *Embedded Systems and Applications*, H. R. Arabnia and L. T. Yang, Eds. CSREA Press, 2003, pp. 16–21.
- [15] Y. Chen and C. Huang, “A Service-Oriented agent architecture to support telecardiology services on demand,” *Journal of Medical and Biological Engineering*, vol. 25, no. 2, 2005.
- [16] P. Plaza, N. Sanz, and J. Gonzalez, “An optimized ehealth platform to provide electronic services over dynamic networking environments,” in *Digital Society, 2009. ICDS '09. Third International Conference on*, feb. 2009, pp. 1–6.
- [17] F. den Hartog, M. Balm, C. de Jong, J. Kwaaitaal, T. Telecom, and N. Delft, “Convergence of residential gateway technology: analysis of evolutionary paths,” in *First IEEE Consumer Communications and Networking Conference, 2004. CCNC 2004*, 2004, pp. 1–6.
- [18] ISO/IEC JTC 1/SC25 WG1, “Residential gateway architecture and network operations,” 1999. [Online]. Available: <http://hes-standards.org>

- [19] I. Vidal, F. Valera, J. García, M. Ibañez, R. Seepold, N. Martínez, A. Azcorra, V. Ribeiro, V. Pinto, H. Balemans, and W. van Willigenburg, “Propuesta de pasarela residencial para una red futura de acceso multi-servicio,” Málaga (Spain), 2007.
- [20] R. Seepold, N. Martinez Madrid, and M. Ibañez, “Virtualization of Residential Gateways,” in *Fifth Workshop on Intelligent Solutions in Embedded Systems, 2007*, R. Seepold, N. M. Madrid, and M. Kucera, Eds. Leganés (Spain): Universidad Carlos III de Madrid, 2007, pp. 115–126.
- [21] E. Rosen, *Personal videoconferencing*. Prentice Hall, 1996.
- [22] Josh, “Telefónica admite que la poca subida del ADSL limita las descargas del P2P,” <http://bandaancha.eu/articulo/6278/telefonica-admite-poca-subida-adsl-limita-descargas-p2p>, 2009. [Online]. Available: <http://bandaancha.eu/articulo/6278/telefonica-admite-poca-subida-adsl-limita-descargas-p2p>
- [23] P. D. Toledo, “Propuesta de un modelo de sistema de telemedicina para la atención sanitaria domiciliaria,” Ph.D. dissertation, Universidad Politécnica de Madrid, 2003.
- [24] K. Mahmud and J. Lenz, “The personal telemedicine system. A new tool for the delivery of health care.” *Journal of telemedicine and telecare*, vol. 1, no. 3, p. 173, 1995.
- [25] B. Johnston, L. Weeler, J. Deuser, and K. Sousa, “Outcomes of the Kaiser Permanente tele-home health research project,” *Archives of Family Medicine*, vol. 9, no. 1, p. 40, 2000.
- [26] A. Jerant, R. Azari, and T. Nesbitt, “Reducing the cost of frequent hospital admissions for congestive heart failure: a randomized trial of a home telecare intervention,” *Medical Care*, vol. 39, no. 11, pp. 1234–1245, 2001.
- [27] S. de Lusignan, S. Wells, P. Johnson, K. Meredith, and E. Leatham, “Compliance and effectiveness of 1 year’s home telemonitoring. The report of a pilot study of patients with chronic heart failure,” *European Journal of Heart Failure*, vol. 3, no. 6, p. 723, 2001.
- [28] OSGi Alliance, “OSGi Alliance,” 2011. [Online]. Available: <http://www.osgi.org>
- [29] C. Walls, *Modular Java: Creating Flexible Applications with OSGi and Spring*. Raleigh, NC: Pragmatic Bookshelf, 2009.
- [30] Apache Software Foundation, “Apache felix,” 2010. [Online]. Available: <http://felix.apache.org>

- [31] UPnP Forum, “Universal plug and play,” <http://www.upnp.org>, 2010. [Online]. Available: <http://www.upnp.org>
- [32] UPnP Forum, “Device architecture v1.0,” 2010. [Online]. Available: <http://upnp.org/specs/arch/UPnP-DeviceArchitecture-v1.0.pdf>
- [33] M. Handley, H. Schulzrinne, E. Schooler, and J. Rosenberg, “RFC2543: SIP: Session Initiation Protocol,” USA, 1999. [Online]. Available: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2543.txt>
- [34] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, and E. Schooler, “SIP: Session Initiation Protocol,” RFC 3261 (Proposed Standard), Internet Engineering Task Force, June 2002, updated by RFCs 3265, 3853, 4320, 4916, 5393, 5621. [Online]. Available: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>
- [35] Bluetooth SIG, “Bluetooth,” 2009. [Online]. Available: <http://www.bluetooth.com/>
- [36] B. Blobel and P. Pharow, “Ehr standards—a comparative study.” *Stud Health Technol Inform*, vol. 121, pp. 198–206, 2006.
- [37] A. Romero Casado, “Desarrollo de un sistema de información sanitario e integración mediante HL7,” Proyecto Fin de Carrera, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática. Universidad de Sevilla, 2007.
- [38] “Hl7,” 2011. [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Health_Level_7
- [39] HL7 Spain, “Guía de implementación de datos de identificación de paciente en HL7,” 2006. [Online]. Available: <http://www.hl7spain.org/Documentos.asp?MenuID=0&Accion=IrA&IDItem=172>
- [40] B. Smith and W. Ceusters, “Hl7 rim: An incoherent standard.” in *MIE*, ser. Studies in Health Technology and Informatics, A. Hasman, R. Haux, J. van der Lei, E. D. Clercq, and F. H. R. France, Eds., vol. 124. IOS Press, 2006, pp. 133–138.
- [41] “Usabilidad,” 2009. [Online]. Available: <http://es.wikipedia.org/wiki/Usabilidad>
- [42] P. De Toledo, W. Lalinde, F. Del Pozo, D. Thurber, and S. Jimenez-Fernandez, “Interoperability of a mobile health care solution with electronic healthcare record,” in *Proceedings of the 28th IEEE EMBS Annual International Conference*, New York, NY (USA), 2006, pp. 5214–5217.
- [43] A. Martín, “Sistema de gestión de citas médicas en entornos de teleasistencia y tele-seguimiento,” Proyecto Fin de Carrera, Universidad Carlos III de Madrid, 2009.

- [44] S. Carot-Nemesio, J. A. Santos Cadenas, P. de las Heras, and J. Bustos, "OPENHEALTH: The OpenHealth FLOSS Implementation of the ISO/IEEE 11073-20601 Standard," in *Proceedings of Third International Conference on Health Informatics*, A. Fred, J. Filipe, and H. Gamboa, Eds. Portugal: Institute for Systems and Technologies of Information, Control and Communication (INSTICC), 2010, pp. 505–511.
- [45] R. Klabunde, "Cardiovascular physiology concepts - mean arterial pressure," 2011. [Online]. Available: <http://www.cvphysiology.com/Blood%20Pressure/BP006.htm>
- [46] "ISO/IEEE Health Informatics - Point-Of-Care Medical Device Communication - Part 10101: Nomenclature," *ISO/IEEE 11073-10101:2004(E)*, pp. 0.1–492, 2004.
- [47] A. Häber, M. Gerdes, F. Reichert, R. Kumar, and A. Fasbender, "Remote Service Usage Through Sip with Multimedia Access as a Use Case," in *18th IEEE Annual International Symposium on Personal Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC 2007)*, 2007.
- [48] K. Satoshi, "Cyberlink for Java," 2010. [Online]. Available: <http://www.cybergarage.org/cgi-bin/twiki/view/Main/CyberLinkForJava>
- [49] ISO/IEC 2000, "ISO/IEC 13818-1," 2009. [Online]. Available: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=31537
- [50] J. Martínez, R. Seepold, and N. Martinez Madrid, "Running UPnP under the IPv6 protocol," in *International Workshop on Intelligent Solutions in Embedded Systems (WISES 2008)*, Regensburg, 2008.
- [51] Apache Software Foundation, "Apache License, Version 2.0," 2004. [Online]. Available: <http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0.html>
- [52] USA Government, "National institute of standards and technology (nist)," 2011. [Online]. Available: <http://www.nist.gov/>
- [53] J. Gonzalez, N. Sanz, and P. Plaza, "An Optimized eHealth Platform to Provide Electronic Services over Dynamic Networking Environments," in *Third International Conference on Digital Society (ICDS'09)*, 2009, pp. 1–6.
- [54] Empirica GmbH, "ICT Standars in the health sector: current situation and prospects," Bonn/Brussels, pp. 1–84, 2008. [Online]. Available: <http://www.epractice.eu/en/library/281850>
- [55] A. Sciacqua, M. Valentini, A. Gualtieri, F. Perticone, A. Faini, G. Zacharioudakis, and I. Karatzanis, "Validation of a Flexible and Innovative Platform for the Home Monitoring of Heart Failure Patients:

Preliminary Results,” *Computers in Cardiology*, no. 36, pp. 97–100, 2009.

Acrónimos

3GPP	3rd Generation Partnership Project
ANSI	American National Standards Institute
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
API	Application Programming Interface
CCOW	Clinical Context Object Workgroup
CDA	Clinical Document Architecture
CD-R	Compact Disc Recordable
CIF	Common International Format
CPU	Central Processing Unit
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DNS	Domain Name System
ECG	Electrocardiograma
EHR	Electronic Healthcare Record
ENTI	ENTornos Inteligentes
EPOC	Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica
eRx	Electronic Prescribing
GPL	GNU Public License
GPRS	General Packet Radio Service
GUI	Graphical User Interface
HL7	Health Level Seven
HSPA	High-Speed Packet Access
HTTP	HyperText Transfer Protocol
ICC	Insuficiencia Cardíaca Crónica
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IMS	IP Multimedia Subsystem
IP	Internet Protocol
IPv6	Internet Protocol version 6
ISO	International Organization for Standardization
JAR	Java ARchiver
JDK	Java Development Kit
JMX	Java Management Extensions
JSR	Java Specification Requests
JRE	Java Runtime Environment
JVM	Java Virtual Machine
LCD	Liquid Crystal Display
LTS	Long Time Support
MAP	Mean Arterial Pressure
MPEG-2	Moving Pictures Experts Group 2
NAT	Network Address Translation
NIST	National Institute of Standards and Technology
OSGi	Open Services Gateway Initiative

OSI	Open Systems Interconnection
PIN	Personal Identification Number
PDA	Personal Digital Assistant
PID	Patient IDentification
QoS	Quality of Service
RIM	Reference Information Model
RDSI	Red Digital de Servicios Integrados
RGW	Residential GateWay
SIP	Session Initiation Protocol
SLA	Service Level Agreement
SOA	Service-Oriented Arquitecure
SOAP	Simple Object Access Protocol
SoHo	Small office, Home office
SQL	Structured Query Language
TCP	Transmission Control Protocol
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicaciones
TFT	Thin Film Transistor
UDP	User Datagram Protocol
UML	Unified Modeling Language
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UPnP	Universal Plug and Play
UPnP AV	Universal Plug and Play for Audio-Video
URL	Uniform Resource Locator
VDSL	Very high bit-rate Digital Subscriber Line
V4L	Video for Linux
VLC	VideoLAN Client
VoIP	Voz sobre IP
WPAN	Wireless Personal Area Networks
XML	eXtensible Markup Language