

Propuesta de pasarela residencial para una red futura de acceso multi-servicio

I. Vidal, F. Valera, J. García, M. Ibañez, R. Seepold, N. Martínez, A. Azcorra
1 Universidad Carlos III de Madrid, Avda. De la Universidad 30, 28911 Leganés, Madrid
Email: {ividal, fvalera, jgr, ralf, nati, azcorra}@it.uc3m.es

Vitor Ribeiro, V Pinto
Portugal Telecom Inovação, S.A.
Rua Eng. José Ferreira Pinto Basto, 3810-106 Aveiro, Portugal
Email: {vribeiro, it-v-pinto}@ptinovacao.pt

H. Balemans, W. van Willigenburg
Alcatel-Lucent
Larenseweg 50, 1221 CN Hilversum, The Netherlands
Email: {hchb, willigenburg}@alcatel-lucent.com

Abstract. Residential Gateways are key elements in order to be able to connect future advanced home environment with next generation networks such as the ones being defined by TISPAN NGN specification. A broadband multi-service and multi-provider enabled Residential Gateway that is capable of supporting an end to end QoS environment (from the end user terminal to the provider domain) is presented in this article. The prototype that is described here shows the different challenges and functionalities considered in MUSE European project mainly focusing on the quality of service and multi-provider multi-service management features. The last part of the article presents the capabilities of the prototype as Residential Service Gateway, and it is possible to implement new valuable services in the gateway itself to enable new functionalities in the home network.

1 Introducción

Aunque hoy en día hablar de banda ancha en el hogar no suena a algo nuevo en absoluto, lo cierto es que esta gran capacidad que está alcanzando los entornos residenciales gracias a la tecnología ADSL (entre 1 Mbps y 20 Mbps), es solamente la puerta de entrada a una gran cantidad de nuevos servicios que todavía se están desarrollando y desplegando. Una vez que estas líneas de alta velocidad (que incrementan sus posibilidades día a día) ya son una realidad, el siguiente paso hacia un entorno hogar de siguiente generación lo debe protagonizar la pasarela residencial, es decir, el equipo responsable de conectar la red residencial con la red de acceso.

Como es bien sabido, el ancho de banda no lo es todo en el despliegue de servicios con calidad garantizada. Si un nuevo conjunto de servicios con una demanda de recursos exigente se va instalar en los hogares (video bajo demanda, televisión sobre IP, voz sobre IP, juegos en red, Internet de alta velocidad, compartición de ficheros P2P, etc.) es importante que todos ellos sean capaces de compartir los recursos de red con una garantía de calidad (no solo ancho de banda sino que también debe garantizarse el retardo, la variación del mismo, etc.). La pasarela residencial se responsabilizará de la clasificación de los diferentes flujos, aplicar la política de control de admisión correspondiente, gestionar la política de colas, etc. En este artículo se harán diferentes consideraciones sobre todos estos aspectos.

Un reto adicional asociado a una pasarela residencial como la que se está planteando, tiene que ver con la cantidad de proveedores que podrán tener acceso a ella una vez que el nivel de red se haya resuelto. En un entorno multi-servicio y multiproveedor, en el que el usuario final puede acceder a diferentes proveedores y suscribir diferentes servicios, es importante incorporar mecanismos específicos que permitan controlar el acceso de todos los proveedores a la pasarela residencial cuando cada uno quiera gestionar los diferentes servicios proporcionados (en este artículo se introducirá la idea de virtualización en la pasarela residencial).

Además, la pasarela residencial puede ayudar a desplegar una cierta cantidad de servicios, gracias a su posición privilegiada de punto central de las comunicaciones en el hogar. La tele-medicina (o tele-asistencia) es uno de esos servicios, que será comentado a modo de ejemplo en este artículo.

Estos son algunos de los puntos que están siendo considerados en el proyecto europeo MUSE. MUSE (MultiService Access Everywhere, [1]), es un proyecto integrado parcialmente financiado por la Comisión Europea, cuyo objetivo es la investigación y desarrollo de una futura red de acceso multiservicio de bajo coste.

Este artículo presenta las principales funcionalidades que se han implementado en un prototipo de pasarela residencial que será puesto a prueba durante la última fase del proyecto MUSE (final de 2007). La primera versión del prototipo desarrollada a principios del proyecto, se presentó en [2].

El resto del documento está estructurado de la siguiente forma. La sección 2 describe los retos más importantes y las funcionalidades asociadas a la calidad de servicio. La sección 3 se centra en las funcionalidades de gestión en un entorno multi-proveedor y multi-usuario. La sección 4 presenta el servicio de tele-medicina como un ejemplo de valor añadido que puede ser desplegado en un hogar con ayuda de la pasarela residencial. Finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones más relevantes obtenidas en el artículo.

2 Calidad de servicio en una pasarela residencial

En el proyecto MUSE, la pasarela residencial es un dispositivo clave dentro de la propuesta de la arquitectura porque está ubicado entre la red residencial y la red de acceso y debe adaptar de manera adecuada los diferentes protocolos de señalización y de transporte de datos. Por ejemplo, si la red de transporte proporciona un mecanismo de calidad de servicio, la pasarela residencial debe propagar hasta la casa dicho mecanismo (marcado de datos, política de colas, etc.) en la dirección de bajada y proporcionar dicho mecanismo en la dirección de

subida. Esto es imprescindible realizarlo si se quiere tener un verdadero servicio con calidad garantizada extremo a extremo.

Actualmente es muy poco habitual este tipo de distribución de servicios pues o bien la garantía de calidad está restringida a la red del operador (pocas veces llega más allá del nodo de acceso y muchas menos se propaga al bucle de abonado o a la red residencial) o bien la calidad está basada en una separación de circuitos virtuales (video por una lado y datos por otro, por ejemplo) que no permite aprovechar de manera óptima (compartir) los recursos de red disponibles.

De cara a poder diseñar una pasarela con funcionalidades de calidad de servicio, la arquitectura se ha dividido en dos niveles: el nivel de datos y el nivel de control (ver Figura 1). Los diferentes flujos atraviesan el nivel de datos, donde cada paquete es procesado para proporcionarle la calidad configurada y posteriormente es reenviado hacia la interfaz de salida correspondiente. El nivel de control se usa para configurar el nivel de datos y crear, modificar o borrar los diferentes parámetros que se discutirán en los siguientes párrafos.

2.1 Funcionalidades de nivel de datos

Este nivel, implementado utilizando la plataforma Click! (ver detalles en [2]), se ha dividido en dos subniveles. Cada subnivel procesa flujos en una dirección distinta (subida o bajada) y por lo tanto, los recursos deben ser diferentes para cada dirección. Los

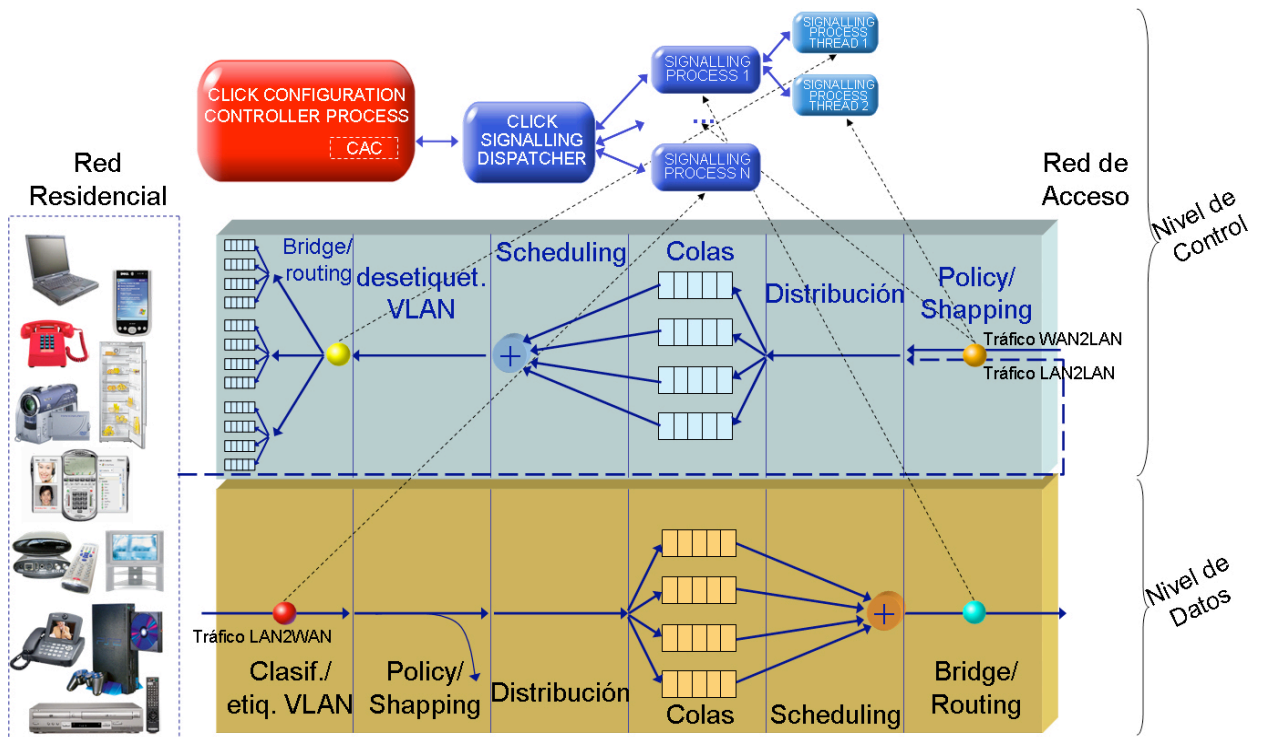


Figura 0. Arquitectura de la pasarela residencial

bloques funcionales implementados en la pasarela residencial son:

- Clasificación/etiquetado VLAN. La red de acceso (Ethernet hasta la casa) y de transporte del proyecto MUSE utilizan la especificación 802.1pq para etiquetar las tramas con el objetivo de crear VLANs que diferencien a los usuarios y proporcionar priorización de flujos (el nivel de datos será responsable de marcar las diferentes tramas en la dirección de subida e interpretar y quitar el marcado en bajada).
- Gestión de recursos (*policing* y *shapping*). Cada flujo puede ser configurado, manual o automáticamente, reservando para él una cierta cantidad de ancho de banda. Cuando este bloque detecta que el ancho de banda que el flujo ofrece es mayor que el configurado, retrasará la entrega de tramas utilizando para ello las colas correspondientes o incluso las descartará en el caso de que no pueda garantizar un retardo determinado para dichas tramas.
- Sistema de colas. Para poder proporcionar una calidad acorde a la prioridad especificada en cada trama, la pasarela residencial tiene un sistema de colas por interfaz (y por dirección) que almacena las tramas que van llegando en colas diferentes en función de los p-bits especificados en sus cabeceras.
- Planificación (*scheduling*). Dependiendo del algoritmo implementado, este bloque extraerá las tramas de la cola adecuada a la velocidad configurada (depende de varios parámetros como la velocidad de la interfaz, la dirección del flujo, etc.).

Para conseguir una comunicación sencilla entre el nivel de datos y de control, se establecen ciertos puntos de sincronización (hooks) desde un nivel hacia el otro. Esto permite que el nivel de control reciba los datos del sitio exacto que se precisen (antes o después de realizar la función de NAT, por ejemplo) y además que pueda recibirlo tal y como aparecen en el nivel de datos (es decir, incluyendo las cabeceras de bajo nivel que posiblemente haya que analizar o modificar). Además, una vez que los datos han sido convenientemente procesados se pueden reinyectar de nuevo en el nivel de datos en el punto deseado.

2.2 Funcionalidades de nivel de control

El nivel de control se basa en componentes flexibles programados en Java capaces de configurar el nivel de datos y capaces de tratar con diferentes protocolos de señalización. El mecanismo de comunicación entre el nivel de control y el de datos se presentó en [2].

Actualmente la interfaz para configurar la calidad de servicio en la pasarela es genérica y hay varios mecanismos distintos que se han implementado como la configuración basada en SIP, en acceso web o en el protocolo TR-069 [3]. El acceso web y TR-069 ya estaban presentes en la primera versión del prototipo y no se describirán en este artículo.

Con respecto al mecanismo de configuración basado en SIP, la arquitectura de la pasarela residencial mostrada en la Figura 1 se ha extendido para poder gestionar automáticamente los parámetros de calidad para las sesiones multimedia basadas en señalización SIP que involucren a terminales de la red residencial. Las extensiones permiten interceptar mensajes SIP que se usan para el control de sesión (establecimiento, modificación o terminación), calcular en base a ellos los parámetros que definen la demanda de recursos concreta para esa sesión y realizar automáticamente en la pasarela residencial la reserva de los recursos necesarios para proporcionar garantías sobre la calidad proporcionada.

Las extensiones desarrolladas a nivel de control son las siguientes:

- Proceso de señalización SIP (es uno de los muchos procesos de señalización que aparecen en la parte superior de la figura 1). Este componente recibe todos los mensajes de señalización SIP que salen o entran en los terminales de usuario. Las ofertas y respuestas SDP contenidas en los mensajes SIP se usan para determinar las reglas de definición de flujos (direcciones origen, destino, puertos, ancho de banda requerido, etc.) que hay que instalar en la pasarela garantizando la calidad de servicio proporcionada a dichos flujos. Estas reglas son proporcionadas al proceso de control de configuración de Click! (CCCP). Con respecto a SIP/SDP y dada la gran cantidad de problemas que aparecen en presencia de NATs, se ha desarrollado un módulo específico para poder detectar si el terminal está utilizando un cliente de STUN o no (y si no lo está haciendo, utilizar una pasarela de nivel de aplicación o ALG específica para SIP, que permita a todos los mensajes atravesar el NAT de manera transparente).
- Módulo de control de admisión. Este componente se ha implementado como parte del CCCP y lleva a cabo funcionalidades de control de admisión verificando si las reglas que se han inferido para definir los flujos multimedia a partir de los mensajes SIP interceptados pueden ser instaladas o no (en función de que haya o no recursos disponibles en las interfaces de la red residencial o en la interfaz de conexión con la red de acceso).

La arquitectura propuesta para la pasarela residencial con este mecanismo automático de detección y

provisión de calidad de servicio, se ha diseñado para que pueda ser también utilizada para proporcionar garantía de calidad de servicio en entornos residenciales de redes de siguiente generación con un plano de control basado en SIP, como el de TISPAN NGN [4].

En la versión actual de TISPAN NGN, la solución de calidad de servicio sólo está disponible para redes de acceso y no hay ningún requisito para extenderlo a las redes del núcleo o a las residenciales.

Y sin embargo la calidad de servicio que percibe el usuario final es extremo a extremo y aunque se pueda asumir que en el núcleo de la red (*core*) la calidad de servicio se obtiene por otros medios (sobredimensionamiento, por ejemplo), eso desde luego no puede asumirse para las redes residenciales.

Para resolver este problema existente, la pasarela residencial desarrollada en el proyecto MUSE puede usarse para extender la solución de calidad de servicio al entorno del usuario final, asegurando de esta forma una calidad de servicio extremo a extremo real en TISPAN. Esta propuesta se ha presentado en un trabajo relacionado [5]. Dicho artículo también considera la posibilidad de implementar una interfaz en la pasarela residencial, compatible con las especificaciones de TISPAN que permita a los gestores de la calidad de servicio en la red NGN acceder de manera remota a la pasarela y configurarla de forma adecuada.

Este mecanismo que se ha comentado de tratamiento de datos a bajo nivel y tratamiento de control a nivel de aplicación, ofrece por un lado la ventaja de la eficiencia en el procesamiento de los datos (típicamente flujos multimedia) y la flexibilidad del desarrollo de protocolos de control a nivel de aplicación que hace independiente dicha gestión del nivel de datos. La degradación existente por el hecho de tratar tramas de control a nivel de aplicación es inapreciable, tal y como ya se estudió en [3].

3 Gestión de la pasarela residencial

La configuración de dispositivos en el entorno residencial es cada vez más compleja para el usuario, lo cual afecta sin duda al mercado de servicios de banda ancha [6]. La tendencia que se observa, es que dicha configuración sea realizada por los proveedores de red y servicios mediante servidores de configuración dedicados.

Los Protocolos de Gestión Remota (PGR) dedicados soportan la gestión remota de dispositivos localizados en las instalaciones del usuario final. Varios proveedores de red y de servicios ya han mostrado interés en desplegar mecanismos de gestión remota utilizando dichos protocolos en sus infraestructuras de red. En [7] se introducen los conceptos

relacionados con PGR. En este artículo, por gestión remota se entiende el conjunto de actividades realizadas en el equipamiento localizado en las instalaciones del cliente, no siendo éstas realizadas por el cliente. Dichas actividades se resumen mediante el conocido acrónimo inglés FCAPS, incluyendo gestión de fallos, configuración, facturación, prestaciones y seguridad. El principal objetivo de las actividades de gestión remota consiste en que dichas operaciones puedan ser realizadas de forma automática por un operador de red o proveedor de servicio de forma centralizada y/o por personal especializado en beneficio del cliente (idealmente, no se requiere intervención por parte del cliente).

Los mecanismos de gestión remota, incluyendo configuración automática y diagnóstico remoto de equipamiento, permitirán simplificar los procesos de instalación y de resolución de problemas en beneficio del usuario final, lo cual finalmente se reflejará en una mayor aceptación en el mercado de nuevos servicios avanzados. En cualquier caso, el paradigma de gestión remota no sólo es beneficioso desde el punto de vista de la aceptación por parte del usuario final. Los proveedores de servicio verán reducida la necesidad de traslados al local del cliente por parte de técnicos especializados, así como la cantidad de llamadas a los servicios de atención al cliente, lo cual repercutirá directamente en un ahorro de los costes operacionales asociados.

Sin embargo, la gestión remota introduce costes que deben ser asumidos por el proveedor, que deberá sopesar dichos costes frente a los beneficios de gestionar remotamente sus servicios específicos. El despliegue de estos mecanismos de gestión requerirá nuevas infraestructuras y personal cualificado. Estos inconvenientes, sin embargo, podrán ser asumidos a medida que los mecanismos de gestión remota sean utilizados en múltiples servicios de forma concurrente.

El PGR elegido para el prototipo que se ha desarrollado en MUSE es CWMP (*CPE WAN Management Protocol*), presentado en la especificación del DSL Forum TR-069 [4], que ha sido ya adoptada como PGR por numerosos operadores de telecomunicaciones.

La implementación consta de los siguientes módulos:

- Un cliente CWMP, que codifica y decodifica mensajes CWMP y gestiona sesiones con el ACS (*Servidor de Auto Configuración*).
- Un módulo gestor, que interactúa con el hardware de la pasarela residencial e implementa las funciones de gestión y configuración remotas proporcionadas por CWMP, como por ejemplo el comando “reboot” (reiniciar).
- La base de datos de información de gestión (MIB), que representa el conjunto completo de

parámetros de configuración especificados para su uso con un cierto protocolo de gestión. Al igual que en la mayoría de protocolos de gestión, en TR-069 la MIB se forma a partir de objetos jerárquicos. Por ejemplo, el objeto raíz de una pasarela residencial es *InternetGatewayDevice*, que contiene otros objetos que describen la funcionalidad del dispositivo. Los objetos presentes en la MIB determinan las posibilidades de configuración.

El prototipo de pasarela residencial se comunica con un prototipo de ACS. Mediante este servidor, las configuraciones y los paquetes de software se pueden descargar a la pasarela residencial. Además, pueden realizarse pruebas de diagnóstico iniciadas por el Sistema de Soporte de Operaciones.

Por otro lado, a la hora de diseñar una pasarela multiservicio, la flexibilidad es un aspecto clave. La plataforma OSGi [9] seleccionada para la implementación soporta dicha característica, permitiendo el despliegue seguro, sencillo y robusto de los llamados *bundles* (aplicaciones Java que se ejecutan en el entorno de OSGi), los cuales a su vez permiten a los proveedores ofrecer servicios al usuario final.

Debido a su flexibilidad, la plataforma OSGi es un medio adecuado para implementar los protocolos de DSL-forum para la gestión remota con la MIB requerida. Dichos protocolos son diseñados para ser extendidos y adaptados a las necesidades de los proveedores de servicio, y su implementación puede ser realizada fácilmente mediante una arquitectura basada en OSGi.

El núcleo principal en la implementación del protocolo se centra en el *bundle* de la MIB. Es una implementación eficiente en términos de memoria de la MIB detallada en la especificación TR-098 [10]. Otros *bundles* de OSGi pueden leer o escribir parámetros, o incluso suscribirse a un mecanismo de notificación a través del cual se informe de los cambios en los valores de parámetros específicos únicamente a los *bundles* interesados. Existe un *bundle* específico que provee todas las llamadas a procedimientos remotos que la pasarela residencial debe implementar y otro *bundle*, el TR069Client, que gestiona todas las operaciones de encapsulado y desencapsulado de SOAP/XML/HTTP.

Servicios adicionales como VoIP o IP-TV gestionados por proveedores de servicio pueden ser implementados mediante *bundles* que a su vez pueden ser descargados, actualizados, etc. mediante la plataforma OSGi.

Los mecanismos de gestión remota se vuelven más complejos en la cobertura de múltiples servicios. En este caso, diferentes configuraciones en el equipamiento localizado en las instalaciones del cliente pueden ser requeridas simultáneamente. Ya

que los recursos disponibles en la pasarela residencial de un usuario final pueden ser asignados a un único servicio, múltiples proveedores podrían competir por dichos recursos cuando el usuario final decide suscribirse a servicios de diferentes proveedores. La gestión de estos conflictos no está soportada por las arquitecturas de gestión remota actuales. En interés de clientes y proveedores, estos conflictos deben ser prevenidos o resueltos de forma inmediata una vez se presentan.

En el caso particular de OSGi, es sencillo arrancar o detener un servicio, actualizarlo o incluso desplegar nuevos servicios. La especificación de OSGi provee una arquitectura para el control remoto de la plataforma que es independiente del protocolo de gestión de la pasarela residencial. Sin embargo, dicha arquitectura debe ser controlada mediante un único agente remoto de gestión que tenga el control completo de la plataforma.

El escenario multi-proveedor puede conllevar la existencia en la misma red de acceso de más de un servidor de auto-configuración (al menos uno para cada proveedor de servicio), puede implicar que un único ACS sea responsable de instalar los diferentes *bundles* y que proveedores particulares quieran configurar sus propios *bundles*, puede implicar que el usuario final quiera instalar sus propios *bundles*, etc. Dado que no existe la figura del administrador en la plataforma OSGi, la modificación del ciclo de vida de cualquier *bundle* está disponible para cualquier proveedor de servicio.

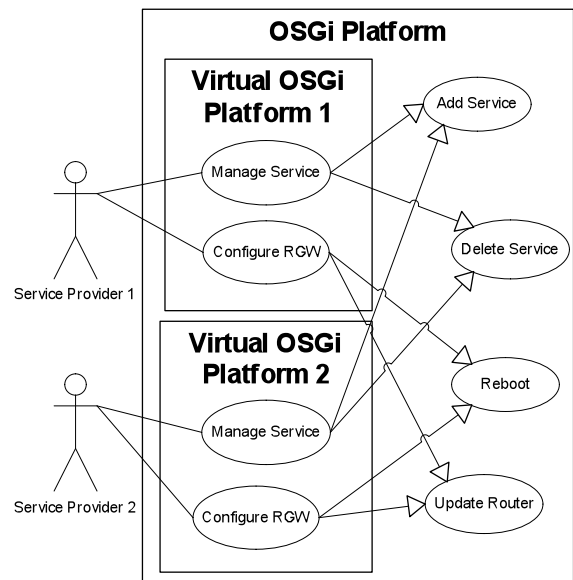


Figura 1. Caso de uso implementado en el modelo de virtualización

Por consiguiente, es necesario un mecanismo para aislar las acciones realizadas sobre la pasarela residencial y la plataforma de servicios. El prototipo implementado, incluye un mecanismo de virtualización capaz de permitir una interfaz de gestión específica para cada proveedor de servicio.

La virtualización se basa en el uso de *bundles* de servicio que son los responsables reales de proveer acceso al hardware y software. Esto quiere decir que este conjunto de *bundles* provee un nuevo nivel que aísla los *bundles* de un proveedor de servicio de los demás. Este servicio crea la instancia de plataforma virtual para el proveedor y ciertos registros en la caché de gestión de *bundles* para de este modo aislar dichos *bundles* del resto de ellos. La figura 2 muestra un posible caso de uso para virtualización.

4 Servicios de valor añadido

La red de acceso MUSE permite la distribución de múltiples servicios usando la tecnología Ethernet/IP aunque, en algunos entornos residenciales, los servicios se terminen en equipos que no posean esta clase de tecnología (por ejemplo televisores, teléfonos POTS, equipos médicos, etc.). Por lo tanto, es necesaria una funcionalidad que adapte el servicio encapsulado en Ethernet/IP a un formato que sea reproducible en esa clase de dispositivos del hogar para cada servicio específico.

En sentido amplio, esta funcionalidad se implementa en dispositivos que normalmente son llamados pasarelas de servicios. Ejemplos de estas pasarelas de servicios son los *Set Top Boxes* para servicios de IP-TV (televisión sobre IP) o un Adaptador de Terminal Analógico para los servicios de VoIP (voz sobre IP) que terminen en un terminal POTS.

Hasta ahora, lo más habitual era que cada servicio tuviese su propia pasarela de servicios dedicada, aunque a medida que el número de servicios que usan esta tecnología crece, las ventajas de unificar todas estas pasarelas en una sola son cada vez más claras y evidentes:

- Sinergia en los servicios (por ejemplo, al iniciar un servicio de IP-TV, se puede señalar a las persianas automatizadas para que disminuyan la luz de la estancia, el cual es un servicio de domótica).
- A medida que el número de servicios residenciales vaya en aumento, su configuración y administración será más fácil (y barata) si se encuentran centralizados en un solo dispositivo.
- Se puede utilizar el mismo método para acceder, controlar y personalizar los servicios por parte del usuario. Es decir, tendremos la misma interfaz de configuración, independientemente del servicio.

Considerando que la pasarela residencial se encuentra directamente conectada a la red de acceso de banda ancha y tiene varias interfaces de red con la red del hogar y que todos los datos de los servicios deben atravesar la pasarela residencial, éste es un punto óptimo para el despliegue de esta pasarela común de servicios.

En la pasarela residencial de MUSE, donde se ha implementado una plataforma de servicios OSGi, la pasarela puede actuar además como pasarela de servicios. Las ventajas de utilizar OSGi son, entre otras, la independencia de hardware, la posibilidad de instalar/eliminar servicios de forma remota, administración del ciclo de vida de los servicios y la posibilidad de tener varios servicios interactuando conjuntamente.

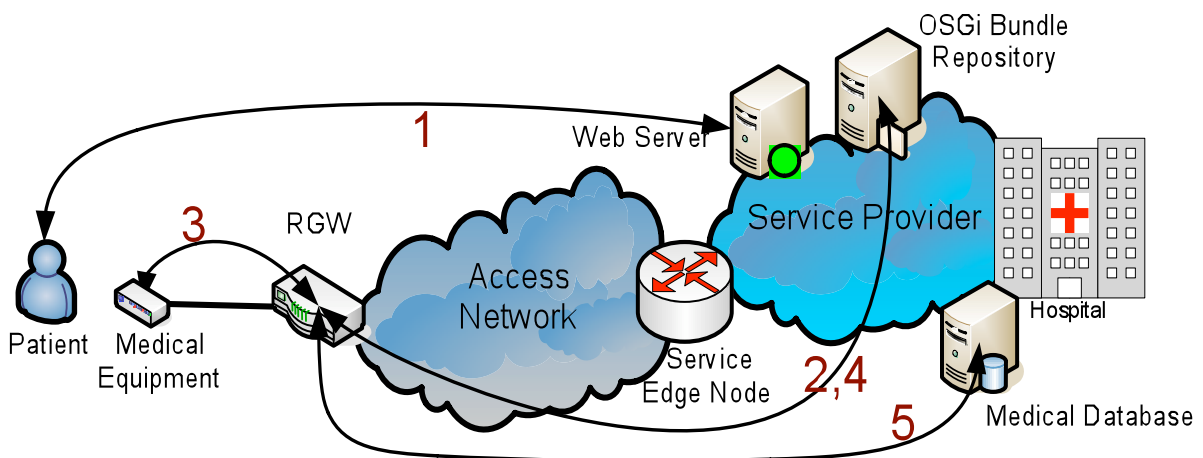


Figura 3. Entidades del servicio médico de monitorización remota

Para demostrar estos conceptos se ha implementado un servicio médico de monitorización remota como un *bundle* de OSGi. Este servicio permite que un paciente en su hogar y por medio de un equipo médico muy simple con una interfaz RS-232 envíe automáticamente y de forma periódica un conjunto de medidas a una base de datos médica, que podrá ser analizada en un hospital, por ejemplo. La configuración del servicio deberá realizarse de forma remota por el proveedor del servicio (y si es posible, de forma automática).

El primer paso consiste en suscribirse al servicio, lo cual puede realizarse de diferentes formas (en nuestra implementación, esto se realiza a través de una interfaz web). Ver Figura 3, paso 1. Este paso activa la transferencia automática del *bundle* (que implementa parte del servicio) desde un repositorio de *bundles* a la pasarela residencial, como también su instalación y activación (paso 2). Cuando el usuario conecta su equipo médico a la pasarela residencial (paso 3), se realiza un proceso de selección de *drivers* y se culmina con la transferencia automática, la instalación y la activación del conjunto de *bundles* que permitirán la comunicación entre la plataforma OSGi y el equipo médico (paso 4).

Este último conjunto de *bundles* los usará el primero de los *bundles* instalados para, juntos, implementar el servicio médico de monitorización remota. Las medidas realizadas periódicamente por el equipo del usuario se enviarán a la base de datos remota (paso 5) donde podrán ser analizadas.

5 Conclusiones

El prototipo de la RGW de próxima generación desarrollado en el proyecto MUSE está probado y preparado para ser integrado en un entorno de calidad de servicio real extremo a extremo, en el cual se provean mecanismos que garantizan el servicio por flujo que se puede configurar automáticamente inspeccionando los mensajes SIP en el establecimiento de sesión. Dicho entorno puede tratarse por ejemplo de una red de siguiente generación compatible con la especificación de TISPAN-NGN.

El prototipo implementa además una pasarela de servicios configurable de forma remota y que es capaz de instalar y eliminar automáticamente servicios de red sin necesidad de que el usuario realice ninguna acción extra. Esto facilita el despliegue de servicios como el de tele medicina que se ha presentado en este artículo.

Por último, hay que destacar que la pasarela residencial comentada en este artículo, tiene especial interés en un entorno de multiproveedor y multiservicio, motivo por el cual se ha implementado una plataforma de virtualización que permite el

despliegue de la pasarela residencial en un entorno con las mencionadas características.

Agradecimientos

Este artículo ha sido parcialmente financiado por la Comisión Europea a través del proyecto MUSE.

Referencias

- [1] MUSE. Multimedia Access Everywhere. European Union 6th Framework Programme for Research and Technological Development. [<http://www.ist-muse.org>]
- [2] J García, F. Valera, D. Díez, H. Gascón, C. Guerrero, A. Azcorra. Estudio de un router software para la implementación de una pasarela residencial. V Jornadas de Ingeniería Telemática, JITEL'05. ISBN 84-8408-346-2. September 2005. Vigo, Spain
- [3] Gascón, H., D. Díez, J. García, F. Valera, C. Guerrero and A. Azcorra. Designing a broadband residential gateway using Click! modular router. EUNICE'05. ISBN 84-89315-43-4. July 2005. Madrid, Spain
- [4] CPE WAN Management Protocol, DSL-Forum Technical Report TR-069, May 2004
- [5] TISPAN. ETSI.TR.180.001V1.1.1. Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking NGN Release 1; Release definition", March 2006.
- [6] Vidal, I.; García, J.; Valera, F.; Soto, I.; Azcorra, A. "Adaptive Quality of Service Management for Next Generation Residential Gateways" 9th IFIP/IEEE International Conference on Management of Multimedia Networks and Services, MMNS 2006. October 2006. Dublin, Ireland.
- [7] Delivering the Digital Home, D.H. Deans, Broadband 2.0, Spring 2006, [<http://www.broadband2.com/deliveringthedigitalthome.asp#>]
- [8] Pavlou, G., P. Flegkas, S. Gouveris, and A. Liotta. On Management Technologies and the Potential of Web Services, , IEEE Communications Magazine , July 2004, pp. 58-66
- [9] OSGi Service Platform – Release 3, March 2003
- [10] DSL Forum TR-098: Internet Gateway Device Version 1.1 Data Model for TR-069, September 2005