

DAI Middleware: plataforma de Hogar Digital para la provisión de servicios orientados a la vida asistida por el entorno

Miguel Cabo-Díez, Francisco Javier Ferrández-Pastor, Francisco Flórez-Revuelta, Vicente Romacho-Agud

Departamento Tecnología Informática y Computación, Universidad de Alicante, Carretera San Vicente del Raspeig s/n, Alicante, España

mcabo@dtic.ua.es, fjjferran@dtic.ua.es, florez@dtic.ua.es, vagud@dtic.ua.es

Resumen

Los servicios orientados a Entornos de Vida Asistida en el hogar requieren instalaciones capaces de ofrecer el soporte necesario para desarrollarlos. Dentro de dichas exigencias, la interoperabilidad entre las diferentes tecnologías instaladas o potencialmente instalables, se manifiesta cada vez más necesario. En este trabajo se presenta una plataforma de hogar digital que incluye un middleware distribuido para la Vida Asistida por el Entorno y Entornos de Seguridad Personal, el cual permite el intercambio de información estructurada entre los distintos servicios y una interfaz de entrada universal al sistema para garantizar la interoperabilidad con todo tipo de interfaces orientadas al usuario. Dicha plataforma integra diferentes tecnologías domóticas, permite relacionar todos los dispositivos del hogar y posibilita el acceso de forma transparente a los mismos. La plataforma DAI se ha puesto en marcha y está operativa en la casa-laboratorio construida dentro del proyecto metalTIC Hogar Digital. En dicha instalación se muestran las facilidades ofrecidas así como el resultado obtenido tras su instalación y posterior validación.

Abstract

The Ambient Assisted Living services in a home require facilities capable of providing the necessary support to develop them. Within these requirements, the interoperability between different technologies, installed or potentially installable, is shown as an increasing necessity. In this paper a digital home

platform that includes a distributed middleware for Ambient Assisted Living and safety is presented. It allows the exchange of structured information between different services and a universal input interface in order to ensure interoperability among all types of user-oriented interfaces. This platform integrates various home automation technologies that allow linking all devices in a home and a transparent access to them. DAI's platform has been launched and is already running in a home/lab, built for the project MetalTIC Digital Home. In this place the available facilities are shown in live, as well as the results obtained after installation and subsequent validation.

1. Introducción

Los criterios de diseño en el momento de abordar una plataforma de integración definen las capacidades y las limitaciones de la misma tanto en su propia concepción como en su posterior desarrollo. Si tenemos en cuenta que se trata de integrar tecnologías de control y comunicación para ofrecer servicios avanzados en el hogar, el hecho de definir una estrategia independiente de cualquier tecnología facilita la tarea a lo largo de todo el ciclo. A esta línea de actuación le hemos incorporado un requerimiento fundamental: el diseño debe estar orientado a la provisión de servicios. Los criterios del diseño, por lo tanto, serán la independencia de tecnologías y el diseño orientado a la generación de servicios accesibles.

Con estos criterios se aborda el diseño de la plataforma donde, previamente se efectúa una revisión de diferentes proyectos que desarrollan plataformas

con criterios y puntos de partida similares. En el apartado siguiente se realiza esta revisión tomando el concepto de middleware para servicios AAL como propuestas más aproximadas a este trabajo. A continuación se introduce el diseño de la plataforma y finalmente se presenta un caso de estudio a modo de ejemplo de implantación.

2. Middleware en entornos de vida asistida

Un Entorno de Vida Asistida (AAL, Ambient Assisted Living) tiene como objetivo ampliar el tiempo que las personas pueden vivir de manera independientemente en sus hogares, incrementando su autonomía y la confianza en sí mismo, asistiéndoles en el desempeño de actividades cotidianas, vigilando y cuidando a las personas mayores o enfermos, mejorar la seguridad y ahorrar recursos.

Un Entorno de Vida Asistida es una iniciativa europea basada en el artículo 169 del Tratado Europeo, el cual surgió con el fin de atender las necesidades de las personas mayores, para reducir las barreras de innovación y futuros costos de la seguridad social

Los objetivos generales del programa AAL son: por un lado, mejorar la calidad de vida de las personas mayores en sus hogares, ya que prefieren vivir en su propia casa en vez de vivir en un hogar común para personas de edad avanzada. Por otro lado, reducir los costos asociados con la atención a las personas mayores. Ya que existe un problema con el envejecimiento de la población, debido a la mayor esperanza de vida y disminución de la tasa de nacimiento.

AAL es una iniciativa europea, pero Europa no es la única comunidad que se enfrenta al problema del envejecimiento de la sociedad [1], se trata de un problema común a nivel mundial [2]. La filosofía de un Entorno de Vida Asistida, es ayudar a las personas de edad avanzada a vivir de forma independiente en su propio hogar el mayor tiempo posible, esta filosofía se extiende a todo el mundo. En los párrafos siguientes se describen los proyectos e iniciativas que se han desarrollado o se están desarrollando en este ámbito.

La aplicación de la Inteligencia Ambiental ha llegado a numerosas áreas, como a la automatización del hogar, alumbrado urbano o al automóvil. Las soluciones anteriores, así como las investigaciones que se encuentran en curso se han concentrado en las tecnologías de las áreas de aplicación específicas de cada campo. Esto ha llevado a diversas aplicaciones aisladas y arquitecturas incompatibles entre sí, de las áreas de aplicación específica, las cuales impiden cualquier conversión tecnológica o comercial a gran escala.

Una visión de la inteligencia ambiental es que la funcionalidad embebida distribuida en los dispositivos,

actuadores y sensores, deben ser utilizados sin problemas y ponerse a disposición de los usuarios mediante paradigmas de interacción natural. Por tanto, un espacio de AAL, se puede modelar como un conjunto dinámico de nodos de red, donde cada uno de los nodos puede ser un componente conectado a una red física.

Debido a la alta distribución de los sistemas basados en Inteligencia Ambiental, el diseño arquitectónico de un Entorno de Vida Asistida debe seguir una filosofía orientada hacia el uso de servicios.

El middleware de cada uno de los nodos debe de ser capaz de ofrecer y/o consumir servicios. Además los diferentes componentes lógicos que conforman el nodo, deben ser capaces de comunicarse entre sí mediante una misma capa middleware, garantizando así que no actúen como dos nodos distintos.

El middleware de un entorno AAL debe proporcionar una comunicación completamente descentralizada entre sus componentes. Además este middleware debe ser capaz de ejecutar estrategias para la resolución de conflictos y garantizar razonablemente el flujo de datos. Jini [3], HAVi [4], JXTA [5] y UPnP [6] hacen posible la comunicación entre dispositivos de los diferentes fabricantes. Existen algunas tecnologías basadas en agentes para la gestión y comunicación de servicios como Open Architecture Agent (OAA) [7], Galaxy Communicator Architecture [8] o INCA [9]. Galaxy utiliza un componente centralizado que posee reglas de enrutamiento que determinan el flujo de datos que utiliza el OAA, el cual usa mecanismos basados en Prolog. De igual manera en el sistema Jaspis [10], se emplean agentes de evaluación para la valoración de la calidad de posibles destinatarios. INCA utiliza un componente central para el registro de componentes y para la entrega de mensajes. La arquitectura del sistema AMIGO [11] reconoce las necesidades del servicio de descubrimiento y las estrategias de la composición de servicios, pero cada componente es responsable de la aplicación de tales estrategias. Por otro lado el middleware SodaPop [12] se emplea en el proyecto DynAMITE [13]. Este ofrece la posibilidad a los componentes del grupo, de dirigir la comunicación entre los diferentes componentes, los cuales integran distintas estrategias de resolución de conflictos.

2.1. Revisión de plataformas middleware

A continuación se enumeran algunos de los proyectos europeos más relevantes en el ámbito de vida asistida por el entorno.

SOPRANO: Service-oriented Programmable Smart Environments for Older Europeans [14]. Es un proyecto financiado por la Unión Europea, tiene como objeto apoyar la vida independiente de las personas mayores en su propia casa. Desarrollando servicios

inteligentes y asequibles, basados en las TIC interaccionando con ellos mediante interfaces usables para estas personas y sus familiares. Los temas principales dentro de este proyecto son: el diseño y el uso de una nueva metodología de evaluación de AAL adaptada a requisitos específicos del dominio AAL, la investigación de la ecología de mercado y necesidades de los usuarios y el desarrollo de una infraestructura básica para la asistencia al usuario, desarrollador y proveedor de servicio. La versión actual de openAAL (middleware de código abierto para un ambiente de vida asistida) se desarrolló principalmente en el transcurso de las actividades técnicas de Soprano.

I2HOME: Intuitive interaction for everyone with home appliances based on industry standards [15]. Este proyecto aborda el problema de vivir de forma independiente, mediante un enfoque basado en los estándares existentes. Se centra en el uso de dispositivos en el hogar para las personas con limitaciones físicas y/o personas mayores. Al mismo tiempo, el proyecto se encarga de que las estrategias del uso de los dispositivos desarrollados y estandarizados sean aplicables a dominios más allá de los del hogar.

MPOWER: Middleware platform for eMPOWERing cognitive disabled and elderly [16]. Este proyecto define una plataforma abierta para simplificar y acelerar la tarea de desarrollo y despliegue de servicios para personas con limitaciones físicas, cognitivas y/o de edad avanzada. Esta plataforma en particular soporta redes de sensores inteligentes garantizando la interoperabilidad entre los dispositivos del hogar e instituciones (hospitales, centros de asistencia, etc.), además garantizando una comunicación segura y privada tanto de la información médica como social.

CAALYX: Complete ambient assisting living experiment [17]. El objetivo principal de este proyecto es desarrollar un dispositivo portátil capaz de medir las cantantes vitales propias de las personas de edad avanzada o enfermos, para detectar caídas y comunicar de manera autónoma en tiempo real con su médico en caso de una emergencia, estén donde estén. La información de emergencia se puede dirigir tanto al cuidador personal como al Servicio de Emergencias 112. La información de emergencia proporciona la posición geográfica y la información de salud de las personas mayores al cuidador o el servicio de emergencia.

INHOME: An intelligent interactive services environment for assisted living at home [18]. El objetivo de este proyecto es proporcionar los medios necesarios para mejorar la calidad de vida de las personas mayores en el hogar, mediante el desarrollo de tecnologías genéricas para la gestión de entorno doméstico, compuesto por electrodomésticos, equipos

de entretenimiento y sistemas de automatización del hogar, con el objetivo de aumentar su autonomía y bienestar. Este proyecto se basa en la tecnología proporcionada por el proyecto ESTIA, que se centra en el diseño y desarrollo de tecnologías para la gestión y personalización eficaz de contenidos audiovisuales y de las funciones de los electrodomésticos, a nivel local, dentro de la casa. INHOME utiliza la arquitectura ESTIA con el fin de diseñar y desarrollar un conjunto de servicios para las personas mayores, con el objetivo de mejorar su autonomía y bienestar en el hogar.

PERSONA Project: Perceptive spaces promoting independent aging [19]. Este proyecto consiste en potenciar el paradigma de la Inteligencia Ambiental mediante la armonización de un entorno de Vida Asistida. En este proyecto se integran en un mismo sistema, tecnologías y conceptos para el desarrollo de soluciones sostenibles y asequibles para la inclusión social y la vida independiente de las personas mayores. Se ha desarrollado una plataforma abierta, escalable y estándar para construir una amplia gama de servicios AAL, así probar y poder demostrar los desarrollos en la vida real, la evaluación de su impacto social, así como establecer estrategias de negocio inicial, para el despliegue futuro de tecnologías y servicios.

AMIGO: Ambient Intelligence for the Networked Home Environment [20]. Este proyecto tiene como objetivo superar los obstáculos a la aceptación generalizada de esta nueva tecnología. El proyecto desarrolla middleware abierto normalizado, interoperable y con servicios atractivos para el usuario, lo que mejora la usabilidad del usuario final. El proyecto mediante el uso de prototipos y aplicaciones demuestra la usabilidad para el usuario final y el atractivo del sistema, esto conlleva a la mejora de la vida cotidiana, abordando todos los aspectos vitales del usuario: cuidados en el hogar y seguridad personal, la información y entretenimiento en el hogar. Todo esto sin descuidar la interoperabilidad entre todos los equipos y servicios que se encuentran en la red del hogar, utilizando tecnologías estándar cuando sea posible, haciendo que el middleware de base y los servicios básicos disponibles para el usuario sean software de código abierto.

OASIS: Open architecture for Accessible Services Integration and Standardization [21]. Este proyecto presenta una arquitectura abierta con una ontología innovadora. Esta arquitectura permite y facilita la interoperabilidad, la conectividad y el intercambio de contenido entre los distintos servicios y ontologías en todos los dominios de aplicación, correspondientes a las solicitudes de las aplicaciones de las personas mayores. Incluye un conjunto de nuevas herramientas para el contenido y la gestión de los servicios, para la creación de interfaces de usuario, la adaptación y personalización de servicios y la integración. A través

de esta nueva arquitectura, más de 12 tipos distintos de servicios están conectados con la plataforma OASIS para el beneficio de las personas mayores, de esta forma se cubren las necesidades del usuario. Las aplicaciones se integran como un lote unificado y dinámico de servicios, gestionado por el centro de servicio de OASIS, apoyado por todo tipo de dispositivos móviles y entornos.

UNIVERSAAL: Open platform and reference Specification for Ambient Assisted Living [22]. Este proyecto está financiado por la Unión Europea. Se encuentra en las primeras fases de ejecución ya que ha sido iniciado recientemente, tiene como objetivo recoger los escenarios, las necesidades y las soluciones técnicas de distintos proyectos con el fin de consolidar y estandarizar la plataforma middleware para un Entorno de Vida Asistida. Los proyectos: PERSONA, M-POWER, SOPRANO y AMIGO, junto con la plataforma openAAL, son varios de los sistemas que se están considerando para llevar a cabo la consolidación.

3. Diseño de la plataforma DAI

La revisión del estado del arte del middleware existente reafirma los criterios establecidos para el diseño planteado; a estas líneas de actuación (que tienen que ver con la capa de abstracción a partir de la cual se construyen los servicios) se le incorporan las líneas necesarias para la integración de diferentes tecnologías domóticas, de control y de comunicación, completando de ese modo una plataforma que cubre desde la instalación de los elementos de sensorización y actuación hasta los servicios automáticos de vida asistida.

Se plantean por tanto dos niveles de actuación, en el primero se deberá resolver el problema de la integración y la independencia de las tecnologías domóticas. En el segundo nivel se diseñará el middleware que incorporará el soporte necesario para la incorporación de los servicios AAL.

3.1. Red de control: capa de integración de tecnologías domóticas

El hogar digital con potencial para instalar servicios accesibles es capaz de desarrollar numerosas alternativas y de ofrecer soluciones que dependen incluso del tipo de usuario mediante interfaces accesibles. Por tanto, el punto de partida del diseño ha sido el de enfocarlo hacia los servicios.

En este sentido, cada servicio instalado o potencialmente instalable puede relacionarse a su vez con otros servicios ya existentes, estableciéndose numerosas relaciones en las que es difícil establecer una clasificación que complete todas las posibles combinaciones y propuestas.

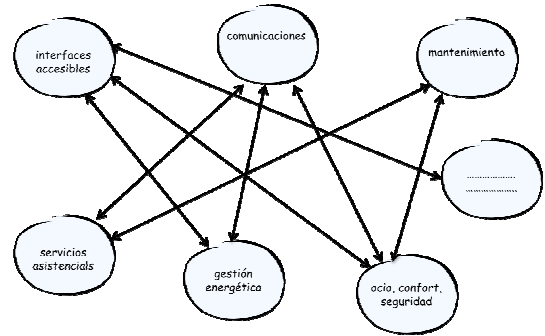


Figura 1. Interrelación entre servicios

La figura 1 muestra el escenario al que nos enfrentamos, el cual debemos resolver de forma genérica para que todos los casos que se deriven tengan solución.

Si lo enfocamos a la resolución de los servicios y queremos que la plataforma sea independiente de cualquier tecnología domótica debemos pensar en un tipo de comunicación universal que pueda resolver cualquier relación de integración entre protocolos y que sirva de soporte a la capa middleware. Esta comunicación la conseguimos con el diseño de una intranet que denominaremos intranet de hogar digital (IHD).

Esta intranet incorpora todos los beneficios de internet en el escenario planteado y resuelve las exigencias del diseño especificadas anteriormente. La figura 2 muestra el cambio de un escenario con interrelaciones complejas (figura 1). La IHD se corresponde con una red Ethernet-WLAN a través de la cual todas las tramas de datos convergen, bien desde cualquier protocolo domótico (local), bien desde una petición externa (remota).

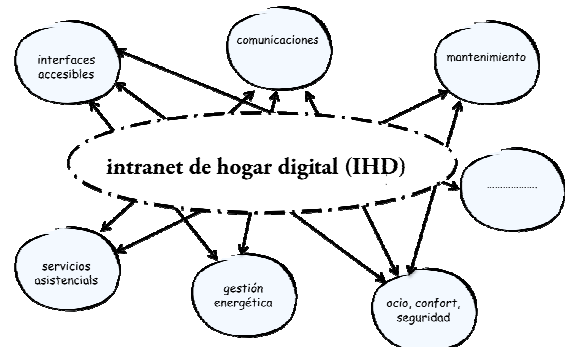


Figura 2. Intranet de hogar digital

Este soporte de comunicación permite hacer interoperable cualquier tecnología de control domótica que cuente con un módulo pasarela a Internet. Cada tecnología es compatible en la red IHD y la instalación se corresponderá a la estructura presentada en la figura 3.

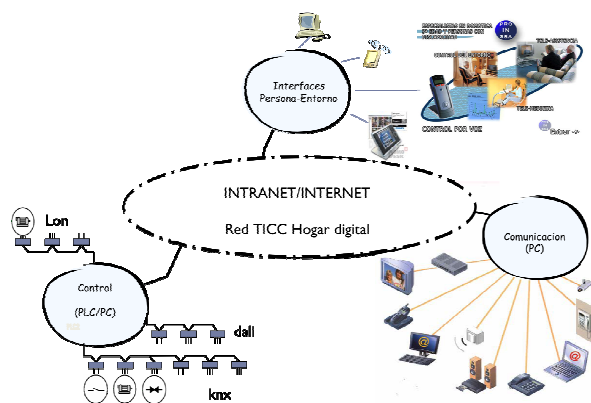


Figura 3. Interoperabilidad entre dispositivos a través de la IHD

En la figura anterior se muestra que el control de los dispositivos domóticos está resuelto en primera instancia en su propio bus. El control con PLC (Controlador Lógico Programable) o PC (Computador personal) puede estar distribuido y conectado a la intranet desde diferentes puntos de enlace, bien por tecnologías bien por servicios. Cada tecnología de control domótico puede integrarse con un control con PC, PLC o sistema embebido programable. Si la interacción es externa, a través de un servicio sobre interfaces o bien sobre un servicio de comunicación. Por tanto, la IHD se convierte en el camino sobre el que hacer interoperable cualquier dispositivo. Tanto las peticiones como las respuestas se resuelven a este nivel en la propia intranet.

La arquitectura presentada resuelve aplicaciones de nivel básico (control e interoperabilidad en el control de los sistemas), para ampliar el rango de funcionalidad a los niveles exigidos a instalaciones adaptables a las necesidades y capacidades de las personas en entornos asistidos se propone desarrollar una capa middleware que toma la IHD como soporte y que proporciona el conjunto de funciones necesarias para el desarrollo de los servicios especializados.

El middleware ofrece también la posibilidad de eliminar módulos de control por PC o PLCs ya que las tareas de control de los buses las puede asumir el propio middleware. Si el bus de control se conecta directamente con una pasarela a la intranet es el middleware el que hará de elemento controlador de la interoperabilidad. En caso contrario el control se puede encargar a elementos programables distribuidos conectados a la intranet. La flexibilidad de la propia intranet permite optar por diferentes configuraciones en función del tipo de instalación, tecnología domótica a integrar o servicios previstos en el diseño inicial.

3.2. Sistema DAI: capa de abstracción

En una arquitectura basada en capas, la capa middleware es la encargada de abstraer las características dependientes del dispositivo y proporcionar una interfaz homogénea a las capas superiores del sistema, minimizando la complejidad del software. Dado que la información de contexto se obtiene a partir de dispositivos distribuidos por el entorno, una infraestructura de software eficiente tiene que procesar los datos que provienen de estos dispositivos y extraer la información para ponerla a disposición de nivel de aplicación. Por tanto, es necesario un modelo potente y flexible para la representación de la información de contexto.

Además de la función de integrar de manera eficiente y dinámica la gestión de recursos heterogéneos y servicios, una segunda función que debe asumir esta capa, es ofrecer a los desarrolladores un marco para crear aplicaciones inteligentes.

Los servicios ofrecidos en el sistema DAI han hecho uso de la especificación Open Services Gateway Initiative (OSGi) R4 [22] y los componentes del sistema se han definido como paquetes OSGi. Esta especificación garantiza los requisitos específicos para las aplicaciones de la plataforma DAI, mencionados anteriormente.

Con el fin de distribuir los componentes y así formar una red de nodos dinámicos, se ha empleado un enfoque propuesto por Apache CXF mediante Distributed OSGi (D-OSGi) [24]. Este, implementa la funcionalidad remota utilizando Servicios Web basados en Representational State Transfer (REST), expone el servicio sobre una hoja WADL [26]. D-OSGi conserva en los nodos la interfaz de OSGi a las aplicaciones y su portabilidad. Se podría haber propuesto otros mecanismos para la comunicación distribuida como UPnP [27], Bluetooth [28] pero estas tecnologías presentan carencias de seguridad [29] a la hora de la comunicación.

Utilizando una plataforma de servicios como OSGi en los nodos, se solventa el problema de comunicación entre los diferentes dispositivos lógicos para fusionarlos con la capa middleware, ya que haciendo uso de este entorno, los dispositivos lógicos pueden estar unidos con la misma capa middleware y así comunicarse unos con otros a través de esta.

Por otra parte, dos dispositivos pueden comunicarse entre sí y publicar servicios mediante sus respectivas capas middleware OSGi, ya que estas son las encargadas de ponerse de acuerdo y establecer la comunicación.

3.3 Plataforma DAI

Se necesita un sistema para albergar los distintos servicios de un entorno AAL y automatización del hogar. Para ello, se ha desarrollado la plataforma DAI, la cual se encuentra dividida en dos niveles.

En el nivel más alto se encuentra el sistema DAI middleware. Este, se halla en un PC de propósito general de dimensiones reducidas y bajo consumo. El middleware está compuesto por distintos paquetes OSGi denominados módulos, todos ellos siguen la especificación OSGi mencionada en puntos anteriores. Estos módulos están formados por:

Módulos de Automatización. En este grupo se encuentran los servicios de automatización de la vivienda.

Módulos de Servicios del Hogar. A este grupo pertenecen los servicios de AAL.

Módulos de Sistema. Están contenidos los módulos de la plataforma DAI.

Módulos de Servicio Web. En este grupo se encuentran los módulos de Distributed OSGi, para que el resto de servicios contenidos en los distintos módulos hagan uso de ellos y así poder comunicarse con otros nodos.

Módulos API AI. En este grupo se encuentran los servicios encargados de generar una interfaz de acceso a todo tipo de interfaces orientadas a usuario.

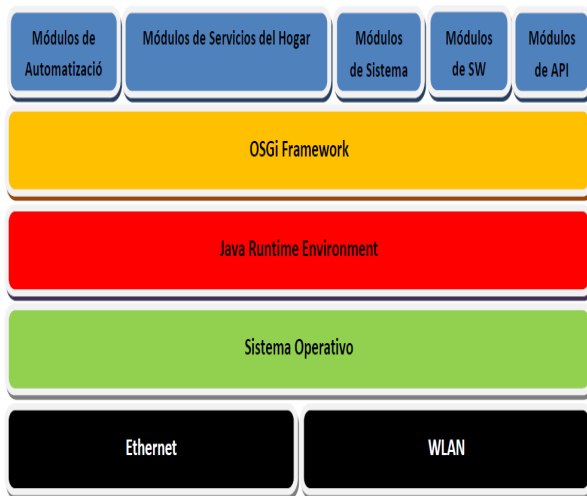


Figura 4. Arquitectura DAI middleware

En el nivel inferior se hallan los driver de los dispositivos y las diferentes redes de control, estos están contenidos en un PLC (Controlador Lógico Programable), esta máquina se encuentra conectada a la IHD y mantiene una comunicación directa con el sistema DAI mediante la capa ADS-WS.

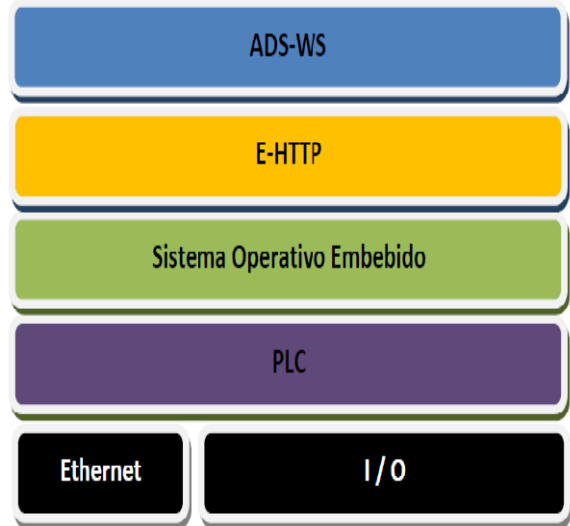


Figura. 5. Arquitectura de interoperabilidad mediante autómatas

El middleware de los nodos conectados a las redes de control se halla de forma virtual en el PC de propósito general de la plataforma DAI. Sigue la especificación OSGi mencionada en párrafos anteriores. La integración se ha llevado a cabo de esta forma para suplir el alto costo que hubiera supuesto integrar a cada uno de los dispositivos físicos este middleware.

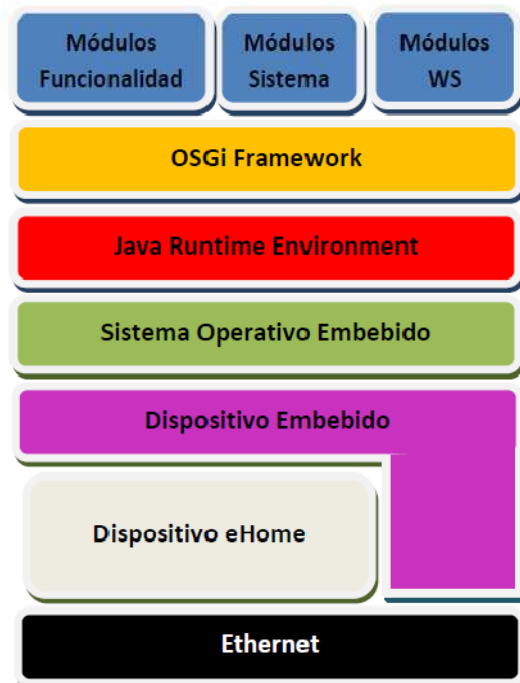


Figura. 6. Arquitectura nodo red de control.

3.4 Protocolo de descubrimiento.

En cuanto a la red de nodos distribuidos se propone adoptar una arquitectura ad-hoc, basada en la comunicación mediante el paso de mensajes de forma directa entre nodos. Este tipo de arquitectura proporciona mayor versatilidad e independencia a los nodos al no tener un punto de acceso central en el que se tenga que registrar y gestionar la comunicación entre cada uno de ellos. Por tanto, se necesita un protocolo de descubrimiento, el cual sea capaz de establecer la comunicación entre los nodos vinculándolos con los servicios que necesiten del otro dispositivo.

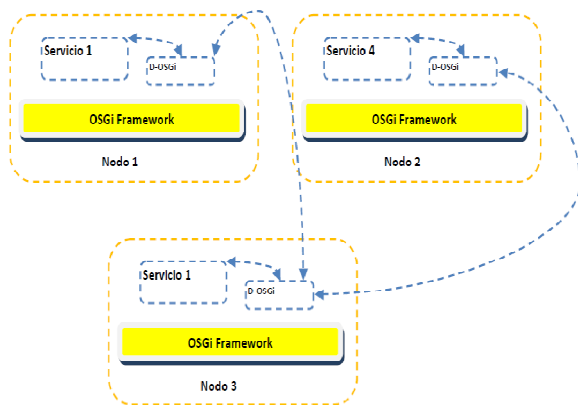


Figura 7. Descubrimiento, publicación y comunicación entre nodos.

La especificación Distributed OSGi define cómo la aplicación distribuida trata el descubrimiento de los servicios sin la imposición de un protocolo de descubrimiento concreto. Esto es beneficioso ya que proporciona total libertad a la hora de emplear un protocolo de descubrimiento, así este se puede adaptar al caso de uso.

Para esta arquitectura, se propone el uso de Apache Hadoop Zookeeper [30] como protocolo de detección. Éste, proporciona un servicio de coordinación de alto rendimiento para las aplicaciones distribuidas. Zookeeper se puede utilizar como un servicio de registro global de publicaciones exportadas de forma remota.

Actualmente se está trabajando en esta parte de la arquitectura para llevar a cabo la propuesta planteada. Ya que ahora los nodos solo son capaces de anunciar sus servicios, pero carecen de la capacidad para suscribirse por sí solos a los servicios que cubran sus necesidades. La vinculación de los servicios y dispositivos se hace de forma semiautomática, ya que es necesario darlos de alta en una base de datos y posteriormente actualizar en nodo.

3.5 API AI. Interfaz de Programación de Aplicaciones e Interfaz de Acceso.

Debido al sector de la población al que van dirigidas estas interfaces persona-entorno, surge la necesidad de que estas interfaces sean simples, intuitivas y deban adaptarse a las características de las personas.

La transparencia al usuario es una característica muy importante que permite incrementar la accesibilidad. Por ejemplo, si un usuario se conecta a la red solicitando un servicio cualquiera, o simplemente el servicio de un producto de apoyo, la red debe trabajar conjuntamente con el resto de nodos, si es necesario, con el objetivo de devolver al usuario una respuesta.

Por tanto, se debe abstraer la arquitectura de la red al usuario final. Éste debe ver la red como una “caja negra” a la cual solicita un servicio o información que ésta le devuelve de manera accesible, adaptándola según sus características. Como referencia en la línea de trabajo de adaptación de interfaces y modelado de usuario se encuentra el Proyecto INREDIS [31].

En este trabajo se ha llevado a cabo una solución de accesibilidad de alto nivel basada en una Interfaz de Programación de Aplicaciones, la cual garantice la interoperabilidad con todo tipo de interfaces. Este API proporciona una solución SOA[32] (Service Oriented Architecture) mediante Servicios Web basados en REST, así el nodo del cliente obtiene del sistema los datos necesarios para construir de forma transparente al usuario una interfaz adaptada a éste.

La interfaz de Programación de Aplicaciones se ha integrado en el middleware de la plataforma DAI como un módulo OSGi en cooperación con los Módulos WS.

4. Ejemplo de instalación y validación de la plataforma DAI Middleware

La plataforma DAI ha sido instalada y puesta en marcha a lo largo del desarrollo del proyecto metalTIC Hogar Digital. Ya en funcionamiento, la plataforma se ha utilizado en pruebas de validación del proyecto INREDIS en donde la interfaz de programación de aplicaciones de la plataforma DAI se ha utilizado como soporte para el acceso de las interfaces desarrolladas en INREDIS.

El proyecto metalTIC Hogar Digital ha consistido en el diseño y construcción de una casa-laboratorio a modo de espacio demostrativo para la innovación. En dicho espacio se han instalado diferentes tecnologías domóticas de control y un prototipo middleware de integración y de soporte para utilidades basadas en la utilización de servicios web. Tanto los servicios como la integración e interoperabilidad de las tecnologías

instaladas en metalTIC han sido diseñadas y puestas en marcha según las especificaciones del sistema DAI.



Figura 8. Espacio demostrativo metalTIC

4.1. Interoperabilidad entre redes de control domótico

Una de las principales características de metalTIC es la capacidad de integrar y hacer interoperables tecnologías especializadas en el control, seguridad, iluminación, comunicaciones, gestión energética, servicios asistenciales y cualquier tipo de red especializada en servicios domóticos. Siguiendo las directrices indicadas en apartados anteriores se ha instalado una Intranet de Hogar Digital a partir de la cual se han relacionado sensores, actuadores y dispositivos de los sistemas KNX [33], LON [34], DALI [35], EnOcean [36], CAN [37], Invox [38] y ModBus [39]. En la figura 9 se muestra de forma resumida los elementos principales de la red sobre la que se han implementado servicios de seguridad, confort, eficiencia energética, comunicaciones, interfaces adaptadas, pasarela residencial, todo esto gestionado por el DAI middleware incluido en una pasarela residencial.

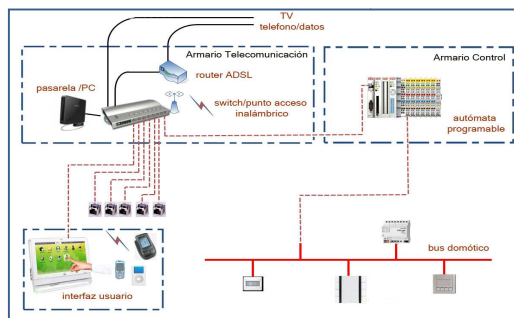


Figura 9. Elementos de metalTIC HD

MetalTIC HD se divide en cinco bloques: buses domóticos, módulos pasarela, Intranet Hogar Digital (IHD), plataforma DAI e interfaces persona-entorno. La gráfica 8 muestra de forma resumida la disposición de los bloques y el tipo de conexión a la intranet.

Los buses domóticos están constituidos por el soporte físico del propio bus (cable o red inalámbrica

según protocolo), los elementos sensores y actuadores conectados y la programación de todos los elementos con las acciones que ejercen. Cada tipo de bus se programa conforme a su protocolo y se hace visible en la IHD mediante su conexión al módulo pasarela correspondiente, a modo de driver. Dicho módulo se encarga de hacer visibles los servicios disponibles realizando la conversión del protocolo de comunicación. Los dispositivos de todos los buses instalados son visibles e interoperables en la IHD.

Los buses domóticos instalados son:

1. Bus KNX: actuadores de salidas binarias (iluminación ON-OFF, motorización MARCHA-PARO), actuadores de salidas reguladas (iluminación regulada, ON-OFF y paso a paso), botoneras multifunción programables, motores (toldos, estores, persianas), sensores de presencia, crepuscular, temperatura interior y exterior, sensor de lluvia, viento y luminosidad.
2. Bus CAN: sensores de alarmas técnicas (gas, agua, fuego, presencia), control de las electroválvulas de corte y señales portadoras de fecha y hora.
3. Bus DALI: balastos de iluminación LED RGB, balastos de iluminación regulada.
4. Bus inalámbrico EnOcean: sensores de temperatura, humedad, apertura de puertas, botoneras y consumo eléctrico.
5. LON: Medidor de consumos e iluminación exterior con PowerLine.
6. Autómata PLC: Sensores de presencia y de caídas como entradas digitales. Salidas digitales para el control de apertura de puertas.
7. RS-485, ModBus/RTU: Dispositivos de medición de consumos, comunicación de la bomba de calor aire-agua del suelo radiante, obtención de información de los electrodomésticos Fagor.
8. RS-232: Controlador de la instalación fotovoltaica y envío de señales a través de una pasarela GSM.

Los módulos pasarela permiten integrarse en la IHD ofreciendo diferentes tipos de funcionalidad. Cada módulo pasarela realiza la traducción del protocolo domótico a tramas IP. En metalTIC se utilizan módulos pasarela integrados en un autómata programable [40], el cual

La red IHD está formada por el hardware de conexión a los protocolos IP (switches, router, punto de acceso inalámbrico, etc..) y todo el diseño y programación básica sobre estos elementos para garantizar la integración de protocolos. La red IHD está organizada en 4 subredes: multimedia-ocio, control, seguridad y datos.

La plataforma DAI implementa el middleware DAI y da soporte al desarrollo de aplicaciones y servicios adaptados

La Interfaz de Acceso, garantiza la interoperabilidad con todo tipo de interfaces. Proporciona una solución SOA (Service Oriented Architecture) mediante Servicios Web basados en REST, así el nodo del cliente obtiene del sistema los datos necesarios para construir de forma transparente al usuario una interfaz adaptada a éste.

Las interfaces persona-entorno desarrolladas utilizan el soporte de interoperabilidad y la Interfaz de Acceso de la plataforma DAI para implementar servicios en los que el usuario interactúa con la instalación. Pantalla táctil, consola WII, teléfono móvil, tabletas y reconocimiento del habla son algunas de las interfaces persona-entorno empleadas.

10. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado una plataforma de hogar digital para el desarrollo de servicios e interfaces adaptadas a la vida asistida por el entorno. La plataforma consiste en un middleware distribuido con una Interfaz de Acceso basada en servicios web y una intranet (IHD) que hace interoperable cualquier tecnología de control doméstico. Un prototipo de la plataforma ha sido instalada durante el desarrollo del proyecto metalTIC Hogar Digital. La puesta en marcha de la instalación y su posterior validación a lo largo de varios trabajos experimentales del proyecto INREDIS han confirmado los beneficios de la plataforma planteada. Como trabajos futuros se plantean dos líneas de actuación. La primera es la integración en el propio middleware de la parte de interoperabilidad entre tecnologías domésticas. En el prototipo esta tarea ha sido realizada por diferentes nodos pasarela programables desde automática. La segunda es la de incorporar nuevos módulos que doten a la plataforma de capacidad para desarrollar servicios proactivos para la vida asistida. Estos servicios “inteligentes” adaptarán las capacidades de la instalación a los usos y características de las personas que los usan.

10. Referencias

[1] Steg, H., et al.: Europe Is Facing a Demographic Challenge – Ambient Assisted Living Offers Solutions. In: VDI/VDE/IT, Berlin, Germany 2006.

[2] Walter, A.: Actitudes hacia el envejecimiento de la población en Europa, Universidad de Sheffield, United Kingdom 1999.

[3] Jini, Sun Microsystems. <http://river.apache.org>. Último acceso Marzo 2011.

[4] HAVi, Inc., The HAVi Specification - Specification of the Home Audio / Video Interoperability (HAVi) Architecture - Version 1.1, <http://www.havi.org>. Último acceso Febrero 2001.

[5] JXTA Project, Sun Microsystems. <http://java.net/projects/jxta>. Último acceso Marzo 2011.

[6] Universal Plug and Play Forum, Contributing Members of the UPnP(TM) Forum, disponible en <http://www.upnp.org>. Último acceso Marzo 2011.

[7] Martin, D.L., Cheyer, A.L., and Moran, D.B. (1999) The Open Agent Architecture: A Framework for Building Distributed Software Systems, in: Applied Artificial Intelligence, Vol. 13, No. 1-2, pp. 91-128, Marzo 1999.

[8] Seneff, S., Lau, R., and Polifroni, J. Organization, Communication, and Control in the Galaxy-II Conversational System, in: Proc. of Eurospeech'99, pp. 1271-1274.

[9] Khai N. Truong, Gregory D. Abowd: INCA: A Software Infrastructure to Facilitate the Construction and Evolution of Ubiquitous Capture and Access Applications. Austria 2004, pp. 140-157.

[10] Turunen, M.; Hakulinen, J.; Raiha, K.-J.; Salonen, E.-P.; Kainulainen, A.; Prusi, P: An architecture and applications for speech-based accessibility systems. 2005

[11] AMIGO: Specification of the abstract system architecture Deliverable D2.1: <http://www.amigo-project.org>, Marzo 2011.

[12] Hellenschmidt, M., and Kirste T. SodaPop: A Software Infrastructure Supporting Self- Organization in Intelligent Environments, in: Proc. of the 2nd IEEE Conference on Industrial Informatics, INDIN 04, Berlin, Germany, 24 - 26. Junio 2004.

[13] DynAMITE - Dynamic Adaptive Multimodal IT Ensembles, available from: <http://www.dynamite-project.org>. Último acceso Noviembre 2005.

[14] SOPRANO: Service-oriented Programmable Smart Environments for Older Europeans : <http://www.soprano-ip.org>. Último acceso Marzo 2011.

[15] I2HOME: Intuitive interaction for everyone with home appliances based on industry standards: <http://www.i2home.org>. Último acceso Marzo 2011

[16] MPOWER: Middleware platform for eMPOWERing cognitive disabled and elderly: <http://www.sintef.no/Projectweb/MPOWER>. Último acceso Marzo 2011.

[17] CAALYX: Complete ambient assisting living experiment: <http://ecaalyx.org>. Último acceso Marzo 2011.

[18] INHOME: An intelligent interactive services environment for assisted living at home: <http://cordis.europa.eu/fp6/projects.htm>. Último acceso Marzo 2011.

- [19] PERSONA: Project: Perceptive spaces promoting independent aging: <http://www.aal-persona.org/>. Último acceso Marzo 2011.
- [20] AMIGO: Ambient Intelligence for the Networked Home Environment: <http://www.hitech-projects.com/euprojects/amigo>. Último acceso Marzo 2011
- [21] OASIS: Open architecture for Accessible Services Integration and Standardisation: <http://www.oasis-project.eu/>. Último acceso Marzo 2011
- [22] UNIVERSAAL: Open platform and reference Specification for Ambient Assisted Living: <http://www.universaal.org>. Último acceso Marzo 2011
- [23] OSGi Alliance Specifications. <http://www.osgi.org/Specifications>. Último acceso Marzo 2011.
- [24] The Apache CXF Distributed OSGi. <http://cxf.apache.org/distributed-osgi.html>. Último acceso Marzo 2011.
- [25] REST: Representational State Transfer. <http://www.w3.org/TR/ws-arch/>. Último acceso Marzo 2011.
- [26] WADL: Web Application Description Language. <http://www.w3.org/Submission/wadl>. Último acceso Marzo 2011.
- [27] UPnP Forum. <http://upnp.org/sdcp-s-and-certification/>. Último acceso Septiembre 2010.
- [28] Bluetooth. <http://www.bluetooth.com>. Último acceso Septiembre 2010.
- [29] D.Cotroneo, A. Graziano, S. Russo. Security Requirements in Service Oriented Architectures for Ubiquitous Computing. Toronto Canada 2004.
- [30] Apache Hadoop Zookeeper. <http://hadoop.apache.org/zookeeper>. Último acceso Marzo 2011.
- [31] M. Alvargonzález, E.Estayo, J.A. Gutierrez, J. Madrid. Arquitectura orientada a servicios para proporcionar accesibilidad (2010).
- [32] Proyecto INREDIS. <http://www.inredis.es>. 2007-2010. Último acceso Marzo 2011.
- [33] KNX Association, *Manual para la Gestión Técnica de Edificios y Viviendas*, KNX Association, Bruselas, 2009.
- [34] Echelon Corp., *LonMaker user's guide Manual*, KNX Association, United States of America, 2006.
- [35] DALI AG, *Digital Addressable Lighting Interface*, DALI AG, Frankfurt, Germany, 2001.
- [36] EnOcean , *EnOcean equipment profiles*, EnOcean Alliance, San Ramon, USA, 2011.
- [37] K. Etschberger , *Controller Area Network basics, protocols, chips and applications*, IXXAT Press, Weingarten, Germany, 2001.
- [38] VOCALI . INVOX. <http://www.vocali.net/invox>. Último acceso Marzo 2011
- [39] A. Jorge, J.Guerreiro, P. Pereira, J. Martins, L. Gomes P, "Energy Consumption Monitoring System for Large Complexes", *IFIP2010*, Aachen, Germany , Mayo 2010, Vol 314/2010 pp. 419-426.
- [40] BECKHOFF. <http://www.beckhoff.com>. Último acceso Marzo 2011