



Universidad de Zaragoza
Centro Politécnico Superior

Proyecto Fin de Carrera
Ingeniería de Telecomunicación

EXTENDED HOME: ACCESO REMOTO A CONTENIDOS DEL HOGAR



Autor: Manuel Buil Mur

Directora: Marta Bel Martín

Ponente: José Ruiz Mas

Septiembre 2010



EXTENDED HOME: ACCESO REMOTO A LOS CONTENIDOS DIGITALES DEL HOGAR

RESUMEN

El presente proyecto fin de carrera se enmarca dentro del proyecto CELTIC Feel@Home, el cual trata de crear una red avanzada de contenidos y servicios multimedia localizados en el hogar que finalmente acabe siendo adoptada por el mercado. Por tanto, está alineado con los últimos desarrollos en el campo de las “smart homes” u hogares inteligentes. Concretamente, este proyecto se centra en la parte técnica, creando una red avanzada de contenidos.

El proyecto se divide en varias etapas. La primera de ellas incluye el diseño y desarrollo del escenario local del hogar, el cual permite el control centralizado de todos los dispositivos y servidores multimedia del hogar. De este modo, el usuario consigue descubrir y reproducir en cualquiera de sus dispositivos contenido multimedia, independientemente de dónde se encuentre el servidor y el reproductor.

Además, el proyecto incluye una sencilla red social. Ésta permitirá a los usuarios de cada hogar crear listas de amigos o grupos mediante las cuales poder compartir sus contenidos locales y reproducir los que les han sido compartidos. Para ello y para utilizar otras funcionalidades del sistema, se ha desarrollado una compleja aplicación web que ofrece de forma intuitiva los servicios del sistema.

La siguiente etapa del proyecto, trata de interconectar todos los hogares. Para ello, desarrolla una red de forma que los contenidos compartidos puedan viajar de un hogar a otro de manera rápida y fiable. A su vez, permite al usuario acceder a los contenidos de su hogar remotamente a través de un dispositivo con acceso a internet. Para crear esta red se hace un estudio de las tecnologías más adecuadas para la interconexión de los hogares, seleccionando una de ellas en base a los requisitos de Feel@Home.

Finalmente, el proyecto realiza el diseño e implementación de los elementos necesarios para lograr que el sistema sea interoperable con otra tecnología de interconexión de los hogares. En concreto, el sistema logra interoperar dos sistemas que basan esta interconexión entre hogares en VPN e IMS.

Índice de Contenidos

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. PRESENTACIÓN | 1 |
| 1.2. OBJETIVO Y ALCANCE DEL PROYECTO..... | 1 |
| 1.3. CONTEXTO | 2 |
| 1.4. METODOLOGÍA DEL PROYECTO | 2 |
| 1.5. ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA..... | 4 |
| CAPÍTULO 2 | 5 |
| ESCENARIOS..... | 5 |
| 2.1. INTRODUCCIÓN | 5 |
| 2.2. ACCESO LOCAL A CONTENIDOS DEL HOGAR..... | 5 |
| 2.2.1. <i>Objetivo</i> | 5 |
| 2.2.2. <i>Situación inicial</i> | 5 |
| 2.2.3. <i>Escenarios</i> | 5 |
| 2.3. ACCESO REMOTO A CONTENIDOS DEL HOGAR | 6 |
| 2.3.1. <i>Objetivo</i> | 6 |
| 2.3.2. <i>Situación inicial</i> | 6 |
| 2.3.3. <i>Escenarios</i> | 6 |
| 2.4. COMPARTICIÓN DE CONTENIDOS | 6 |
| 2.4.1. <i>Objetivo</i> | 6 |
| 2.4.2. <i>Situación inicial</i> | 7 |
| 2.4.3. <i>Escenarios</i> | 7 |
| 2.5. INTEROPERABILIDAD..... | 7 |
| 2.5.1. <i>Objetivo</i> | 7 |
| 2.5.2. <i>Escenarios</i> | 8 |
| CAPÍTULO 3 | 9 |
| DISEÑO DEL SISTEMA | 9 |
| 3.1. INTRODUCCIÓN | 9 |
| 3.2. REQUISITOS DEL SISTEMA | 9 |
| 3.2.1. <i>Requisitos de acceso a contenido local</i> | 9 |
| 3.2.2. <i>Requisitos de acceso a contenido remoto</i> | 9 |
| 3.2.3. <i>Requisitos de compartición</i> | 10 |
| 3.2.4. <i>Requisitos de seguridad</i> | 10 |
| 3.2.5. <i>Requisitos de interoperabilidad</i> | 10 |
| 3.3. ARQUITECTURA DEL SISTEMA | 11 |
| 3.3.1. <i>Arquitectura local</i> | 11 |
| 3.3.2. <i>Arquitectura externa</i> | 14 |
| 3.4. DISEÑO DE LA INTEROPERABILIDAD | 15 |
| 3.5. INTERACCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA ARQUITECTURA | 16 |
| 3.5.1. <i>Reproducción de contenido local</i> | 17 |
| 3.5.2. <i>Reproducción de contenido remoto</i> | 18 |
| 3.5.3. <i>Acceso remoto al hogar</i> | 19 |
| 3.5.4. <i>Compartición de contenidos</i> | 20 |
| 3.5.5. <i>Interacción entre elementos de la interoperabilidad</i> | 21 |
| CAPÍTULO 4 | 23 |
| IMPLEMENTACIÓN | 23 |
| 4.1. INTRODUCCIÓN | 23 |
| 4.2. IMPLEMENTACIÓN ESCENARIO LOCAL..... | 23 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2.1. Elementos UPnP..... | 23 |
| 4.2.2. Catálogo | 24 |
| 4.2.3. Manager de comunidad | 24 |
| 4.2.4. Manager de sesiones | 25 |
| 4.2.5. Manager de seguridad | 25 |
| 4.3. INTERFAZ GRÁFICO DE USUARIO | 25 |
| 4.3.1. Introducción..... | 25 |
| 4.3.2. Uso de la aplicación web | 26 |
| 4.3.3. Implementación de la aplicación web | 27 |
| 4.3.4. Comunicación entre punto de control y aplicación web: Rest | 27 |
| 4.4. IMPLEMENTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN ENTRE HOGARES | 28 |
| 4.4.1. Servidor Central | 28 |
| 4.4.2. Pasarela Residencial | 30 |
| 4.4.3. OpenVPN | 31 |
| 4.5. IMPLEMENTACIÓN DE LA COMPARTICIÓN DE CONTENIDO Y SU REPRODUCCIÓN..... | 32 |
| 4.5.1. Introducción..... | 32 |
| 4.5.2. Implementación..... | 32 |
| 4.6. SEGURIDAD EN LAS COMUNICACIONES | 33 |
| 4.6.1. Introducción..... | 33 |
| 4.6.2. Autenticación y registro del usuario | 33 |
| 4.6.3. Cifrado | 34 |
| 4.7. INTEROPERABILIDAD | 34 |
| 4.7.1. Introducción..... | 34 |
| 4.7.2. Módulo de Interoperabilidad..... | 34 |
| CAPÍTULO 5 | 37 |
| CONCLUSIONES | 37 |
| 5.1. RESUMEN | 37 |
| 5.2. TAREAS REALIZADAS EN EL PROYECTO | 37 |
| 5.3. DIFICULTADES ENCONTRADAS | 37 |
| 5.4. POSIBLES AMPLIACIONES O MEJORAS | 38 |
| ACRÓNIMOS | 39 |
| BIBLIOGRAFÍA | 40 |

Índice de figuras

| | |
|--|-----------|
| Figura 1-1: Metodología en Y | 3 |
| Figura 1-2: Diagrama de Gantt | 3 |
| Figura 3-1 : Diagrama de entidades | 12 |
| Figura 3-2 : Diagrama de componentes | 13 |
| Figura 3-3 : Esquema de la arquitectura interhogar | 15 |
| Figura 3-4 : Esquema de la interoperabilidad..... | 16 |
| Figura 3-5 : Diagrama de secuencia de la reproducción de contenido..... | 17 |
| Figura 3-6 : Diagrama de secuencia reproducción remota | 18 |
| Figura 3-7 : Diagrama de secuencia del acceso remoto | 19 |
| Figura 3-8 : Diagrama de secuencia de compartición..... | 20 |
| Figura 4-1 : Tablas en la base de datos del hogar | 24 |
| Figura 4-2 : Estructura de MVC aplicado a Struts | 26 |
| Figura 4-3 : Esquema de la comunicación usando Struts | 28 |
| Figura 4-4 : Elementos que forman el servidor central..... | 29 |
| Figura 4-5 : Tablas contenidas en la base de datos central | 30 |
| Figura 4-6 : Descripción de la pasarela residencial | 30 |

Capítulo 1

Introducción

1.1. Presentación

La presente memoria describe el proyecto fin de carrera titulado: “Extended Home: Acceso remoto a los contenidos digitales del hogar”. Este proyecto ha sido desarrollado por Manuel Buil Mur para la finalización de sus estudios de Ingeniería superior de Telecomunicación en el Centro Politécnico Superior de Zaragoza. La directora de este proyecto es Dña. Marta Bel Martín y el ponente Dr. D. José Ruiz Más.

Este proyecto fin de carrera se enmarca dentro de Feel@Home, un proyecto europeo CELTIC con una duración de 30 meses (Junio 2008 – Noviembre 2010). El proyecto Feel@Home se engloba dentro de las líneas de investigación y desarrollo que vienen apareciendo últimamente en el campo de las “smart homes” o casas inteligentes. Actualmente este campo está teniendo mucha aceptación en el mercado y podemos observar diariamente cómo las tecnologías empleadas se están implantando en nuestros hogares o en nuestras ciudades.

El objetivo de Feel@Home es crear una red avanzada de contenidos y servicios multimedia que finalmente acabe siendo adoptada por el mercado. Para implementar esta red, el proyecto Feel@Home desarrolla una arquitectura en la cual todos los hogares digitales están interconectados mediante conexiones seguras y con posibilidad de ofrecer QoS a través de Internet. Basándose en este entorno multimedia, establece mecanismos para la compartición y reproducción de contenido entre hogares, además de permitir la conexión remota a contenidos o servicios multimedia personales del hogar en cualquier momento y lugar.

Feel@Home también realiza estudios de mercado y modelos de negocio para lograr una comercialización rápida y efectiva de las soluciones que se apliquen en este proyecto. Estos modelos de negocio deben tener en cuenta la nueva situación que se da, puesto que ahora los usuarios tienen la posibilidad de cambiar su rol y llegar a ser proveedores de contenidos.

En definitiva, el proyecto Feel@Home trata de contribuir al avance en el desarrollo de los hogares inteligentes aportando una solución válida y fiable para la interconexión de elementos y servicios multimedia.

1.2. Objetivo y alcance del proyecto

Existen varios objetivos diferenciados en este proyecto:

- Diseñar la arquitectura que permita la interconexión de los hogares entre sí de una manera segura.

- Implementar y comprobar el correcto funcionamiento de la red que interconecta los hogares entre sí.
- Crear una red social simple a través de la cual sea posible la compartición de contenidos con otros usuarios o grupos.
- Crear mecanismos para la conexión remota de un usuario con su hogar y para la reproducción de contenido de manera remota.
- Desarrollo de la aplicación web que permitirá acceder al usuario a todas las funcionalidades del sistema.
- Estudio e implementación de un módulo de interoperabilidad para poder interconectar la red creada con otras basadas en tecnologías diferentes.

1.3. Contexto

El proyecto fue desarrollado en Telefónica Investigación y Desarrollo, en concreto en la sede del parque tecnológico Walqa (Huesca). El proyecto, como se ha explicado antes, se enmarca dentro de un proyecto europeo CELTIC llamado Feel@Home en el cual telefónica I+D contribuye en varios paquetes de trabajo.

El proyecto fue desarrollado principalmente en lenguaje java utilizando el entorno de programación Eclipse [1].

1.4. Metodología del proyecto

El desarrollo del proyecto ha seguido una metodología en Y, también llamada 2TUP (Two Tracks Unifies Project). En una primera fase, los requisitos funcionales y técnicos fueron analizados por separado para una comprensión global del proyecto que va a desarrollarse.

A partir de los requisitos funcionales se crearon unos escenarios logrando así comprender cuales eran los objetivos a cumplir desde una perspectiva alejada de la parte técnica. A continuación, los requisitos técnicos fueron definidos. Estos requisitos confieren al desarrollador una primera idea de qué tipo de tecnologías va a tener que utilizar.

Apoyándose en estos requisitos, se comenzó el análisis del problema, etapa importante para comprender completamente el sistema que se quiere desarrollar. En esta fase se debió modificar algún requisito, lo cual no fue problema ya que las iteraciones están recogidas en esta metodología.

La siguiente fase se correspondió con el diseño del sistema a implementar, es decir, se propuso una solución que cumplía los requisitos funcionales y técnicos. En esta etapa se analizaron las tecnologías que podían ser utilizadas para cubrir estos requisitos, seleccionando la más adecuada en cada caso. En este momento, ambas ramas de la metodología, funcional y técnica, se unen para, a partir de ahora, seguir una única rama.

En el momento en que el diseño estuvo listo, se continuó hacia la etapa de implementación. Esta fase es la que más tiempo precisó y por eso fue necesario asegurarse de que el diseño era el correcto. La implementación se dividió en capas de manera que hasta que no se acababa la

implementación de una capa y se comprobaba su funcionamiento, no se pasaba a la siguiente. Así, el sistema iba creciendo apoyándose en partes del proyecto que funcionaban correctamente.

La primera capa de implementación trató sobre el escenario local dónde solamente participaban elementos dentro del hogar. Posteriormente, el trabajo se trasladó a la comunicación entre hogares. Finalmente, se tuvo en consideración el problema de la interoperabilidad. Tras ello se hicieron comprobaciones del funcionamiento del sistema y se certificó el cumplimiento de todos los requisitos definidos. En la siguiente figura se muestra la metodología en Y que ha sido seguida:

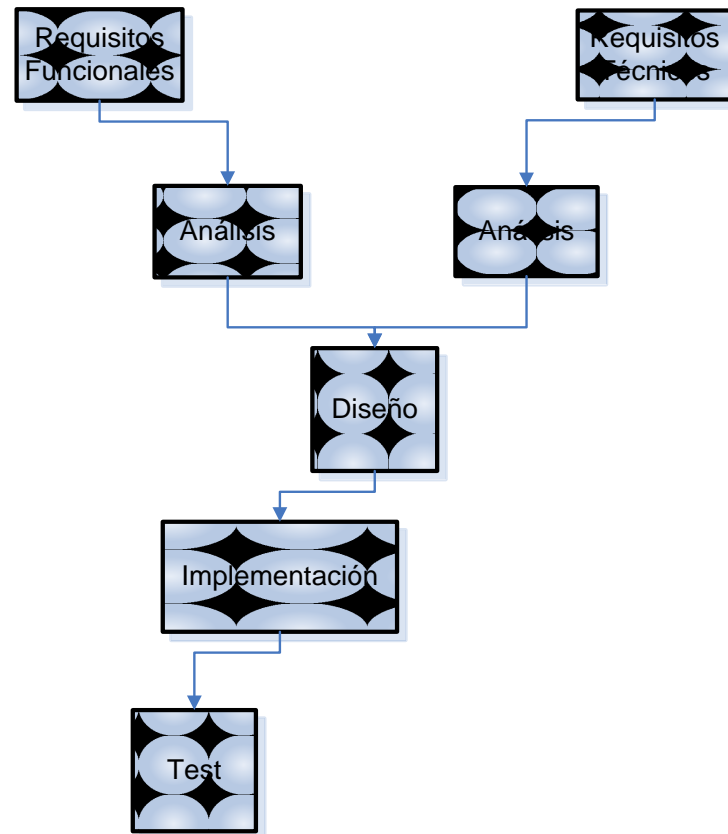


Figura 1-1: Metodología en Y

A continuación, en la figura 1-2, se muestra el diagrama de Gantt que explica cómo se han distribuido las tareas realizadas a lo largo del tiempo.

| Id. | Nombre de tarea | Comienzo | Fin | | | 2010 | | | | | | | | |
|-----|--------------------------|------------|------------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | | nov | dic | ene | feb | mar | abr | may | jun | jul | ago | sep |
| 1 | Documentación | 25/11/2009 | 11/01/2010 | | | | | | | | | | | |
| 2 | Diseño | 11/01/2010 | 01/03/2010 | | | | | | | | | | | |
| 3 | Implementación | 01/03/2010 | 21/07/2010 | | | | | | | | | | | |
| 4 | Pruebas | 17/05/2010 | 05/08/2010 | | | | | | | | | | | |
| 5 | Desarrollo de la memoria | 10/06/2010 | 13/08/2010 | | | | | | | | | | | |

Figura 1-2: Diagrama de Gantt

1.5. Organización de la memoria

La memoria se divide en 5 capítulos. El primero se corresponde con la presente introducción, donde se hace una presentación del proyecto, se especifican los objetivos y el contexto y se explica la metodología seguida.

Los siguientes capítulos tratan de seguir la estructura de la metodología, es decir, esta memoria se divide en capítulos que explican los requisitos, el análisis, el diseño, la implementación y por último el test y las conclusiones.

El **capítulo 2** describe los escenarios que se dan en este proyecto. Este capítulo permite entender mejor el sistema a desarrollar, extraer los casos de uso y los requisitos, los cuales son definidos en el capítulo 3.

El **capítulo 3** trata sobre el diseño del sistema. Primero se definen los requisitos que debe cumplir el sistema basados en el capítulo 2. Posteriormente, se recogen y analizan todas las tecnologías que podrían usarse para crear el sistema. Finalmente, se escogen las más adecuadas basándose en los requisitos y en los objetivos que debe cumplir el sistema.

El **capítulo 4** explica detalladamente la implementación del sistema llevada a cabo. Especifica de qué manera han sido utilizadas las tecnologías escogidas en el capítulo 3 y cómo se han relacionado entre sí.

Finalmente, el **capítulo 5** recoge las conclusiones obtenidas tras la implementación del proyecto y se indican posibles mejoras que pueden servir como sugerencias para futuros proyectos.

Igualmente, se añaden 3 anexos. El **anexo A**, se corresponde con un manual de usuario que ilustra cómo usar la interfaz de usuario. El **anexo B** hace un análisis al detalle de uno de los software usados para la implementación. El **anexo C** incluye la descripción de tres tecnologías de conexión remota entre hogares que se tuvieron en cuenta.

Capítulo 2

Escenarios

2.1. Introducción

Previamente a la explicación detallada del sistema, se van a analizar los escenarios considerados. Estos escenarios describen situaciones en las que los usuarios van a ser partícipes y mediante las cuales se pueden exponer, sin entrar en detalles técnicos, las funcionalidades que este proyecto fin de carrera ofrece.

2.2. Acceso local a contenidos del hogar

2.2.1. Objetivo

Mediante un dispositivo conectado a la red local del hogar, como un PC o terminal móvil avanzado con interfaz WIFI, ser capaz de:

- Descubrir los dispositivos multimedia que existen dentro del hogar.
- Descubrir los elementos multimedia (canciones, videos...) guardados en algún dispositivo multimedia del hogar.
- Reproducir cualquiera de los elementos multimedia en un dispositivo del hogar.

2.2.2. Situación inicial

El usuario tiene varios dispositivos multimedia distribuidos por su hogar y conectados a una red local. Algunos de estos dispositivos guardan contenido multimedia (música, imágenes...). Evidentemente, el usuario está suscrito al sistema Feel@Home.

2.2.3. Escenarios

Escenario 1. El usuario en casa

El usuario utiliza un dispositivo de su hogar para acceder a los contenidos multimedia que se encuentran en su hogar. Selecciona un contenido y elige reproducirlo en cualquier reproductor del hogar. El contenido es reproducido.

2.3. Acceso remoto a contenidos del hogar

2.3.1. Objetivo

Mediante un dispositivo con conexión a internet, estando fuera del hogar, ser capaz de:

- Descubrir los elementos multimedia que existen en el hogar.
- Reproducir los elementos descubiertos en cualquier dispositivo del hogar.
- Reproducir los elementos descubiertos en el terminal desde el que se conecta al sistema Feel@Home.

2.3.2. Situación inicial

El usuario tiene varios dispositivos multimedia distribuidos por su hogar y conectados a una red local. Algunos de estos dispositivos guardan contenido multimedia (música, imágenes...). El usuario, que no se encuentra dentro de su hogar, se conecta a internet a través de un terminal avanzado que permite reproducir contenido. El hogar del usuario está suscrito al sistema Feel@Home.

2.3.3. Escenarios

Escenario 1: Acceso remoto desde fuera del sistema Feel@Home

El usuario conecta con el sistema Feel@Home desde fuera del hogar y es redireccionado a su hogar. Por tanto, el usuario consigue visualizar el contenido y los dispositivos que existen en ese momento en su hogar. Selecciona un contenido y lo reproduce en el dispositivo a través del cual está accediendo al sistema o en un reproductor de dentro de su hogar.

Escenario 2: Acceso remoto desde dentro del sistema Feel@Home

El usuario conecta con el sistema Feel@Home desde un hogar que tiene contratado el sistema y es redireccionado a su casa. De nuevo consigue ver el contenido y dispositivos de dentro de su hogar. Selecciona un contenido y lo reproduce bien en ese mismo dispositivo o en un reproductor de dentro del hogar desde el que accede.

2.4. Compartición de contenidos

2.4.1. Objetivo

Desde cualquier lugar y a través de un dispositivo con conexión a la red Feel@Home en el hogar o con conexión a internet, ser capaz de:

- Agregar usuarios del sistema Feel@Home a una lista de amigos.

- Crear grupos o unirse a grupos de usuarios.
- Compartir contenido del hogar con otros usuarios del sistema Feel@Home.
- Reproducir el contenido que le están compartiendo al usuario.

2.4.2. Situación inicial

El usuario tiene varios dispositivos multimedia repartidos por su hogar. Al menos un dispositivo guarda contenido multimedia (música, imágenes...). El usuario está suscrito al sistema Feel@Home al igual que, al menos, un usuario conocido.

2.4.3. Escenarios

Escenario 1: Compartir contenido con otros usuarios

El usuario, a través de su PC, conecta con el sistema Feel@Home de su hogar. Selecciona el contenido que quiere compartir y comprueba que en su lista de contactos aparece la persona a la que quiere compartir. En caso contrario, añade a esta persona a su lista de contactos. Posteriormente, comparte el contenido con este usuario.

Escenario 2: Compartir contenido con un grupo

El usuario quiere compartir un contenido con un grupo al cual pertenece. Este grupo lo forman usuarios de Feel@Home. El usuario, a través de un dispositivo con conexión al sistema Feel@Home, selecciona el contenido que quiere compartir. Posteriormente, elige el grupo al que quiere compartir el contenido y lo comparte.

Escenario 3: Reproducir contenido compartido con el usuario

El usuario conecta a través de su móvil de última generación con el sistema Feel@Home. Selecciona un contenido que ha sido compartido con él y lo reproduce. La reproducción se lleva a cabo tal y como si el contenido estuviera en su hogar.

2.5. Interoperabilidad

2.5.1. Objetivo

Desde cualquier lugar y a través de un dispositivo con conexión a la red Feel@Home en el hogar o con conexión a internet, ser capaz de:

- Compartir contenido con un usuario que use IMS (*IP Multimedia Subsystem*) para la interconexión de los hogares.

- Reproducir contenido compartido por un usuario que use IMS para la interconexión de los hogares.

2.5.2. Escenarios

Los escenarios coinciden con los del apartado 2.4 compartición de contenidos. La única diferencia es que la persona que comparte y la persona a la que le es compartida un contenido, pertenecen a dos sistemas distintos (VPN e IMS).

Capítulo 3

Diseño del sistema

3.1. Introducción

En este capítulo se tienen en consideración los diferentes escenarios descritos en el capítulo anterior para, a partir de ellos, extraer los requisitos de funcionamiento del sistema. Estos requisitos definen los objetivos que el desarrollador debe marcarse para conseguir que el sistema funcione.

Una vez analizados los requisitos y apoyándose en ellos, se lleva a cabo un análisis de la arquitectura necesaria y se examinan las posibles tecnologías que pueden facilitar la implementación. Se hará un pequeño estudio del estado del arte disponible y teniendo en cuenta las condiciones que rodean al proyecto se tomará una decisión razonada sobre la mejor alternativa a usar.

3.2. Requisitos del sistema

Los requisitos del sistema son divididos en cinco grupos. La abreviatura que apunta a cada requisito servirá para referenciarlo más adelante:

3.2.1. Requisitos de acceso a contenido local

AL01 - Existe un catálogo que incluye los contenidos multimedia presentes en el hogar.

AL02 - El usuario es capaz de buscar en el catálogo el contenido que quiere.

AL03 - Los contenidos multimedia incluyen imágenes, videos y audio.

AL04 - El catálogo debe ser actualizado cuando un nuevo dispositivo aparece, desaparece o modifica su contenido.

AL05 - El usuario es capaz de ver los dispositivos dentro de su hogar.

AL06 - El usuario es capaz de reproducir un contenido local en un dispositivo local.

AL07 - El usuario es capaz de ver las sesiones multimedia que hay en el hogar.

AL08 - El usuario es capaz de pausar, continuar o parar una sesión.

3.2.2. Requisitos de acceso a contenido remoto

AR01 - El usuario es capaz de ver el contenido que le ha sido compartido

AR02 - El usuario es capaz de reproducir y parar un contenido que le ha sido compartido.

AR03 - El usuario es capaz de acceder a los contenidos y dispositivos de su hogar desde fuera del sistema Feel@Home.

3.2.3. Requisitos de compartición

CM01 - Existe una lista de amigos donde el usuario incluye sus usuarios amigos.

CM02 - El usuario es capaz de buscar un amigo en su lista de amigos.

CM03 - El usuario es capaz de añadir o eliminar amigos de su lista de amigos.

CM04 - Existe una lista de grupos donde aparecen los grupos a los que el usuario pertenece.

CM05 - Existe una lista de grupos donde aparecen los grupos que existen en el sistema.

CM06 - El usuario puede ver la lista de grupos a los que pertenece y salir de ellos.

CM07 - El usuario puede ver la lista de grupos disponibles en el sistema a los cuales no pertenece y unirse a uno de ellos.

CM08 - El usuario puede crear un grupo.

CM09 - El usuario es capaz de compartir contenido multimedia con su lista de amigos o grupos.

CM10 - El usuario es capaz de descompartir contenido multimedia con su lista de amigos o grupos.

3.2.4. Requisitos de seguridad

SG01 - El usuario es capaz de autenticarse tanto de manera local como remota en el sistema.

SG02 - El usuario es capaz de registrarse en el sistema.

SG03 - El hogar del usuario puede autenticarse en el sistema.

SG04 - Las comunicaciones a través del sistema son seguras.

3.2.5. Requisitos de interoperabilidad

IN01 - El usuario es capaz de compartir contenido con un usuario con un sistema Feel@Home que implementa la interconexión entre hogares con otra tecnología.

IN02 - El usuario es capaz de ver el contenido que le ha compartido un usuario con un sistema Feel@Home que implementa la interconexión entre hogares con otra tecnología.

IN03 - El usuario es capaz de incluir en su lista de amigos a un usuario con un sistema Feel@Home que implementa la interconexión entre hogares con otra tecnología.

IN04 - El usuario es capaz de reproducir, pausar y parar la reproducción de un contenido compartido por un usuario con un sistema Feel@Home que implementa la interconexión entre hogares con otra tecnología.

3.3. Arquitectura del sistema

3.3.1. Arquitectura local

Basándose en los escenarios y requisitos se extraen las siguientes entidades que deben existir en el sistema para cumplir los objetivos marcados:

Administrador de contactos: Esta entidad es la encargada de almacenar todos los usuarios amigos o grupos que tienen relación con el usuario.

Administrador de dispositivos: Es el encargado de descubrir y buscar los dispositivos dentro del hogar del usuario. Crea una lista para que el servicio Feel@Home conozca en todo momento los dispositivos disponibles.

Administrador de sesión: Este objeto representa varias funcionalidades del sistema. Para empezar, constituye el mecanismo por el cual el usuario consigue enviar el contenido del servidor de contenidos al reproductor para que se reproduzca. Por otra parte, este objeto también es el utilizado para listar las reproducciones que se están ejecutando en el hogar dando la posibilidad de parar, pausar o volver a reproducir un contenido.

Catálogo: Este objeto representa la lista de contenido multimedia a la que el usuario puede acceder localmente. El catálogo puede presentar información extra de los contenidos en forma de metadatos.

Contenido multimedia: Unidad de datos a la que el servicio da acceso. Se trata de contenido de audio, imagen o video.

Credenciales: Datos que permiten al usuario identificarse en el sistema.

Dispositivo: Esta entidad representa todos los tipos de dispositivos que pueden encontrarse en el hogar: reproductores, servidores de contenido, terminales de acceso al sistema, etc.

Reproductor: Elemento cuya función es la de reproducir el contenido multimedia almacenado en los dispositivos que guarden contenido.

Servicio de Compartición: Esta entidad simboliza todos los mecanismos de compartición con otros usuarios que se dan en este sistema.

Servicio F@H: Este elemento representa el servicio Feel@Home que el cliente contrata para su hogar. Es un elemento inmaterial.

Servicio Remoto: Objeto que engloba los servicios que existen fuera del hogar. Este objeto permite el acceso remoto al hogar o la reproducción de contenido compartido por otros hogares.

En la figura 3-1 se representa un diagrama de entidades donde aparecen todos los elementos definidos anteriormente y la relación que se da entre ellos [2].

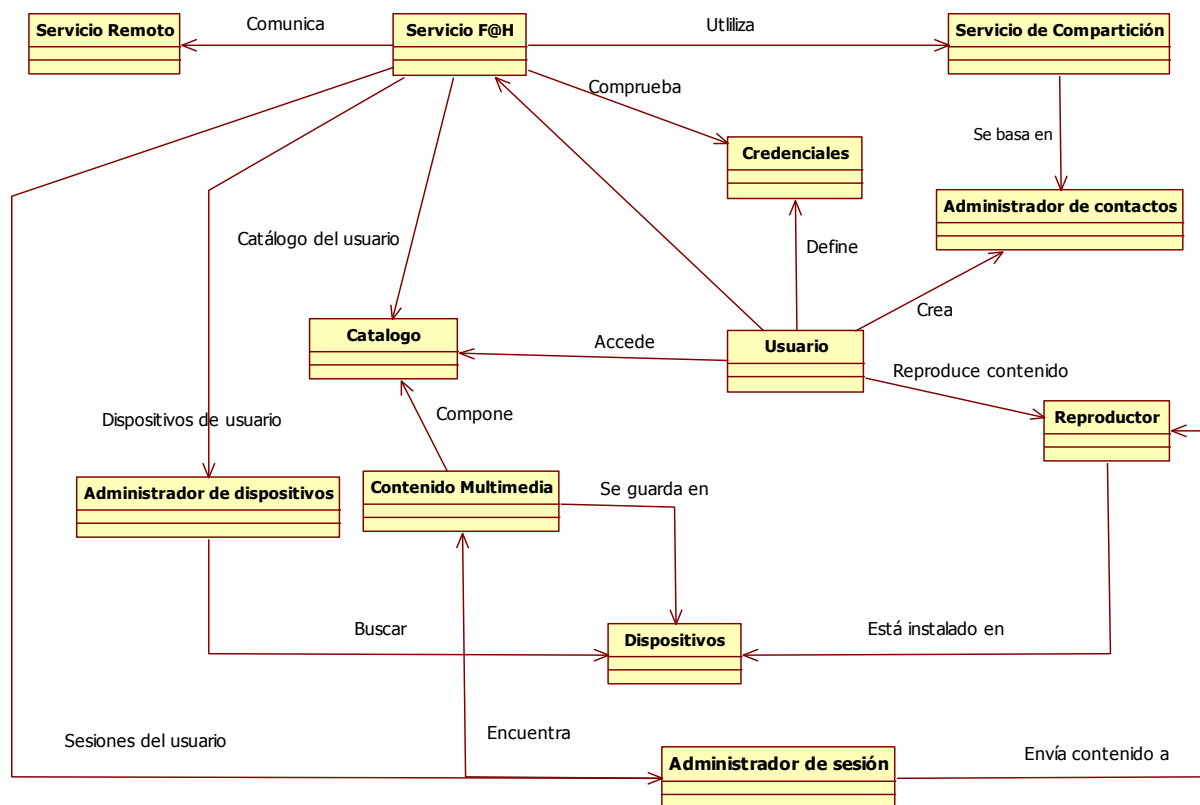


Figura 3-1 : Diagrama de entidades

Una vez consideradas las entidades y analizando todos los requisitos descritos para la parte del acceso a contenido local, se puede entrever que la solución deseada para la parte local es un sistema que interconecte de alguna manera todos los dispositivos multimedia del hogar. Asimismo, este sistema debería soportar funcionalidades extra que permitieran cumplir todos los requisitos expuestos, como por ejemplo la reproducción de contenido.

Para crear el escenario local se ha elegido la tecnología UPnP (*Universal Plug and Play*) [3]. UPnP es una arquitectura de red abierta y distribuida que se basa en TCP/IP y en las tecnologías Web para permitir una conexión fluida entre dispositivos. Del mismo modo, proporciona mecanismos de control y transferencia de datos entre los dispositivos conectados mediante una red en el hogar, oficina y espacios públicos.

En el mercado conviven con UPnP otras tecnologías que también podrían cubrir los requisitos. Principalmente existe otra arquitectura llamada Bonjour, la cual tiene buena aceptación por parte de usuarios y desarrolladores. La causa de la no elección de Bonjour a favor de UPnP es el hecho de que Bonjour sea una tecnología propietaria, puesto que es una marca comercial de Apple. Además, UPnP es una tecnología mucho más globalizada y asentada en el mercado, ya que los usos de Bonjour se limitan casi totalmente a entornos con dispositivos Apple.

La tecnología UPnP define una arquitectura propia, en la cual destacan tres elementos:

Punto de Control: El punto de control es el elemento clave dentro de UPnP ya que centraliza todas las comunicaciones que tienen relación con la reproducción de contenido. Sus principales funciones son las de descubrir y controlar los dispositivos UPnP que se encuentran en su red.

Servidor de contenidos: Este dispositivo almacena los contenidos multimedia, los cuales pueden ser de tres tipos: imágenes, audio o video. Para la comunicación con el punto de control ofrece diversos servicios de búsqueda de contenidos.

Reproductor: Su función es la de reproducir el contenido multimedia almacenado en los servidores de contenido.

Naturalmente, al adoptar UPnP como tecnología, la arquitectura de este proyecto se basa en la de UPnP y por lo tanto estos elementos pasan a formar parte de la arquitectura local del proyecto. Esta arquitectura, se incluye, además, los siguientes componentes:

Manager de sesiones: Coincide con la entidad descrita en el apartado anterior llamada administrador de sesiones.

Manager de comunidad: Este es el componente que lleva a cabo todas las tareas relacionadas con la compartición de contenido. En particular, almacena los amigos y grupos a los que pertenece el usuario e implementa el mecanismo de compartición de un contenido personal.

Manager de seguridad: Cumple dos funciones esenciales para el sistema: el registro de nuevos usuarios y la autenticación del usuario en el sistema.

Interfaz de usuario: Es el componente que presenta al usuario los servicios que proporciona el sistema. Al ofrecer todos los servicios disponibles, la interfaz de usuario debe comunicarse con la mayoría de componentes del hogar.

En la figura 3-2 se puede observar el diagrama de componentes que refleja la arquitectura local del sistema.

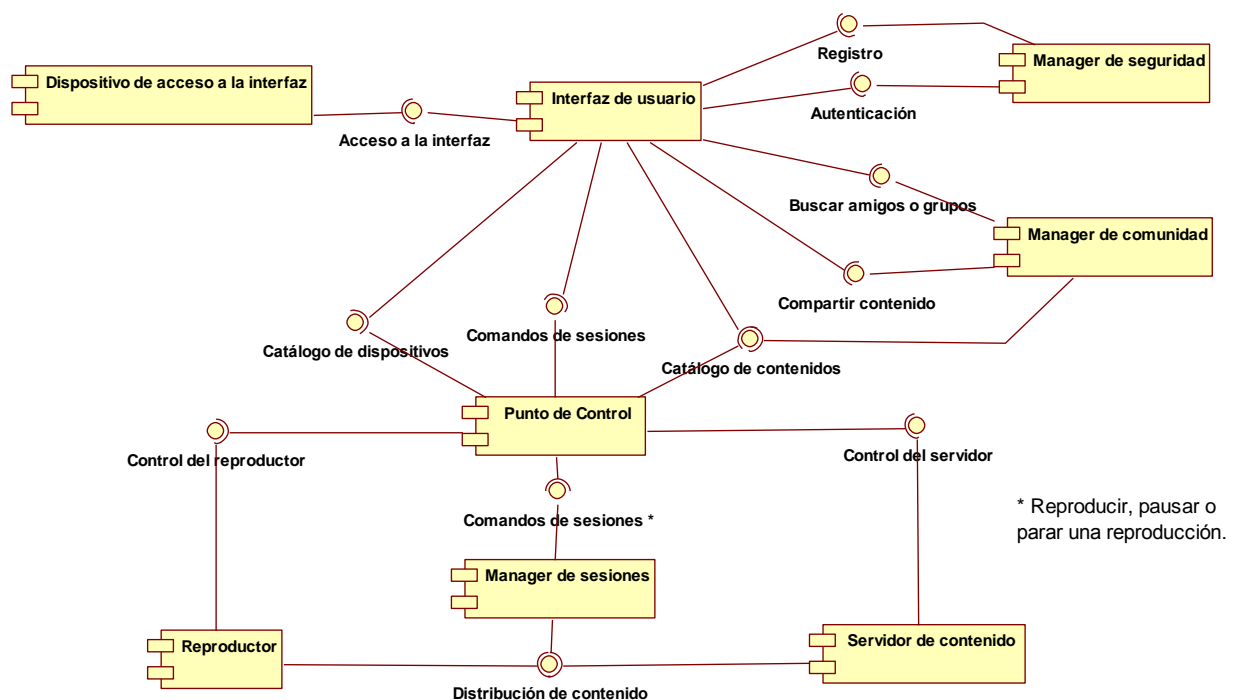


Figura 3-2 : Diagrama de componentes

Este sistema local está comunicado con el exterior a través de un servicio de acceso remoto, que será descrito en el siguiente apartado junto a todos los temas relacionados con comunicaciones externas.

Llegados a este punto, puede observarse que algunos de los requisitos están ya cubiertos. Los requisitos **AL01** y **AL02** se cumplen ya que existe un catálogo creado por el punto de control. También los requisitos **AL07** y **AL08** son cubiertos, esta vez gracias al administrador de sesiones que ofrece los métodos necesarios.

El manager de comunidad y el de contactos proporcionan que se cumplan todos los requisitos de compartición (**CM01 – CM11**).

El manager de seguridad, en su caso, permite cubrir los requisitos **SG02** y la parte local del **SG01**.

Por otra parte, el hecho de usar la tecnología UPnP hace que se cumplan los requisitos **AL03**, **AL04**, **AL05**, **AL06**.

3.3.2. Arquitectura externa

La arquitectura interhogar es la que permite al usuario acceder remotamente a su hogar y a los hogares comunicarse entre sí. En este caso, esta arquitectura va a seguir un modelo centralizado. Este modelo viene impuesto, ya que se necesita un elemento central en el sistema que desempeñe dos tareas claves. La primera, se trata de que haga de puerta de entrada a los usuarios que se conecten desde fuera del sistema, como se describe en el escenario 1 de acceso remoto a contenidos del hogar. La segunda, una posible tarificación, la cual no se implementa en este proyecto fin de carrera pero que se debería llevar a cabo si este sistema llegara a ser comercializado por Telefónica.

Para comunicar los hogares entre sí o con este elemento central es necesario utilizar un componente dentro del hogar que haga de puerta de salida y entrada, el cual se denomina servicio de acceso remoto. El usuario podrá utilizar este componente para buscar y reproducir el contenido que le ha sido compartido y para acceder a los contenidos y dispositivos de su hogar remotamente. De este modo se cumplen los requisitos **AR01**, **AR02** y **AR03**.

Los componentes que compondrán la arquitectura externa serán:

Interfaz de usuario: De nuevo es necesaria una interfaz de usuario para los usuarios que se conecten remotamente al sistema.

Manager de seguridad: Por temas de seguridad es importante que además del usuario, el hogar deba identificarse en el sistema. Asimismo, el usuario que vaya a utilizar el sistema remotamente debe autenticarse.

Manager de comunidad externo: Se trata de la extensión del manager de comunidad explicado en la parte local. Éste, en concreto, realiza dos tareas. La primera corresponde con la gestión de los grupos, la cual necesita ser centralizada, puesto que deben poder ser buscados o creados por todos los usuarios. La segunda corresponde a la compartición. Este componente será el que almacene la información de los usuarios que comparten y el que hará de intermediario en las comunicaciones entre hogares cuando pidan información sobre el contenido compartido.

Servicio de acceso remoto: Se trata del componente que permite la comunicación entre los hogares y entre el hogar y el servidor central. Entre sus funciones destaca la reproducción de contenido compartido remotamente entre hogares y el acceso remoto al hogar.

Estos cuatro componentes se encuentran en el servidor central y el servicio de acceso remoto, además, estará alojado en un router avanzado llamado pasarela residencial incluido en cada hogar [4].

En la figura 3-3 se muestran los dispositivos la arquitectura interhogar.

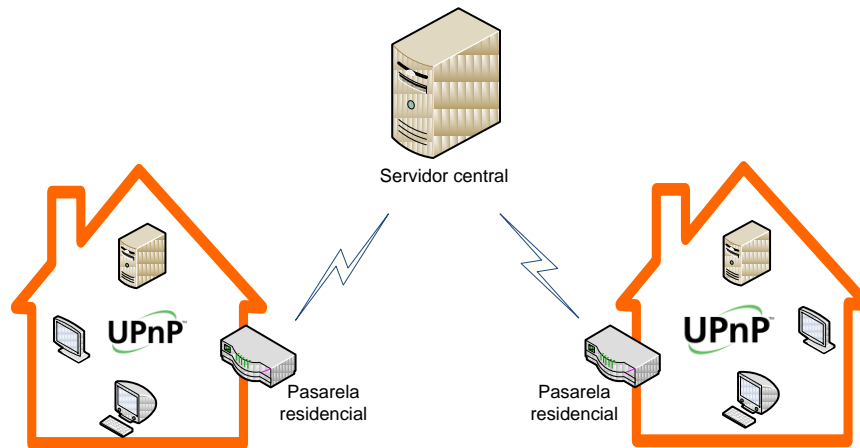


Figura 3-3 : Esquema de la arquitectura interhogar

A partir de estos componentes puede asegurarse que los requisitos **SG03** y la parte remota de **SG01** se cumplen.

Una vez concluido el diseño de la arquitectura del sistema, es el momento de tratar el problema de cómo interconectar todos los hogares entre sí y con el servidor central. El principal escollo a solucionar es qué tecnología se debe usar para comunicar todos los elementos de la arquitectura. Existen varias soluciones que pueden ser aceptables, sin embargo, la elección tomada es interconectar todos los elementos a través de VPN (*Virtual Private Network*), lo cual permite cubrir el requisito **SG04**. En el anexo C, se enumeran las diferentes tecnologías que se tuvieron en cuenta, centrándose en la explicación de sus ventajas e inconvenientes.

3.4. Diseño de la interoperabilidad

Este proyecto basa la comunicación entre hogares en la tecnología VPN pero existen otras alternativas, tal y como se explica en el anexo C. Este hecho puede significar que quizás en un contexto distinto sea más oportuna la utilización de otra tecnología.

Por otra parte, el objetivo del proyecto Feel@Home es conseguir que el mercado adopte este sistema por lo que puede ser una buena idea demostrar que es interoperable con otras tecnologías de comunicación entre hogares. En concreto, en este proyecto, se diseña e implementa la interoperabilidad entre VPN e IMS.

La finalidad a cumplir es que todos los usuarios de Feel@Home sean capaces de usar el sistema de la misma forma sin importar la tecnología de conexión de hogares que exista. Por ejemplo, un

usuario de VPN debería ser capaz de compartir contenido con un usuario de IMS y éste poder reproducirlo sin problema y viceversa, de forma transparente para ellos.

El diseño que se lleva a cabo para conseguir este objetivo supone añadir un módulo nuevo en cada arquitectura. Estos dos elementos se comunican a través de un lenguaje común y harán de traductores con sus respectivos sistemas. Asimismo, cada módulo será visto por los elementos de su arquitectura como un representante de todos los hogares del otro sistema.

Este sistema interoperable fue creado en conjunto con otra empresa que se ocupó de la parte de IMS. Por tanto, en este proyecto, el objetivo es crear el elemento nuevo en la parte de VPN y llegar a un acuerdo con los desarrolladores de la parte de IMS para definir las APIs. Concretamente, en este sistema, se diseña que el servidor central implemente el módulo de interoperabilidad. Esto responde al hecho de que obligatoriamente la comunicación va a pasar por el servidor central y que hasta ahora, el servidor central no contiene demasiados componentes.

En la figura 3-4 se observa el esquema que representa la interoperabilidad entre ambos sistemas:

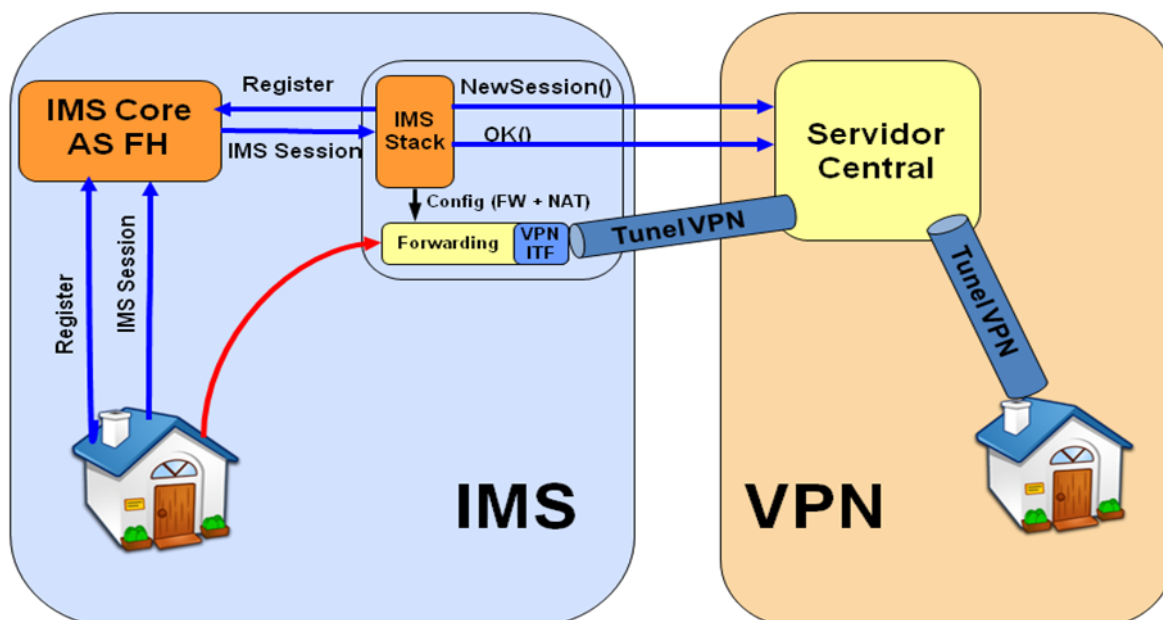


Figura 3-4 : Esquema de la interoperabilidad

Para facilitar la implementación, se decide utilizar identificadores distintos para los usuarios de VPN y los usuarios de IMS. Concretamente, los usuarios de VPN tendrán un identificador del tipo: X@Telefonica.es y los de IMS: X@Orange.fr.

Mediante el diseño expuesto es evidente que los requisitos de interoperabilidad **IN01**, **IN02**, **IN03** e **IN04** son cumplidos.

3.5. Interacción de los elementos de la arquitectura

En este apartado se describen, para las diferentes funcionalidades que el sistema oferta, las comunicaciones que se dan entre los elementos de la arquitectura. En aras de una mejor comprensión, se utilizan diagramas de secuencia UML para cada caso.

3.5.1. Reproducción de contenido local.

Este servicio ofrecido por el sistema es utilizado en el escenario 2.2. En la reproducción de contenido local, el usuario selecciona un contenido de su catálogo y lo reproduce en un reproductor local. Una vez está reproduciendo el contenido, el sistema le permite parar o pausar la sesión. En la figura 3-5 se observa el diagrama de secuencia que representa la reproducción de contenido.

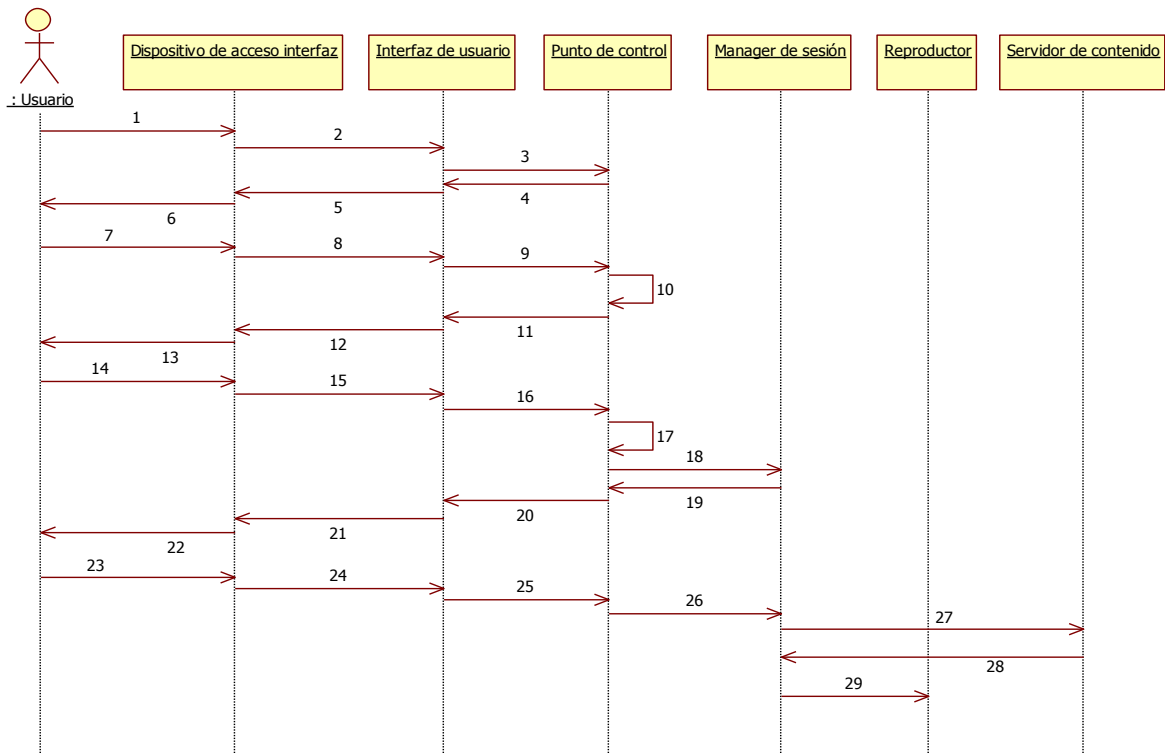


Figura 3-5 : Diagrama de secuencia de la reproducción de contenido

1-3 – El usuario pide el catálogo disponible. La interfaz de usuario usa el servicio del punto de control que lo proporciona.

4-6 – El punto de control devuelve el catálogo a la interfaz y ésta lo muestra al usuario.

7-9 – El usuario selecciona el contenido que quiere reproducir. Esta información llega hasta el punto de control.

10 – El punto de control guarda la información de manera que más adelante podrá saber qué contenido ha seleccionado el usuario.

11-13 – El punto de control devuelve la lista de reproductores disponibles localmente. La interfaz de usuario muestra esta lista al usuario.

14-17 – El usuario selecciona un reproductor y esta información llega hasta el punto de control. Éste guarda esta información en el paso número 17.

18-19 – El punto de control transmite la información guardada (contenido y reproductor) al manager de sesión. Éste crea la sesión.

20-22 – Si la sesión ha sido creada satisfactoriamente, el punto de control avisa a la interfaz la cual muestra al usuario la opción de reproducir.

23-27 – El usuario pulsa en reproducir y este mensaje se propaga hasta el manager de sesión. Éste usará la información almacenada para contactar con el servidor de contenidos donde se encuentra el contenido a reproducir.

28-29 – Una vez recibe la información necesaria del servidor de contenidos, el manager de sesiones cumplimenta la petición de reproducción y la envía al reproductor seleccionado. El contenido se reproduce inmediatamente.

A partir de aquí, el usuario puede modificar la sesión (parar o pausar), lo cual causará una comunicación entre usuario y manager de sesiones igual que en la reproducción. Si pausa o para la reproducción, el manager de sesión enviaría al reproductor una petición de pausa o de detención.

3.5.2. Reproducción de contenido remoto

Se trata de la situación en la que un usuario reproduce contenido que le ha sido compartido y que coincide con el escenario 3 del apartado 2.4. Los pasos son similares a los de la reproducción de contenido local pero ahora existen cambios al requerir el catálogo y al reproducir puesto que el contenido no está en el hogar. Además, en este escenario no es posible la reproducción del contenido en un dispositivo local puesto que para realizar esta acción sería necesario implementar un servidor virtual de contenidos. Consecuentemente, la reproducción se realizará en el dispositivo de acceso a la interfaz de usuario. La figura 3-6 detalla las comunicaciones que se dan en esta reproducción.

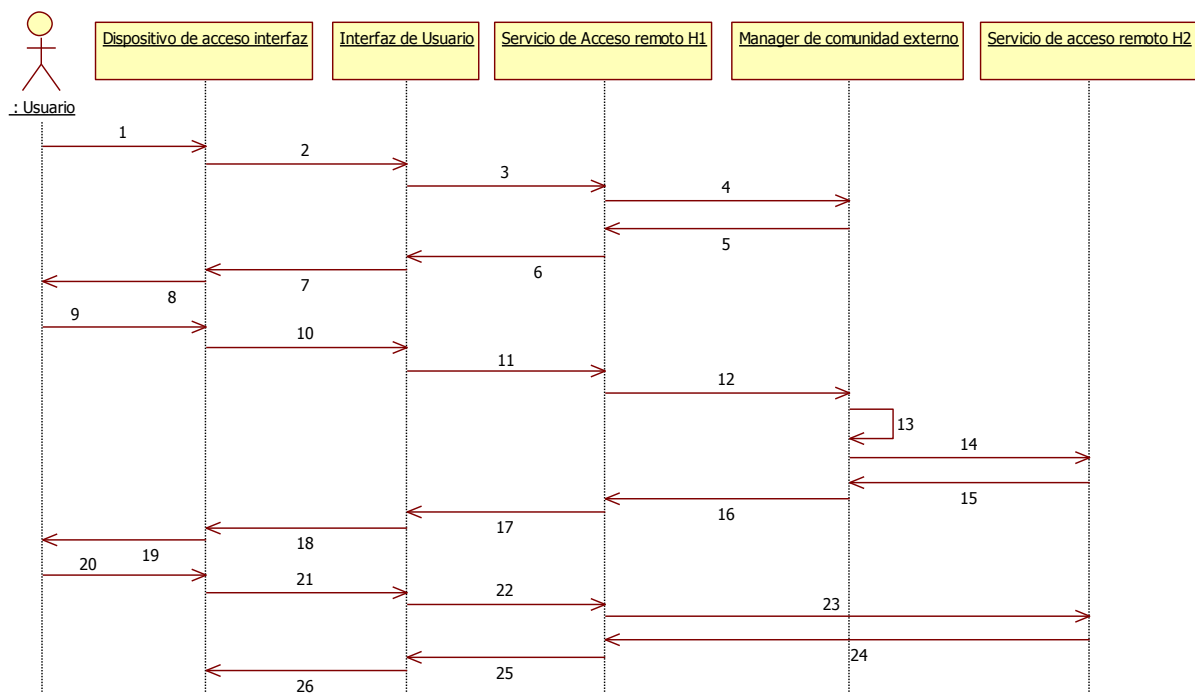


Figura 3-6 : Diagrama de secuencia reproducción remota

1-3 – El usuario consulta los usuarios que comparten algo con él. Esta petición llega hasta el servicio de acceso remoto.

4 – El servicio de acceso remoto conecta con el manager de comunidad del servidor central para conocer los usuarios que comparten algo con el usuario.

5-8 – El manager de comunidad externo da la lista de usuarios.

9-12 – El usuario selecciona uno de ellos y en consecuencia genera la petición de conocer la lista de contenidos que le comparte. Esta petición llega hasta el manager de comunidad externo.

13-15 – Tras consultar sus datos y conocer cómo llegar hasta el hogar del usuario que comparte, contacta con el servicio de acceso remoto de éste, el cual le proporciona la lista de contenido.

16-19 – La lista es transmitida hasta que llega al usuario. Es importante apuntar que en el paso número **16**, el manager de comunidad externo envía información acerca de cómo encontrar el hogar del usuario que comparte al servicio de acceso remoto del hogar del usuario.

20-22 – El usuario selecciona uno de los contenidos para reproducir. Esta petición llega hasta el servicio de acceso remoto de su hogar.

23-26 – El servicio de acceso remoto H1, usando la información recibida en el paso **16**, conecta con el servicio de acceso remoto H2 para pedir el contenido a reproducir. Éste contacta con el punto de control de ese hogar para saber los datos necesarios para la reproducción. Estos datos son reenviados al servicio remoto H1 y a la interfaz que comienza la reproducción en el dispositivo.

3.5.3. Acceso remoto al hogar

Esta funcionalidad que ofrece el sistema es la que se describe en los escenarios del apartado 2.3. Tal y como se describe en ese apartado, existen dos tipos de acceso remoto: desde un dispositivo fuera del sistema Feel@Home o desde dentro de un hogar, diferente al propio, que ha contratado el sistema Feel@Home. La figura 3-7 describe el primer tipo.

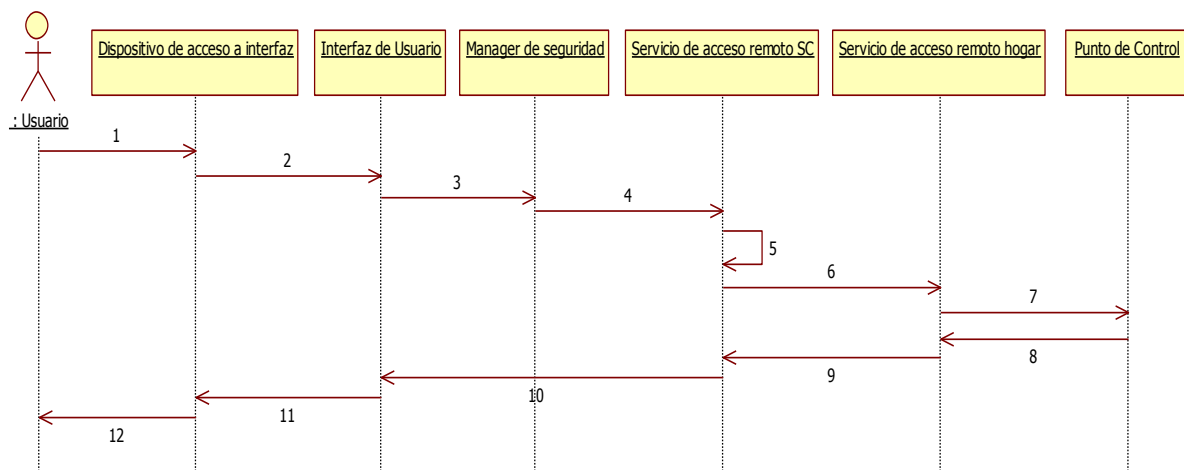


Figura 3-7 : Diagrama de secuencia del acceso remoto

1-3 – El usuario desde un lugar externo al sistema conecta con el sistema y se autentica a través de la interfaz de usuario del servidor central.

4 – Si la autenticación es correcta, el manager de seguridad envía al servicio de acceso remoto del servidor central la identificación del usuario.

5 – El servicio de acceso remoto del servidor central, usando esta identificación, consigue saber el hogar del usuario.

A partir de aquí, todas las peticiones del usuario llegarán hasta su hogar a través de los servicios de acceso remoto (Servidor central y hogar).

Cuando el usuario conecta desde un hogar que ha contratado el servicio Feel@Home, lo que corresponde al segundo tipo de acceso remoto, los pasos que se dan son los mismos sólo que la comunicación debe pasar por el servicio de acceso remoto de otro hogar.

3.5.4. Compartición de contenidos

Por último se analiza el caso en el cual el usuario comparte un contenido personal con un usuario amigo o grupo, que corresponde con los escenarios 1 y 2 del apartado 2.4. La figura 3-8 lo describe.

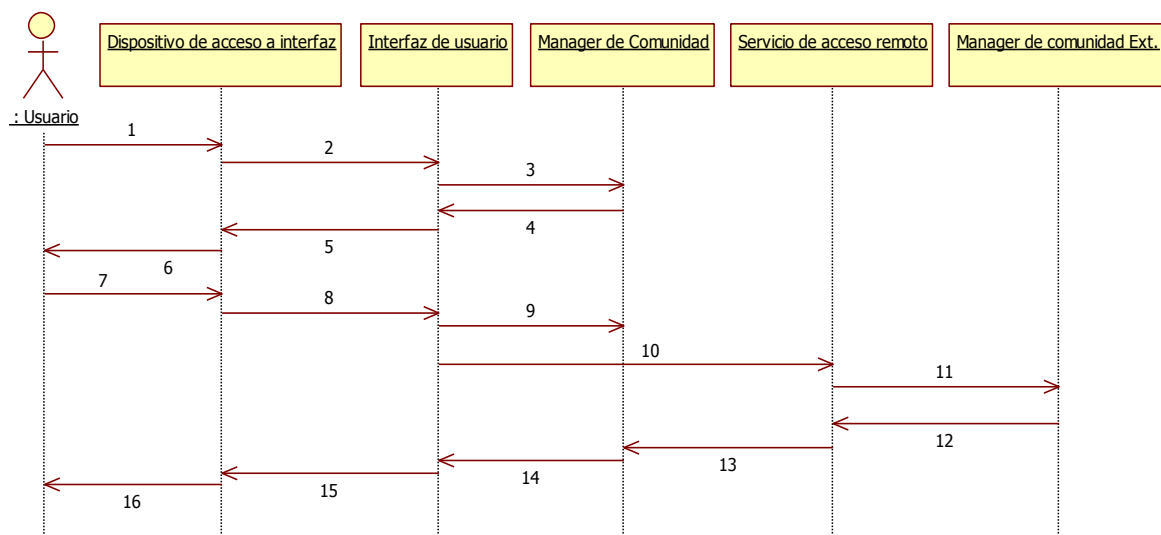


Figura 3-8 : Diagrama de secuencia de compartición

1-3 – El usuario decide compartir un contenido personal con un amigo. Esta petición llega al manager de comunidad.

4-6 – El manager de comunidad envía al usuario una lista con sus amigos y grupos a los que pertenece. Esta lista puede ser modificada por el usuario comunicándose con el manager de comunidad.

7-8 – El usuario elige un usuario amigo o un grupo al que compartir. Esta petición lanza dos procesos que corresponden a los siguientes pasos.

9 – El manager de comunidad guarda la información de a quién comparte qué contenido.

10-11 – Se comunica al manager de comunidad externo que el usuario está compartiendo algo con su amigo o con el grupo correspondiente. Éste almacena esa información para posibles peticiones de saber quién comparte contenido con quién.

12-16 – Si no se ha producido ningún error, se transmite un mensaje de OK hasta el usuario.

3.5.5. Interacción entre elementos de la interoperabilidad.

Las comunicaciones relacionadas con la interoperabilidad siempre incluyen a los módulos de interoperabilidad de ambos sistemas: VPN e IMS. Aun así, ya que los mensajes transmitidos no son exactamente iguales, se describen detalladamente dos situaciones.

3.5.5.1. Compartición de contenido

En la parte de VPN, cuando un usuario comparte un contenido se produce una conexión con el servidor central como se vio en la figura 3.8 (paso 10). Éste comprobará el identificador del usuario al que se le comparte y si corresponde con el de un usuario de Orange, el servidor central notificará al módulo de interoperabilidad de IMS esta compartición.

3.5.5.2. Reproducción de contenido

Cuando un usuario de Telefónica quiera ver el contenido que le comparte un usuario de Orange, el servidor central preguntará por esta información al módulo de interoperabilidad de IMS, el cual devolverá una lista de contenidos. Si el usuario quiere reproducir un contenido, el servidor central pedirá al módulo de interoperabilidad de IMS información sobre dónde puede encontrar ese contenido. Esta información será transmitida a la interfaz web del usuario, que la usará para reproducir el contenido que se encuentra en el sistema Orange.

Capítulo 4

Implementación

4.1. Introducción

El capítulo de implementación trata de describir la parte más técnica del proyecto. Basándose en el capítulo de diseño, se explica todo el desarrollo hecho a lo largo del proyecto.

4.2. Implementación escenario local

Este apartado se ocupa de la implementación del sistema dentro del hogar. Para una mayor claridad, se explica cada uno de los componentes involucrados en el escenario local, los cuales aparecen en la arquitectura ilustrada en la figura 3-2.

4.2.1. Elementos UPnP

Tomando en consideración el diseño del escenario local, existen tres elementos UPnP descritos en esa misma parte. Aquí se detalla su implementación:

4.2.1.1. Punto de Control

El punto de control sobre el que se va a basar este proyecto fue creado en su momento por David Cerdón como Proyecto Fin de Carrera [5]. Este punto de control ofrece unas funcionalidades básicas de control de UPnP, las cuales son limitadas para cubrir todos los requisitos de este proyecto. Por eso, ha sido necesario llevar a cabo un desarrollo adicional, es decir, el punto de control final es una versión extendida del punto de control original.

El punto de control está programado en Java y funciona en OSGi [6], por lo que todo el proyecto va a tener que girar en torno a este sistema modular y al lenguaje de programación Java.

4.2.1.2. Reproductor UPnP

Se usó el reproductor AV Media Renderer de Intel. El AV Media Renderer de Intel es un reproductor UPnP incluido dentro de un paquete de herramientas UPnP llamado Intel® Tools for UPnP Technology™ [7]. Estas herramientas son completamente libres y suponen una gran ayuda para comprobar el funcionamiento del sistema UPnP.

4.2.1.3. Servidor UPnP

Se utilizó el servidor AV Media Server de Intel, el cual pertenece también al paquete de herramientas Intel Tools for UPnP Technology.

4.2.2. Catálogo

Este elemento, que aparece en el diagrama de entidades de la figura 3-1, es el encargado de almacenar el contenido multimedia descubierto por el punto de control en la red. Para su implementación se ha usado una base de datos MySQL [8], la cual se divide en cuatro tablas. Tres de ellas guardan contenido: audio, imagen y video; la cuarta almacena las carpetas que son compartidas, como por ejemplo un álbum de música. La figura 4-1 representa un diagrama de bases de datos dónde se describe la base de datos local.

El punto de control y el manager de comunidad son los encargados de acceder a estas tablas para buscar un contenido, crear una lista de los contenidos disponibles o compartir un contenido.

4.2.3. Manager de comunidad

Este componente tiene dos cometidos. El primero es almacenar los amigos que tienen los usuarios del hogar en el sistema y los grupos a los que pertenecen. Para su implementación, se crearon dos tablas: “friends” y “groups”. La tabla “friends”, representa la lista de amigos y está añadida dentro de la base de datos MySQL creada en el apartado anterior. Puede observarse en la figura 4-1. La tabla “groups”, representa la lista de grupos y se incluye dentro de la base de datos creada en el servidor central. Será explicada en detalle en el apartado de compartición.

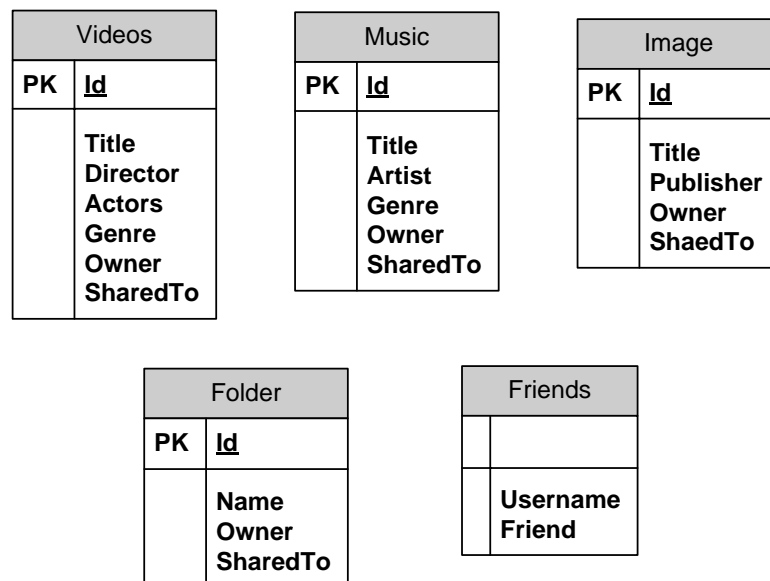


Figura 4-1 : Tablas en la base de datos del hogar

A diferencia del catálogo, la tabla que representa los amigos y grupos no es modificada por el punto de control sino por la interfaz de usuario, ya que no tiene relación con eventos UPnP.

El segundo cometido es compartir un contenido. Para lograrlo se programó un método en la interfaz que contacta con el catálogo e inserta en el campo correspondiente el permiso para que el usuario compartido pueda acceder a ese contenido.

4.2.4. Manager de sesiones

Este componente es el encargado de ejecutar la reproducción y modificarla (pausar o parar). Para su implementación, se ha tenido en cuenta la continua interacción que tiene con el punto de control y se ha implementado dentro de éste.

Para crear la reproducción, el manager de sesiones envía una llamada UPnP de reproducción al reproductor en la que se le indican todos los parámetros necesarios sobre la ubicación del contenido. Tras ello, actualiza su lista de sesiones, las cuales están indexadas por un identificador. Cuando el usuario quiera modificar la sesión, el manager de sesiones accederá a esta lista, obtendrá la información necesaria, la actualizará y hará la llamada UPnP correspondiente al reproductor (pausar o parar).

4.2.5. Manager de seguridad

Este componente, como se ha visto en la parte de diseño, ofrece dos servicios: registrar a nuevos usuarios y autenticar. Para implementar estos servicios, se ha creado un proyecto de OSGi que contiene dos métodos: registrar y autenticar. Estos, comunican con el servidor central para que compruebe en su tabla de usuarios la identidad del usuario o, en el caso del registro, introduzca una nueva entrada. Este proyecto, se instalará en el framework de OSGi junto con el punto de control.

4.3. Interfaz gráfico de usuario

4.3.1. Introducción

Todo el sistema desarrollado no tendría sentido si el usuario no pudiera utilizarlo. El interfaz gráfico es el medio que tiene el usuario para interaccionar con el sistema y poder utilizar sus servicios. En este proyecto, el interfaz consiste en una aplicación web desplegada en un servidor web Tomcat 6.0 [9] que existe en cada hogar y en el servidor central.

Para la implementación de esta aplicación web se ha utilizado la herramienta de desarrollo Struts [10], incluida en la plataforma J2EE. Esta herramienta sigue la arquitectura de diseño web Modelo-Vista-Controlador (MVC), la cual diferencia tres partes en una aplicación web: los datos que usa la aplicación (modelo), la interfaz de usuario (vista), y la lógica de control (controlador).

La figura 4-2 muestra un esquema de este diseño aplicado a Struts.

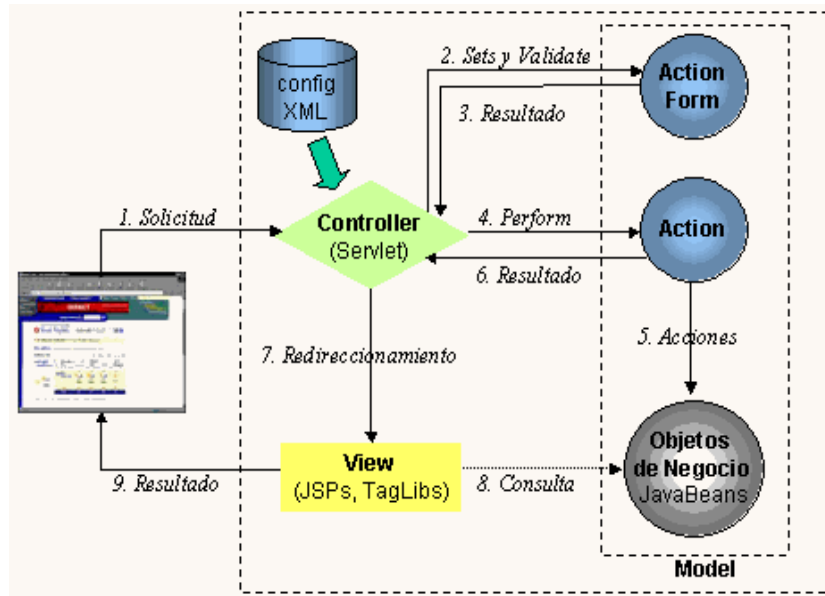


Figura 4-2 : Estructura de MVC aplicado a Struts [11]

4.3.2. Uso de la aplicación web

La aplicación web se divide en tres partes. La primera parte contiene las acciones que el usuario puede ejecutar localmente relacionadas con sus contenidos:

- Buscar contenido local. Esta opción puede hacerse de dos formas distintas: buscando por tipo de contenido (audio, imagen o video) o a través de las carpetas donde se almacenan en los servidores.
- Reproducir o compartir videos, imágenes o audio. Si la búsqueda de contenido es por carpetas, también es posible la compartición de carpetas.
- Pausar, continuar o parar sesiones locales en curso.
- Buscar información sobre los dispositivos existentes en el hogar.

La segunda parte se ocupa de las funciones relacionadas con la compartición de contenidos:

- Conocer los usuarios que están compartiendo algo con el usuario.
- Reproducir los contenidos o carpetas compartidas con el usuario.
- Ver los contenidos o carpetas que se están compartiendo.
- Eliminar la compartición de contenidos o carpetas con otro usuario.

La tercera y última parte permite al usuario utilizar todas las funciones disponibles relacionadas con la red social. En este caso el usuario puede:

- Añadir un nuevo usuario como amigo.
- Listar todos los usuarios que tiene como amigos pudiendo eliminarlos de la lista.
- Crear un grupo.
- Ver todos los grupos que existen en el sistema y poder unirse a ellos.
- Acceder a la lista de grupos a los que pertenece el usuario, con la posibilidad de borrarse de ellos.

En el anexo A, se extiende la explicación de esta interfaz de usuario a través de un manual de usuario en el cual puede observarse el verdadero potencial de la aplicación web mediante ejemplos concretos e imágenes.

4.3.3. Implementación de la aplicación web

Para describir la implementación de la aplicación web, se explica brevemente cómo se desarrollaron las tres partes que existen en el modelo MVC descrito anteriormente.

Respecto a la parte de la vista, su desarrollo requirió crear documentos jsp y html. En concreto se programaron 37 documentos jsp y html. Para lograr la representación gráfica deseada, se utilizaron lenguajes como javascript y html ayudados por scriptlets. Además, existe un documento CSS donde se almacenan los estilos a usar y diferentes imágenes e iconos que se insertan en la aplicación web para mejorar su apariencia.

La parte del modelo es la más compleja y fue desarrollada íntegramente en Java. En este caso se diferencian dos tipos de clases, los Action y los ActionForm. Los Action son las clases que implementan la interacción del usuario con los elementos del sistema Feel@Home, como por ejemplo añadir un nuevo amigo en el administrador de contactos o realizar la llamada adecuada al punto de control para reproducir un contenido. Los ActionForm, son clases muy sencillas sin ningún método definido pero necesarias para la creación de formularios en Struts.

La parte del controlador, está parcialmente definida al crear en Eclipse un proyecto Struts. Simplemente hubo que añadir ciertas entradas en el XML de configuración, el cual define las relaciones entre el modelo y la vista.

4.3.4. Comunicación entre punto de control y aplicación web: Rest

Tal y como se ha descrito anteriormente, el punto de control es un módulo de OSGi mientras que la aplicación web se encuentra desplegada en un servidor Tomcat, lo cual impide la comunicación entre ellos.

Para lograr esta comunicación se ha utilizado un componente de OSGi llamado Rest. Rest es un estilo de arquitectura de software orientado a la programación web, creado para trabajar en entornos de J2EE. Esta arquitectura define unas clases, llamadas recursos, que implementan métodos HTTP (get, post, delete...). Estos métodos http, a través de OSGi, realizan llamadas a los servicios que ofrece el punto de control (buscar contenido, reproducirlo...). Asimismo, Rest define una URL por cada recurso, de manera que la aplicación web simplemente tiene que llamar a la URL del recurso requerido usando un método HTTP para comunicarse con el punto de control. La figura 4-3 muestra un esquema del funcionamiento del sistema con Rest. Como puede observarse, en la aplicación web se crea un cliente Rest que será el que haga las llamadas HTTP a las URL ofrecidas por el servidor Rest.

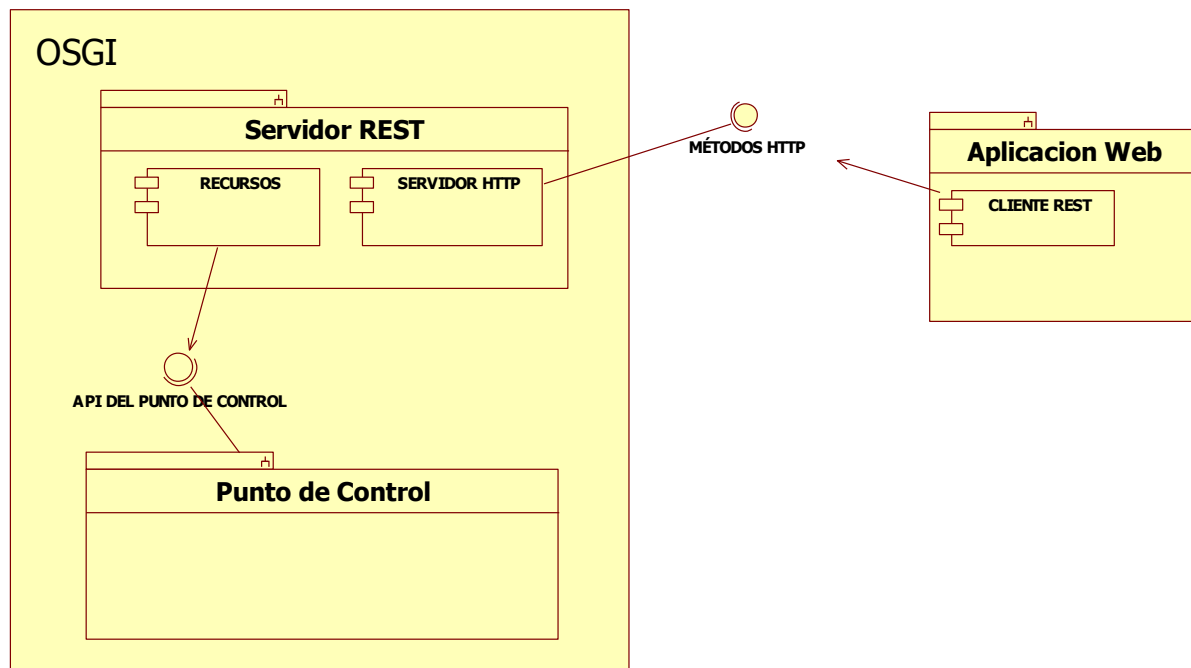


Figura 4-3 : Esquema de la comunicación usando Struts

4.4. Implementación de la comunicación entre hogares

Este apartado trata sobre la implementación de la comunicación de todos los hogares entre sí. En el capítulo de diseño se ha explicado que el sistema se basa en una arquitectura centraliza, por tanto, primero se describirá el elemento central y después el elemento del hogar que permite la comunicación con el exterior. Posteriormente, se especifica la implementación de las VPN.

4.4.1. Servidor Central

El servidor central es el elemento central de la arquitectura. A través de él viajan todas las comunicaciones entre los hogares por lo que es un elemento bastante complejo. En un posible despliegue de este sistema, el servidor central sería un nodo dentro la red de internet que Telefónica tiene desplegada. Este nodo, además de disponer de recursos suficientes para no llegar a ser un cuello de botella, debería tener al menos dos interfaces, una para los usuarios de Feel@Home y otra para los usuarios fuera de Feel@Home que requieran acceso remoto a su hogar.

Como se ha visto en el capítulo de diseño, está formado por cuatro componentes: manager de seguridad, interfaz de usuario, manager de comunidad externo y servicio de acceso remoto. Además, debe añadirse la parte de interoperabilidad. El manager de seguridad se basa en el software OpenVPN que implementa las VPN como se verá en el apartado de seguridad. El servicio de acceso remoto y el manager de comunidad externo son implementados como servicios web que usan una base de datos central. Estos servicios web están desplegados en un servidor web en el cual se encuentra la interfaz de usuario. En la figura 4-4, se puede ver un esquema de los elementos que forman el servidor central:

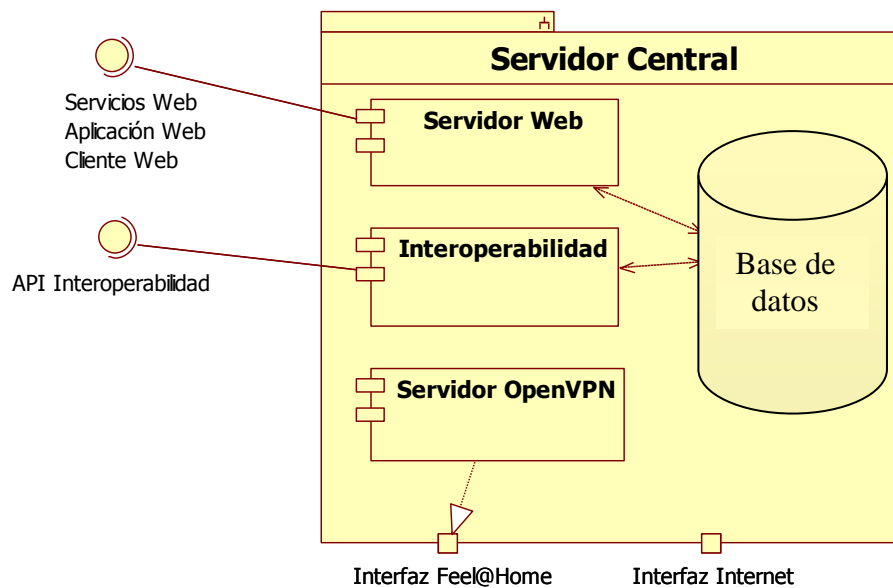


Figura 4-4 : Elementos que forman el servidor central

4.4.1.1. Servidor Web

Se usa un servidor web Tomcat 6 en el cual están desplegados unos servicios web, un cliente web y la aplicación web que hace de interfaz con el usuario remoto.

Los servicios web son el mecanismo que permite la comunicación entre el servidor central y los hogares. El servidor central ofrece unos métodos a través de los servicios web a los hogares, los cuales también ofrecen otros métodos que son consumidos por el cliente web del servidor central.

La aplicación web es la que permite a usuarios que se encuentran fuera del sistema Feel@Home interactuar con su hogar y en definitiva con el sistema. Esta aplicación es igual a la contenida en el hogar y simplemente cambia la comunicación con el punto de control del hogar.

4.4.1.2. Interoperabilidad

Este elemento es el que facilita la interoperabilidad con IMS. Como se explicará en el apartado 4.7, este elemento es simplemente un servidor y un cliente Rest.

4.4.1.3. Servidor OpenVPN

Este elemento es el que permite la creación de túneles VPN entre el hogar y el servidor central. Tal y como se definió en el capítulo de diseño, el transporte de datos entre hogar y servidor central es a través de VPN. Como se verá en el apartado 4.4.3, para la creación de estos túneles se utiliza un software llamado OpenVPN. Este software se basa en comunicaciones cliente-servidor, por lo que es trivial pensar que el servidor esté instalado en el servidor central.

4.4.1.4. Base de datos

El servidor central también contiene una base de datos MySQL. Esta base de datos guarda información esencial para los servicios de compartición y seguridad. En concreto contiene tres tablas: “Share”, “Users” y “Groups”. En la figura 4-5 se pueden observar estas tablas.

| Users | | Groups | | Share | |
|-------|------------------------|--------|----------------------|-------|----------|
| PK | <u>Username</u> | PK | <u>Name</u> | | |
| | Home Password IP | | Description Users | Owner | SharedTo |

Figura 4-5 : Tablas contenidas en la base de datos central

La tabla “Users” almacena información de todos los usuarios del sistema. Concretamente, guarda el nombre de usuario, que servirá como identificador en el sistema, el nombre del hogar, la dirección IP y el password, que se usa para la autenticación. La tabla “Groups” guarda el nombre, la descripción y los usuarios que se incluyen en los grupos que existen en el sistema. En la tabla “Share” se almacena la información que detalla los usuarios que comparten contenido con otros.

4.4.2. Pasarela Residencial

La pasarela residencial es el elemento del hogar que permite la comunicación con el servidor central. Se trata de un router avanzado que permite instalar aplicaciones en él. La pasarela implementa el componente llamado servicio de acceso remoto, el cual, como se ha explicado, comunica con el servidor central a través de servicios web. La figura 4-6 describe la pasarela residencial

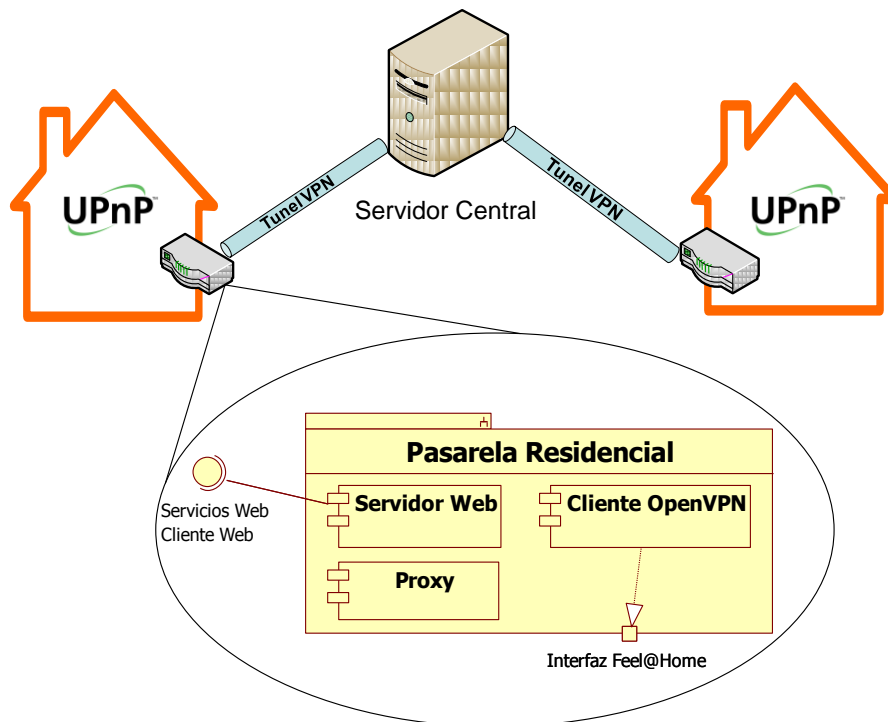


Figura 4-6 : Descripción de la pasarela residencial

4.4.2.1. Servidor Web

Como se ha señalado anteriormente, el servidor central y los hogares se comunican usando servicios web. Consecuentemente, es necesario un servidor web que contenga:

- Un cliente web que consuma los servicios que ofrece el servidor web del elemento central de la arquitectura.
- Los servicios web ofertados al elemento central.

Además, puesto que la interacción con la aplicación web va a ser constante, se incluye la aplicación web en este servidor.

4.4.2.2. Proxy

Este elemento es el que permite la comunicación de los elementos de la arquitectura local con el exterior. Desde el exterior, la única dirección conocida es la IP virtual de la pasarela residencial. Cuando, por ejemplo, se requiera acceder a un contenido, se usará esta IP virtual aunque el contenido no estará allí, si no en un servidor multimedia detrás de la pasarela. La pasarela, a través del proxy, se encarga de redireccionar correctamente esta comunicación de forma transparente para el usuario externo.

4.4.2.3. Cliente OpenVPN

Como se ha apuntado previamente, los datos generados en la comunicación vía servicios web, viajan a través de túneles VPN. Todos los hogares cuentan con un cliente OpenVPN instalado en sus respectivas pasarelas residenciales, el cual conecta con el servidor OpenVPN para establecer los túneles.

4.4.3. OpenVPN

Para la implementación de las VPN se buscó un software fiable, fácil de usar y que soportara unos protocolos de seguridad adecuados. OpenVPN, además de todas estas características, añade que es un software libre y ampliamente usado, ya que es multiplataforma.

OpenVPN se basa en una arquitectura servidor/cliente y permite la creación de redes privadas virtuales con multitud de opciones. En el anexo B se exponen las diferentes opciones de configuración que existen además de una explicación detallada de la seguridad que implementa. En el proyecto, tal como se ha descrito, los clientes OpenVPN son instalados en la pasarela residencial de los hogares mientras que el servidor es instalado en el servidor central.

Uno de los puntos fuertes de OpenVPN es la seguridad que implementa, tanto para el cifrado como para la autenticación, los cuales serán comentados en el apartado 4.6.

4.5. Implementación de la compartición de contenido y su reproducción

4.5.1. Introducción

En este apartado se va a describir cómo el sistema consigue implementar la compartición de contenido y su reproducción. Para ello, se analiza una red social sencilla que ha sido creada para la compartición y los elementos requeridos en el sistema para poder ejecutar una reproducción de hogar a hogar, es decir, cuando el contenido se encuentra en un hogar y el reproductor en otro.

4.5.2. Implementación

4.5.2.1. *Red Social*

El sistema Feel@Home define la compartición de contenido de manera privada, es decir, el usuario comparte contenido sólo con las personas que él quiere. Para lograr este objetivo se ha creado un entorno en el cual hay definidas dos entidades: grupos y amigos.

Los amigos son usuarios conocidos a los que el usuario puede compartir un contenido multimedia o carpeta de contenidos. Para administrarlos, existe una lista de amigos en el manager de comunidad, explicado en el apartado 4.2.3, además de una clase en la interfaz de usuario que recoge los datos necesarios y ejecuta las peticiones del usuario respecto a su lista de amigos: buscar amigo, añadir un amigo o eliminar un amigo.

Respecto a los grupos, se definen como conjunto de usuarios que comparten algo en común. Un grupo puede ser útil para un usuario si quiere compartir un contenido con varias personas a la vez.

Para la implementación de los grupos existe una tabla “groups” dentro de la base de datos del servidor central. Esta tabla debe estar allí para que todos los usuarios, con una sola llamada a esta base de datos, sepan todos los grupos existentes en el sistema. Además, existe una clase en la interfaz de usuario que ejecuta las peticiones respecto a los grupos: crear grupo, unirse a un grupo o salir de un grupo. Cabe destacar que la comunicación con la base de datos se hace a través de servicios web.

4.5.2.2. *Sistema de compartición*

La compartición de contenido se apoya en la red social previamente explicada ya que sólo es posible compartir contenido con un amigo o con un grupo al que se pertenece. Básicamente, el hecho de compartir contenido supone añadir en el catálogo una entrada en la cual se especifica el contenido, quién comparte y a quién comparte. Para ello, la interfaz implementa un método que inserta en el catálogo esta información y la envía al servidor central a través de servicios web, puesto que la tabla “share” puede necesitar ser actualizada. El diagrama de secuencia visto en la figura 3-8 describe esta comunicación.

4.5.2.3. *Reproducción de contenido compartido*

La reproducción de contenido compartido se resume en la figura 3-6 del capítulo de diseño.

Deben apuntarse varias ideas respecto a esta reproducción:

- Si la compartición hubiera sido de una carpeta, el usuario hubiera requerido una lista de los contenidos o carpetas que existen dentro de esa carpeta, que en realidad es volver a hacer la misma petición.
- La reproducción de contenido de hogar a hogar no puede realizarse en un reproductor UPnP si no en el dispositivo de acceso a la aplicación web. El reproductor UPnP no puede realizar una llamada UPnP directamente al servidor puesto que la conexión es a través de proxies. Para conseguir esto sería necesaria la creación de un servidor virtual de contenidos.
- Este escenario es el único en el cual existe una comunicación que no pasa por el servidor central. La causa es clara: una reproducción de un contenido es una comunicación con mucha carga y posiblemente duradera, que probablemente pueda originar un cuello de botella muy fácilmente.

4.6. Seguridad en las comunicaciones

4.6.1. Introducción

Este apartado describe la seguridad que existe en el sistema, principalmente en las comunicaciones entre hogares. Primero se explica el mecanismo que existe para registrar un usuario en el sistema. A continuación, se trata el problema de la autenticación, el cual se divide en dos tipos: autenticación del usuario en el sistema y autenticación del hogar en el sistema. Además, se examina el mecanismo que existe para registrarse. Finalmente se estudia el cifrado que proporciona el software OpenVPN.

4.6.2. Autenticación y registro del usuario

4.6.2.1. Registro de un nuevo usuario

El proceso de registro de un usuario en el sistema es el primer paso para poder utilizarlo. Este proceso es sencillo y simplemente supone que el manager de seguridad inserte una entrada en la tabla “users” de la base de datos central. Este proceso ya ha sido explicado en la descripción del manager de seguridad.

4.6.2.2. Autenticación del usuario local

La autenticación del usuario en el sistema se realiza mediante usuario y contraseña. En el entorno local el proceso de autenticación sigue un proceso muy parecido al de registro. La única diferencia es que en vez de insertar datos en la tabla “Users”, el servicio web del servidor central comprueba que el nombre de usuario y la contraseña son correctos. De nuevo, este proceso ya ha sido explicado en la descripción del manager de seguridad.

4.6.2.3. Autenticación del usuario remota

La autenticación de usuario remota también es a través de usuario y contraseña. En este caso, esta autenticación es más sencilla puesto que el acceso a la aplicación web se hace a través del servidor

central. Por tanto, la aplicación web podrá consultar directamente la tabla “Users” de la base de datos.

4.6.2.4. Autenticación del hogar en el sistema

Para esta autenticación se utiliza un sistema de seguridad más complejo puesto que se trata de una autenticación clave para la seguridad del sistema. Si un hogar no registrado pudiera autenticarse, abriría una brecha de seguridad que podría poner en peligro todo el sistema. Además, si existiera la posibilidad de usar el sistema sin autenticarse, la explotación de Feel@Home no tendría sentido ya que sería imposible tarificar su uso.

La autenticación de los hogares en el sistema es la misma que la autenticación del cliente OpenVPN en el servidor. Por tanto, la autenticación usada es la que provee el software OpenVPN para autenticar a los clientes. En OpenVPN existen tres tipos de autenticación, los cuales están descritos en el anexo B. La usada en este proyecto es la más segura de todas: el modo de autenticación SSL/TLS.

4.6.3. Cifrado

OpenVPN también se encarga del cifrado de las comunicaciones, para lo cual utiliza librerías OpenSSL. Estas librerías ofrecen funciones para la criptografía y herramientas útiles para cifrar la información enviada. De todas las posibilidades que OpenSSL da para el cifrado, se ha elegido la Blowfish. Para más información, leer el anexo B.

4.7. Interoperabilidad

4.7.1. Introducción

En este apartado se explica detalladamente el desarrollo hecho para conseguir una interoperabilidad total entre la tecnología VPN e IMS de manera que el sistema Feel@Home sea independiente de la tecnología que conecta los hogares.

Tal y como se mencionó en el apartado de diseño, se añade un elemento nuevo a la arquitectura de cada tecnología que se encargará de llevar a cabo todos los procesos de interoperabilidad.

4.7.2. Módulo de Interoperabilidad

Como se ha explicado en la parte de diseño, en este proyecto, el módulo va integrado en el servidor central. Este módulo debe responder a las llamadas desde IMS y ser capaz de hacer llamadas al módulo de IMS para completar la interoperabilidad. Estas llamadas fueron definidas por unas APIs comunes para los dos sistemas.

En las diferentes reuniones que se tuvieron con Orange, creadores de Feel@Home usando IMS como tecnología de conexión entre hogares, se decidió que lo mejor era usar métodos HTTP para la transmisión de información puesto que era una tecnología madura y que se integraba bien en ambos entornos. Por tanto, se decidió usar Rest.

Para implementar la interoperabilidad en el lado de VPN, se implementa un servidor Rest que responderá a las peticiones y un cliente Rest que enviará la información al servidor de la parte de IMS. Los mensajes enviados por ambos sistemas irán codificados en XML.

Para la reproducción de contenido, el módulo de interoperabilidad de IMS tiene implementado un cliente OpenVPN. Así, para un hogar que usa VPN, la comunicación con un hogar de IMS será totalmente transparente.

Capítulo 5

Conclusiones

5.1. Resumen

El objetivo de este proyecto era crear un sistema que posibilitara la compartición de contenido entre diferentes usuarios además de permitir al usuario acceder a los contenidos de su hogar independientemente de dónde se encontrara.

Como se ha podido comprobar en el capítulo de implementación, este objetivo ha sido cumplido, incluso añadiendo más servicios al sistema que lo completan, como la interoperabilidad.

5.2. Tareas realizadas en el proyecto

Las tareas realizadas en el proyecto han sido:

- Estudio del punto de control usado y modificación de ciertas partes para lograr el funcionamiento requerido.
- Creación de un interfaz gráfico que sirva al usuario para interactuar con el sistema mediante Struts.
- Creación de una red social sencilla y práctica basada en bases de datos MySQL.
- Estudio, implantación y comprobación del funcionamiento del software OpenVPN.
- Desarrollo en java del servidor central del sistema.
- Desarrollo en java de la pasarela que permite la comunicación del hogar con el servidor central.
- Creación del módulo de interoperabilidad y comprobación del correcto funcionamiento.

Además, debe apuntarse la gran variedad de tecnologías usadas, lo que ha supuesto una gran inversión de tiempo en documentación y aprendizaje [12] [13] [14].

Estas tareas han sido terminadas exitosamente por lo que puedo asegurar que los objetivos de este proyecto han sido cumplidos satisfactoriamente.

5.3. Dificultades encontradas

A lo largo del desarrollo de este proyecto han surgido dificultades debido a la diversidad de tecnologías que se estaban usando. Aun así, debo destacar un par de desarrollos, los cuales fueron más complicados que otros.

El primero de ellos se trata de las modificaciones hechas al punto de control. Este elemento es clave en UPnP y consecuentemente se trata del elemento más complejo de esta tecnología. Además, debe recordarse que el punto de control se tomó de un Proyecto Fin de Carrera, lo que supuso la necesidad de realizar un estudio en detalle sobre su funcionamiento para después desarrollar las modificaciones.

El segundo problema más complejo desde mi punto de vista fue la creación de la aplicación web. Esta aplicación ofrece muchos servicios e interacciona con multitud de datos que deben ser presentados al usuario correctamente. La necesidad de utilizar alguna vez AJAX o JavaScript supuso una dificultad extra a la ya de por sí complicada aplicación web desarrollada.

Asimismo, hay que tener en cuenta la variedad de tecnologías empleadas en este proyecto y que no han sido estudiadas en la carrera, lo que ha supuesto una dificultad añadida.

5.4. Posibles ampliaciones o mejoras

El sistema resultante es un sistema acabado pero es posible añadir nuevas funcionalidades que mejorarían el sistema en varios aspectos.

Por una parte, podría cambiarse el sistema de autenticación de manera que en vez de usar una autenticación por usuario y contraseña el usuario pudiera autenticarse mediante un dispositivo o un sistema biométrico. De esta manera se mejoraría la seguridad del sistema.

Respecto a la red social simple que ha sido creada, se podría trabajar en una sincronización con redes sociales mucho más complejas y usadas como son Facebook o Tuenti. El usuario de este modo se beneficiaría de una mayor facilidad para compartir contenido con sus amigos.

Otro aspecto que se podría incluir sería el de personalización. Usando este sistema, el usuario podría evaluar los contenidos multimedia que tiene en su hogar o que le comparten. A través de estas evaluaciones, el sistema debería ser capaz de recomendar contenidos al usuario de forma personalizada.

Otra mejora que sería beneficiosa para el sistema podría ser la creación de un servidor virtual de contenidos UPnP. Así, el usuario podría reproducir contenido remoto en un reproductor UPnP local.

Acrónimos

| | |
|-------------|---|
| API | Application Programming Interface |
| CSS | Cascading Style Sheets |
| HMAC | Hash-based Message Authentication Code |
| HTML | HyperText Markup Language |
| HTTP | Hypertext Transfer Protocol |
| IMS | IP Multimedia Subsystem |
| IP | Internet Protocol |
| J2EE | Java Platform Enterprise Edition |
| MVC | Modelo-Vista-Controlador |
| NGN | Next Generation Networking |
| P2P | Peer to Peer |
| SIP | Session Initiation Protocol |
| TCP | Transmission Control Protocol |
| TLS | Transport Layer Security |
| UDP | User Datagram Protocol |
| UML | Unified Modeling Language |
| UMTS | Universal Mobile Telecommunication System |
| UPNP | Universal Plug and Play |
| URL | Uniform Resource Locator |
| SSL | Secure Sockets Layer |
| VPN | Virtual Private Network |
| XML | Extensible Markup Language |

Bibliografía

1. **Eclipse Foundation.** Eclipse 3.5 (Galileo). [En línea] <http://www.eclipse.org/>.
2. **Feel@Home.** Specification of the Feel@Home Services. *Feel@Home, Deliverable 3.1*. 2009.
3. **UPnP Forum.** UPnP. [En línea] <http://www.upnp.org/>.
4. **Feel@Home.** Specification of the framework and interfaces. *Feel@Home, Deliverable 3.2*. 2009.
5. **Cordón Ortega, David.** Media Manager Core. *PFC Universidad de Zaragoza*. 2006.
6. **OSGi Alliance.** OSGi. [En línea] 2010. <http://www.osgi.org/Main/HomePage>.
7. **Intel.** Intel (R) Tools for UPnP Technology (TM) 1.0. [En línea] 2009. <http://software.intel.com/en-us/forums/intel-tools-for-upnp-technology/>.
8. **MySQL AB.** MySQL 5.1. [En línea] <http://www.mysql.com/>.
9. **Apache Software Foundation.** Apache Tomcat 6.0. [En línea] <http://tomcat.apache.org/>.
10. —. Apache Struts 2.1. [En línea] Noviembre de 2009. <http://struts.apache.org/>.
11. **Martín, Marta Bel.** Personal health center. Una aplicación en un entorno de inteligencia ambiental. *PFC Universidad de Zaragoza*. 2006.
12. **Java Foundation.** Java tutorial. [En línea] 2010. http://download.oracle.com/docs/cd/E17409_01/javase/tutorial/.
13. **MySQL AB.** Tutorial de MySQL. [En línea] <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/en/tutorial.html>.
14. **[10] Jayson Falkner, Ben Galbraith, Romin Irani, Casey Kochmer, Sathya Narayana, Khrishnaraj Perrumal, John Timney, Meeraj Moidoo Kunnumpurath.** *Desarrollo Web con JSP*. s.l. : ANAYA.
15. **Wikidot.com.** [En línea] <http://kcchao.wikidot.com/security>.
16. **The OpenSSL Project.** OpenSSL 1.0. [En línea] 2009. <http://www.openssl.org/>.
17. **sellitontheweb.** [En línea] <http://sellitontheweb.com/blog/wp-content/uploads/2009/06/authentication.gif>.
18. **Martin E. Hellman, Bailey W. Diffie, and Ralph C. Merkle.** *Cryptographic apparatus and method*. US Patent, 29 de Abril de 1980. #4,200,770.
19. **Joan Daemen, Vincent Rijmen.** *The Design of Rijndael: AES - The Advanced Encryption Standard*. s.l. : Springer, 2002. ISBN 3-540-42580-2.

20. **National Insitute of Standards and Technology.** *Recommendation for the Triple Dat Encryption Algorithm.* 2008.

21. **Schneier, Bruce.** *Description of a New Variable-Length Key, 64-Bit Block Cipher (Blowfish).* 1993.

22. **3GPP.** *TS 23228: IP Multimedia Subsystem (IMS) Stage 2 (Release 7).* 2007.

23. IPv6.com. [En línea] 2008. http://www.ipv6.com/articles/general/IP_IMS.htm.

24. **Gatica, Heinz Herlitz.** P2P y transversabilidad en NAT/FIREWALL. 2005.