

Infraestructura para Servicios e Interfaces sensibles a la localización en Hogares Inteligentes

Miriam Machuca, Miguel A. López, Juan R. Velasco e Ivan Marsá
miriam|miguellop|juanra|ivmarsa@aut.uah.es
Departamento de Automática
Universidad de Alcalá
Edificio Politécnico Crtra. N-II Km. 31,600 28871 Alcalá de Henares.

Abstract *Some not widespread environments like sophisticated vehicles, adjust controlled elements, like the seat and the rearview, in order to match the preferences of their users. In this context computer systems are fully capable of providing customized interfaces for users. However, this kind of service customization has not yet reached the home environment. Inside real home environments, we can find new services based on automatizing traditional ones, which make our lives easier and more comfortable. However, this services are provided independently, the degree of personalization is still very low, and the results are insufficient. The smart home must release the user from performing routine and tedious tasks to achieve comfort, security, and effective energy management. To achieve this goal, designed systems must use all possible components at home, providing a high quality service. In this paper we extend our previous work on using multiagent systems to build a smart home environment. We describe its functionality and introduce a new ontology in order to make easy agent communication and knowledge sharing.*

1 Introducción

Los entornos con los que interactuamos habitualmente, nuestro hogar, nuestro coche, nuestra oficina, tienden a ofrecernos un nivel de confort en continuo crecimiento. Hemos introducido en nuestro hogar un número cada vez mayor de dispositivos electrónicos, que ofrecen nuevos servicios o automatizan los servicios tradicionalmente conocidos. Por ejemplo, empiezan a aparecer dispositivos que proporcionan servicios novedosos tales como gestión centralizada de contenidos multimedia [1]. Podemos acceder a más servicios pero esto lleva consigo el manejo de nuevos dispositivos, obteniendo disponibilidad a cambio de complejidad de uso.

En este contexto aparecen sistemas que persiguen la personalización del entorno. Un ejemplo de este tipo puede verse en dispositivos móviles sensibles a la localización, capaces de adaptarse al lugar al que accede el usuario, o en cualquier sistema que ajuste su comportamiento a las preferencias de distintos usuarios cercanos. Una de las principales líneas de investigación de nuestro grupo es la personalización de dispositivos móviles y de electrodomésticos tradicionales, aportando inteligencia al hogar [2]. Para alcanzar nuestro objetivo proponemos el uso de sistemas multiagente, ya que son idóneos para el desarrollo de sistemas distribuidos, inteligentes, autónomos. El trabajo que aquí proponemos continúa con lo expuesto en [3].

Con nuestro sistema hemos convertido un dispositivo móvil en un mando a distancia universal capaz de adaptarse a la localización de su usuario, proporcionando los interfaces correspondientes a los servicios disponibles en su localización. Hemos implementado un servicio multimedia que permite que los contenidos solicitados por los usuarios sigan los movimientos de sus solicitantes dentro de la vivienda en tiempo real, de forma que no existe pérdida de información. Los agentes inteligentes proporcionan la tecnología necesaria para alcanzar el grado de distribución, autonomía e inteligencia requerido.

Se realiza un resumen del estado del arte en la sección 2, y se detalla la arquitectura de nuestro hogar inteligente en las secciones 3, 4 y 5. En ellas se especifica la funcionalidad de los agentes y las interfaces entre ellos, y se introduce la ontología utilizada. Finalmente se extraen conclusiones y se trata el trabajo futuro en la sección 6.

2 Hogares Inteligentes

Podemos definir un entorno inteligente como *aquel capaz de adquirir y aplicar conocimiento sobre sus habitantes y sus alrededores para adaptarse a los habitantes y conocer los objetivos de confort y eficiencia* [4]. Dichos objetivos suelen centrarse en la adaptación del entorno a las preferencias de los usuarios, para incrementar su rendimiento en las tareas di-

arias, y para optimizar el consumo de energía de los sistemas implicados.

2.1 Personalización de servicios en hogares inteligentes

La personalización de sistemas y servicios no es un tema novedoso. De hecho, la mayoría de las líneas de investigación acerca de agentes software de usuario se centran en la posibilidad de configurar un sistema software de acuerdo a las preferencias del usuario. Puede existir un agente asociado a cada usuario, como se describe en [5], o un único agente que sirve a todos los usuarios que acceden al sistema, como en [6]. Aunque la personalización de servicios es factible para cualquier entorno de usuario, no hay duda de que los hogares inteligentes son especialmente adecuados para ello, ya que en el hogar los usuarios son más proclives al uso de sistemas diseñados para ofrecer confort y facilidad de uso.

El Libro Blanco del Hogar Digital, editado por Telefónica [7] proporciona una taxonomía para servicios disponibles en el hogar digital, que pueden personalizarse en gran medida para ajustarse a las preferencias de los usuarios. Por ejemplo, podemos pensar en un hogar en el que las luces se apagan y se encienden siguiendo al usuario por la vivienda, una llamada telefónica se convierte automáticamente en una videoconferencia si el usuario tiene un televisor o una pantalla de ordenador cerca, o el televisor emite la totalidad o parte de los contenidos, en función de la edad de los televidentes.

2.2 Hogares inteligentes y sistemas multiagente

Para alcanzar los objetivos que estamos planteando un sistema domótico se compone de dos conjuntos de dispositivos, unos recogen información del entorno en el que están situados -sensores- y los restantes son capaces de actuar sobre las condiciones del entorno -actuadores-. El sistema procesará los datos recogidos por los sensores y de acuerdo a los objetivos establecidos, empleará a los actuadores para alterar el entorno del usuario. La complejidad de la domótica estriba en las decisiones que toma el sistema acerca de las acciones necesarias. Estas acciones se basan en la información recogida por los sensores. La obtención de información deberá realizarse de forma distribuida, autónoma e inteligente, lo que sugiere el uso de agentes software para el desarrollo de este tipo de sistemas.

Existen diferentes definiciones para el concepto de agente software. Desde el punto de vista del diseño y la tecnología, podemos decir que un agente software es un programa auto-contenido capaz de controlar su

propia decisión de hacer y actuar, basándose en su percepción del entorno que le rodea, y persiguiendo uno o más objetivos [8]. Desde un punto de vista funcional o desde la perspectiva de un usuario, un agente software puede verse como una entidad software en la que pueden delegarse tareas [9]. La última definición, aunque más sencilla, sugiere más claramente que esta tecnología puede solucionar el problema de la automatización inteligente del entorno.

3 Una plataforma de agentes de hogar inteligente

Una primera contribución de este trabajo es una arquitectura para la construcción de un hogar digital basado en agentes, que hemos llamado iHAP (*intelligent Home Agent Platform*). Esta arquitectura cuenta con un conjunto de dispositivos distribuidos en el entorno. De acuerdo al grado de autonomía e inteligencia de los dispositivos, principalmente determinado por su capacidad computacional para albergar agentes, podemos dividirlos en cuatro grupos [10]:

- **iHAP Central System (iHAP o CS).** Puede relacionarse con la pasarela residencial [11] y contiene la plataforma de agentes que soporta la existencia de todos los agentes de la vivienda. Contiene aquellos agentes que actúan a nivel global en la vivienda, y no están asociados a un sensor o actuador específicos o a una localización o habitación determinadas. En el iHAP Central System se encuentran los agentes utilizados para el control de dispositivos no inteligentes, es decir, dispositivos domóticos sin suficiente capacidad de proceso para alojar sus propios agentes. Aunque la fiabilidad del iHAP Central System es esencial para el funcionamiento adecuado del sistema. En caso de fallo en el CS, los agentes que están distribuidos en el hogar entrarían en un modo seguro, en el que se les permite ofrecer una funcionalidad básica.
- **Dispositivos personales.** Cada usuario porta un dispositivo móvil -teléfono móvil, PDA- que contiene los agentes necesarios para identificar al usuario en el sistema, determinar la ubicación del usuario en el hogar, y mostrar los interfaces apropiados a los servicios disponibles cuando sea necesario.
- **Dispositivos con agentes.** Son dispositivos sensores y actuadores con cierto grado de autonomía, normalmente procedente de los agentes activos sobre una máquina virtual Java empotrada.

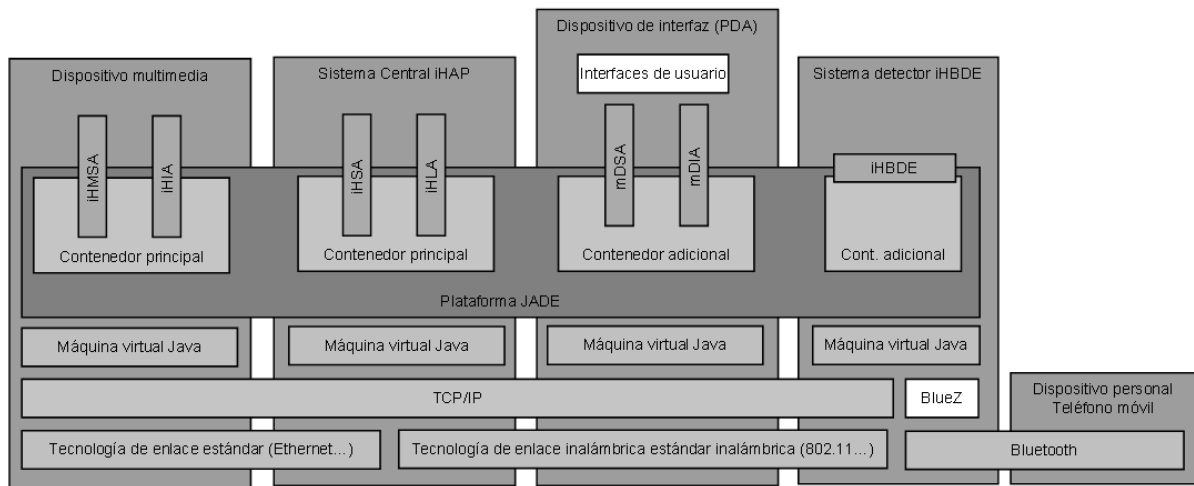


Figura 1: Arquitectura del sistema

- Dispositivos sin agentes.** Están controlados por el CS, ya que no tienen la capacidad necesaria para funcionar de forma autónoma. Están conectados a él mediante tecnologías de bus estándar. El resto de dispositivos, con agentes y personales, se comunican entre sí y con el iHAP CS a través de TCP/IP. Aunque sería posible utilizar cualquier tecnología de enlace de red, hemos optado por el uso de protocolos de comunicación inalámbrica -Bluetooth, WLAN-.

el primero de ellos los usuarios tienen acceso a contenidos multimedia desde cualquier localización en el hogar digital, a través de un repositorio de contenido centralizado, normalmente ubicado en la pasarela residencial, y se permite que los contenidos multimedia sigan al usuario si decide cambiar la habitación en la que está disfrutando de los mismos. Con el segundo, los usuarios interactúan con un interfaz genérico que se adapta a los servicios multimedia disponibles en una localización concreta, lo que evita que el usuario tenga que aprender distintos interfaces.

En la Fig. 1 se puede ver la arquitectura del sistema en la que se muestran los distintos niveles de comunicación. El entorno de desarrollo de libre distribución utilizado ha sido la plataforma de agentes JADE (*Java Agent DEvelopment framework*) [12], que nos libera de la realización de tareas de bajo nivel relacionadas con el ciclo de vida de los agentes y el intercambio de mensajes. La plataforma JADE se extiende a todos los elementos del sistema que contienen agentes, éstos viven dentro de un contenedor asociado a cada elemento, y el contenedor principal de la plataforma reside en el iHAP CS. Por otra parte, el uso de las especificaciones FIPA (*Foundation for Intelligent Physical Agents*) [13], garantizan cierto grado de interoperabilidad con otros sistemas basados en agentes. El uso de Java asegura la portabilidad del código a otras máquinas distintas.

4 Arquitectura de agentes

La Fig. 1 se muestra la arquitectura del iHAP particularizada para los servicios descritos. Podemos ver los distintos elementos del sistema y los agentes software que residen en ellos, que confieren la funcionalidad requerida.

Las interfaces tanto entre un dispositivo con agentes y su actuador o sensor asociado, como con el resto de elementos del sistema se proporciona mediante un sistema empotrado a través de una máquina virtual Java. En estos momentos estamos trabajando con diferentes tarjetas, tratando de encontrar la opción más conveniente para cada dispositivo. Una de las opciones es utilizar tarjetas TINI (*Tiny InterNet Interface*) [14].

4.1 Dispositivo móvil

La funcionalidad asociada a este dispositivo se ha dividido en dos bloques separados. Por una parte, un dispositivo móvil de interfaz, en este caso una PDA con una tarjeta 802.11 que puede usarse a modo de mando a distancia para interactuar con el sistema. El interfaz mostrado se adapta a los servicios disponibles, dependiendo de la localización del usuario. Por otra, un dispositivo móvil personal, que se refiere a un teléfono móvil con interfaz Bluetooth que permite al sistema identificar al usuario y determinar su localización en el hogar.

En esta primera implementación, hemos contemplado la existencia de dos servicios en nuestro hogar inteligente: distribución de audio/video multiroom e interfaces de usuario sensibles a la localización. Con

Aunque podríamos haber utilizado un único dispositivo, hemos considerado más interesante el uso de dos, ya que la separación de funcionalidad permite utilizar un único mando a distancia 802.11 para el hogar, mientras identificamos a los usuarios a través de sus teléfonos móviles Bluetooth. El dispositivo móvil personal no contiene agentes, mientras que el dispositivo

móvil de interfaz contiene dos agentes:

- **mDSA** (*mobile Device Service Agent*). Este agente se encarga de mostrar en la pantalla de la PDA interfaces a partir de los que el usuario podrá manejar los servicios. Del agente iHSA recibe mensajes cuyo contenido hace referencia al interfaz correspondiente.
- **mDIA** (*mobile Device Interface Agent*). La función principal de este agente es la interacción con el usuario, y recibe sus peticiones a través de los interfaces visibles en la PDA. Una vez recibida la orden, envía una solicitud de servicio al agente iHSA, que se encarga de llevar a cabo la petición.

4.2 Equipo de Detección Bluetooth (BDE)

Se refiere a un dispositivo empotrado provisto de un interfaz Bluetooth que se conecta con el dispositivo personal del usuario, y realiza medidas de potencia para estimar su localización. Esta funcionalidad está soportada mediante el siguiente agente:

- **iHBDE** (*intelligent Home Bluetooth Detection Equipement*). Todos los agentes de los BDEs de cada localización del hogar perciben al usuario mediante la potencia y la intensidad de la señal recibida. Si esos parámetros superan cierto umbral, se envía un mensaje al agente iHLA, informando del grado de cercanía del usuario.

4.3 Dispositivo multimedia

Se trata de un dispositivo reproductor estándar de audio/video con cierto grado de autonomía proporcionada por los siguientes agentes:

- **iHMSA** (*intelligent Home Multimedia Service Agent*). Su misión es controlar el servicio multimedia que se ofrece en el dispositivo en el que reside. Recibe órdenes del agente iHSA para que actúe sobre el estado del servicio que controla. En caso de que el servicio finalice su ejecución informa al iHSA.
- **iHIA** (*intelligent Home Interface Agent*). El dispositivo multimedia debe ser capaz de mostrar un interfaz que permite la interacción con el usuario. Este agente recibe las peticiones de actuación de los usuarios y las reenvía al agente iHSA.

4.4 iHAP Central System

En esta implementación contiene dos agentes:

- **iHLA** (*intelligent Home Location Agent*). El objetivo de este agente es determinar la localización de los usuarios, e informar de ello al agente iHSA. La decisión se tomará de forma

centralizada a partir de la información proporcionada por los agentes iHBDE de cada ubicación.

- **iHSA** (*intelligent Home Service Agent*). Almacena toda la información referente a los usuarios, como es su localización en el hogar inteligente, los servicios a los que tiene acceso cada usuario en cada habitación, referencias a los distintos interfaces, el estado de todos los servicios de cada localización y el estado de los servicios que solicita cada usuario. Recibe información acerca de la localización de los usuarios, y emite dos tipos de órdenes. Si un usuario sale de una localización y tiene servicios activos en ella, ordena parar los servicios, y almacena el estado de los mismos. En una nueva localización en la que entra un usuario, este agente solicita la ejecución de aquellos servicios activos en la localización anterior, en caso de que el usuario viniera de otra localización. Además, recibe las peticiones de actuación sobre los servicios, emitidas por los agentes de interfaces, y ordena la actuación sobre el servicio que corresponda. Por último, es informado cuando un servicio finaliza su ejecución, y actualiza la información que mantiene sobre ese servicio.

5 Comunicación entre agentes

Con el fin de garantizar la interoperabilidad, la comunicación entre los agentes se realiza utilizando mensajes y actos comunicativos. Se utilizan mensajes ACL (*Agent Communication Language*) y actos comunicativos definidos por la organización FIPA en las especificaciones FIPA ACL [15] y [16], respectivamente.

Describiremos el comportamiento del sistema iHAP de acuerdo a los servicios de esta primera implementación, que considera un sencillo hogar con un salón y un dormitorio conectados por un pasillo. En la Fig. 2 podemos ver que en cada habitación existe un Equipo de Detección Bluetooth y un Dispositivo Multimedia. El iHAP Central System puede situarse en cualquier lugar dentro del hogar.

5.1 Proceso de detección de usuarios y seguimiento de servicios

Inicialmente, una vez arrancada la plataforma, el sistema queda a la espera de la detección de usuarios. Los agentes iHBDE perciben a los usuarios mediante Bluetooth, y cuando la potencia e intensidad recibidas rebasan cierto umbral, envían un mensaje (M1) al agente iHLA informándole de la presencia del usuario.

Cuando el agente iHLA recibe el mensaje, busca la información almacenada del usuario, y compara todos los informes recibidos asociados a las distintas localizaciones, decidiendo en qué localización se encuentra el usuario, y enviando un mensaje al agente iHSA (M2).

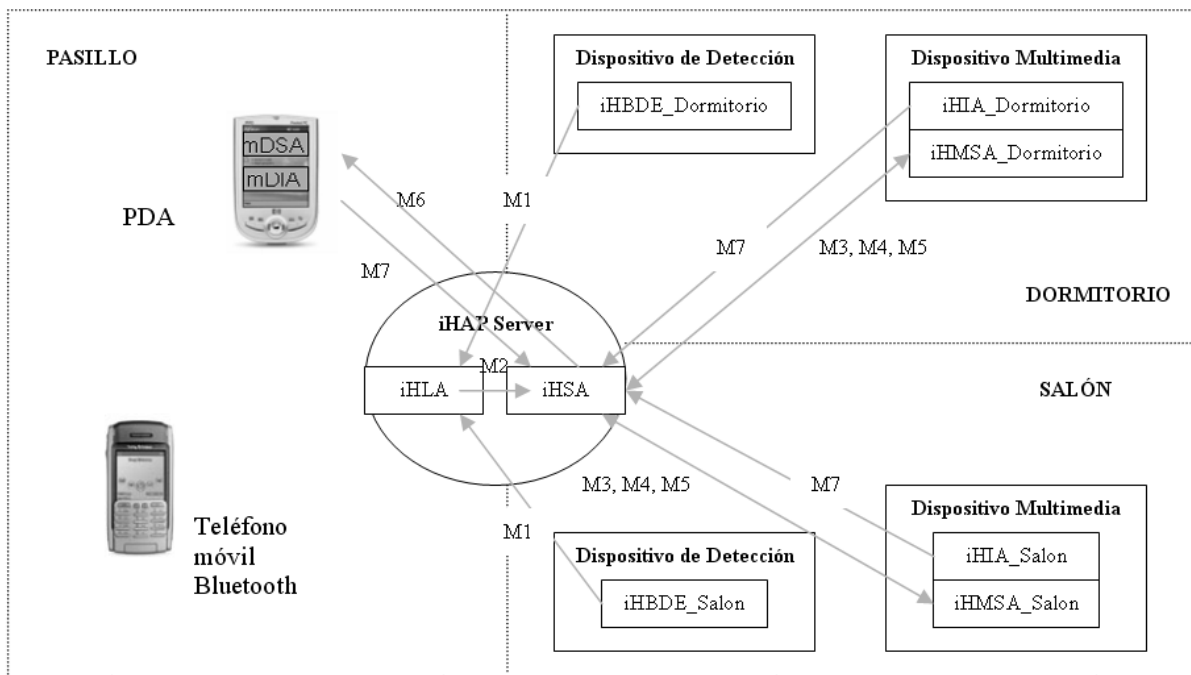


Figura 2: Escenario de aplicación

El agente iHSA marca como presente al usuario en la nueva localización, realiza una búsqueda de servicios activos asociados al usuario en la antigua localización, si esta existe, y ordena al agente iHMSA de la antigua localización que los pare (M3). A continuación, se devuelve el estado en el que se ha detenido cada servicio (M4) al agente iHSA, que lo almacena para su uso futuro.

El agente iHSA comprueba la existencia de los servicios parados en la nueva localización, y ordena al agente iHMSA de la nueva localización, que los arranque según el estado en el que fueron parados en la anterior localización (M5).

En caso de que los servicios no estén disponibles, se almacena su estado para que puedan ser ejecutados en posteriores localizaciones accedidas por el usuario.

Por último, el agente iHSA envía al agente mDSA una referencia al interfaz que debe mostrar en la pantalla de la PDA del usuario (M6). Este interfaz indica al usuario dónde se encuentra, si tiene servicios activos, y proporciona acceso a los servicios disponibles en la localización. De esta forma el estado de los servicios se conserva de una a otra habitación, siguiendo los movimientos de los usuarios que los han solicitado.

5.2 Proceso de petición de servicios

Cuando un usuario es detectado en una localización, aparece un interfaz en su PDA que le permite controlar los servicios disponibles en esa localización. Además existen interfaces estáticos en los dispositivos multimedia para controlar el servicio que ofrecen, aunque ningún usuario haya sido detectado en

la localización. Esto nos permite manejar los servicios en ausencia de dispositivos móviles. En ambos casos la comunicación entre los agentes implicados es la misma, la única diferencia son los agentes que interactúan con los usuarios.

Si un usuario solicita un servicio desde la PDA el agente mDIA asociado al usuario envía una petición de servicio al agente iHSA (M7), que tras actualizar el estado del servicio en los datos que mantiene, encamina la petición hacia el agente iHMSA de la localización en la que se encuentre el usuario (M3 o M5).

En caso de que el usuario pause el servicio, el agente iHSA recibe el estado del servicio (M4), para poder volver a ejecutarlo posteriormente.

Si el servicio se solicita desde alguno de los dispositivos multimedia, el agente iHIA presente en el dispositivo envía una petición de servicio al agente iHSA (M7), que tras actualizar el estado del servicio en los datos que mantiene, encamina la petición hacia el agente iHMSA de la localización de la que proceda la petición (M3 o M5).

En caso de que el usuario pause el servicio, el agente iHSA recibe el estado del servicio (M4), para poder volver a ejecutarlo posteriormente.

El sistema permite que usuarios sin dispositivos móviles registrados puedan acceder a los servicios que se ofrecen, pero sin valor añadido, es decir, sin seguimiento en el hogar.

Por último, cuando alguno de los servicios que controlan los agentes iHMSA finaliza su ejecución, el agente iHMSA correspondiente informa al agente iHSA para que actualice la información que mantiene (M4).

Cuadro 1: Ontología soportada por el iHAP

Estructura	Parámetro	Descripción	Tipo	Rango
User	:identity	Este tipo de objeto representa la identidad de un usuario.	String	
Location	:name	Este tipo de objeto representa una localización del hogar inteligente.	String	salon, dormitorio, pasillo
Power	:value	Este tipo de objeto representa la potencia con la que se percibe a un usuario en alguna localización del hogar inteligente.	Integer	
Service	:name	Este tipo de objeto representa un servicio multimedia que se ofrece en el sistema.	String	audio, video
State	:value	Este tipo de objeto representa el estado de un servicio	String	
Action	:name	Este tipo de objeto representa el tipo de acción a realizar sobre un servicio.	String	play, pause, stop
Interface	:name	Este tipo de objeto representa una referencia al interfaz que debe mostrarse al usuario.	String	
Notice: Este objeto representa un predicado que expresa que un usuario ha sido percibido en una localización, con un determinado valor de potencia.	:user	Usuario detectado	User	
	:location	Localización en la que ha sido detectado	Location	
	:power	Potencia con que ha sido detectado	Power	
Detect: Este objeto representa un predicado que expresa que un usuario ha sido detectado en una localización.	:user	Usuario detectado	User	
	:location	Localización en la que está presente	Location	
Command: Este objeto representa la solicitud de acción sobre un servicio.	:service	Servicio sobre el que se va a actuar	Service	
	:action	Acción a realizar	Action	
	:state	Estado que debe tener el servicio	State	
Report: Este objeto representa un predicado que expresa el estado del servicio.	:service	Servicio del que se informa	Service	
	:demandedState	Estado del servicio	State	
Show: Este objeto representa la acción de solicitar que se muestre un interfaz.	:interface	Referencia al interfaz que debe mostrarse	Interface	

Cuadro 2: Mensajes utilizados en la comunicación

Mensaje	Performative	Sender	Receiver	Content	Language	Ontology
M1: detectionReport	inform	El agent- identifiier de alguno de los agentes iHEDE	El agent- identifiier del agente iHLA	Una estructura Notice	FIPA-SL	iHAP- Ontology
M2: userLocation	inform	El agent- identifiier del agente iHLA	El agent- identifiier del agente iHSA	Una estructura Detect	FIPA-SL	iHAP- Ontology
M3: serviceAction	request	El agent- identifiier del agente iHSA	El agent- identifiier de algún agente iHMSA	Una estructura Command	FIPA-SL	iHAP- Ontology
M4: stateService	inform	El agent- identifiier de algún agente iHMSA de alguna localización	El agent- identifiier del agente iHSA	Una estructura Report	FIPA-SL	iHAP- Ontology
M5: startService	request	El agent- identifiier del agente iHSA	El agent- identifiier de algún agente iHMSA	Una estructura Command	FIPA-SL	iHAP- Ontology
M6: showInterface	request	El agent- identifiier del agente iHSA	El agent- identifiier de algún agente mDSA	Una estructura Show	FIPA-SL	iHAP- Ontology
M7: requestService	request	El agent- identifiier de algún agente de interfaz (mDIA o iHLA)	El agent- identifiier del agente iHSA	Una estructura Command	FIPA-SL	iHAP- Ontology

5.3 Introducción a la ontología soportada por la plataforma iHAP

Para garantizar el correcto entendimiento entre diferentes agentes, FIPA se apoya en los conceptos de lenguaje y ontología. El lenguaje utilizado por un mensaje define las reglas con las que los diferentes elementos del contenido del mensaje se pueden combinar. La ontología de un mensaje describe los elementos que pueden utilizarse como contenido del mismo. Si un agente soporta un determinado lenguaje y una determinada ontología, significa que puede decodificar mensajes que utilicen dicho lenguaje y dicha ontología [18].

Una ontología define un vocabulario de términos y unas relaciones entre los términos de ese vocabulario. Dichas relaciones pueden ser estructurales o semánticas. Las relaciones estructurales describen cómo algunos elementos están definidos mediante otros elementos, de un modo similar a los datos miembro de un objeto software.

Las relaciones semánticas se refieren a que algunos elementos extienden o concretan otros elementos, de un modo similar a lo que ocurre en la herencia en programación orientada a objetos.

Los diferentes agentes que componen nuestro sistema distribuido van a poder compartir información mediante la utilización de ontologías. El uso de ontologías permite una representación uniforme de la información. Por tanto, los agentes van a entenderse y la adición de nuevos agentes es más sencilla, de forma

que se facilita la escalabilidad del sistema.

La comunicación entre los agentes de la plataforma iHAP se apoya en la utilización de la ontología *FIPA-Agent-Management* para los conceptos básicos de la plataforma de agentes [17], y en la ontología *iHAP-Ontology* para el diálogo entre agentes.

La ontología *FIPA-Agent-Management* permite identificar la plataforma y todos los agentes presentes en ella, incluyendo aquellos que pertenecen a la plataforma JADE, como es el agente DF (*Directory Facilitator*). También es posible describir los servicios que los agentes registran en el DF, y se define la interacción entre el DF y los agentes.

En la Cuadro 1 se describen algunos de los conceptos, predicados y acciones de la ontología *iHAP-Ontology* utilizados en las interacciones entre los agentes de la plataforma iHAP.

Los objetos de la ontología *iHAP-Ontology* que se han mostrado complementan a la ontología *FIPA-Agent-Management*, consiguiendo que el diálogo entre agentes sea posible, y la representación de la información que se utiliza quede definida. Mediante esta ontología se definen los objetos necesarios en la prestación de servicios audio y video multiroom, e interfaces de acceso sensibles a la localización.

5.4 Definición de los mensajes intercambiados

Los mensajes utilizados en la interacción entre los agentes, detallados en la Cuadro 2, se implementan con

mensajes FIPA-ACL, cuya sintaxis omitiremos parcialmente para abreviar.

6 Conclusiones y trabajo futuro

Este documento proporciona una infraestructura para desarrollar entornos inteligentes mediante agentes software. Define claramente la funcionalidad de cada uno de los agentes que componen el sistema, las interfaces entre ellos, y aquellos aspectos de la ontología *iHAP-Ontology* necesarios para la definición de la comunicación entre los agentes. La principal ventaja de la utilización de agentes es la autonomía que pueden ofrecer. Un agente inteligente basa su comportamiento en un conjunto de objetivos de alto nivel, y determina de forma autónoma las acciones necesarias para cumplir dichos objetivos. Estas acciones pueden incluir la interacción y cooperación con otros usuarios. De hecho, los sistemas multiagente son sistemas distribuidos muy apropiados para su aplicación en entornos de hogar inteligente, donde es necesaria la coordinación de sensores y actuadores distribuidos. Los dos servicios que hemos implementado sobre la arquitectura propuesta, muestran como los agentes software pueden ayudar a adaptar el entorno a las preferencias y deseos del usuario.

En estos momentos estamos trabajando en la mejora de los Equipos de Detección Bluetooth, haciendo el proceso de localización más rápido, más fiable y más eficiente en términos de consumo de energía. Se está desarrollando una arquitectura jerárquica distribuida para un Sistema de Detección de Presencia (iHPDS) que extiende la funcionalidad de los BDEs y del agente iHLA. La interacción entre usuarios y el sistema puede hacerse más sencilla integrando el dispositivo personal y el de interfaz en un único teléfono móvil. Se están desarrollando e implementando nuevos servicios e interfaces para gestionar remotamente el hogar digital diseñado.

Por otra parte, estamos trabajando en la ontología *iHAP-Ontology* para ampliar su uso en el sistema completo, no únicamente en el apoyo a la comunicación entre agentes. Esta extensión abarca el modelado de conceptos relacionados con los entornos inteligentes en general, y se prevé su utilización en la toma de decisiones de los agentes.

Referencias

[1] PROHOME. Proyecto mercahome, informe b1. "Análisis de la oferta actual" Tech. Rep., Diciembre 2004. [Online]. Disponible: www.casadomo.com/prohome/

[2] Miguel A. Lopez, Alvaro Paricio, Juan R. Velasco e Iván Marsá. "Arquitectura de agentes para entornos domóticos" en XIV Jornadas Telecom I+D. 2004.

[3] Juan R. Velasco, Ivan Marsá, Andrés Navarro, Miguel A. López, Antonio J. Vicente, Enrique de la Hoz, Alvaro Paricio y Miriam Machuca. "Personalización de servicios multimedia en el hogar digital inteligente". Actas del Congreso Internet, Telecomunicaciones y Sociedad de la Información (Mundo Internet 2005), pp. 467-474.

[4] D. J. Cook y M. Youngblood. Smart Homes. Berkshire Encyclopedia of HumanComputer Interaction. Berkshire Publishing Group, 2004.

[5] H. Müller, T. Hilbrich, y R. Kühnel. "An assistant agent". Fundamenta Informaticae, no. 34, pp. 1-10. 1999.

[6] M. Pazzani and D. Billsus. "Adaptive web site agents". Autonomous Agents and Multiagent Systems, no. 5, pp. 205218, 2002.

[7] "Libro blanco del hogar digital y las infraestructuras comunes de telecomunicaciones". Telefónica. Tech. Rep. 2003. [Online] Disponible: www.telefonica.es/index/libroblancohogardigital.html

[8] N. Jennings and M. Wooldridge. "Software agents". IEE Review, pp. 1720, January 1996.

[9] P. Janca, "Pragmatic application of information agents". BIS Strategic Decisions. Tech. Rep., 1995.

[10] Miguel A. Lopez, Iván Marsá Maestre, Andrés Navarro y Juan R. Velasco. "Arquitectura para un sistema domótico basado en agentes". Conferência Ibero-Americana IADIS WWW/Internet, pp. 469-472, 2004.

[11] D. Valtchev and I. Frankov. "Service gateway architecture for a smart home". IEEE Communications Magazine, pp. 126-132, April 2002.

[12] CSELT, JADE homepage: <http://jade.csel.it>.

[13] FIPA homepage, <http://www.fipa.org/>.

[14] "Tiny internet interface". [Online]. Disponible: <http://www.ibutton.com/TINI/index.html>

[15] FIPA, "FIPA Acl Message Structure Specification". Document SC00061GX, 2002. [Online]. Disponible : <http://www.fipa.org>

[16] FIPA, "FIPA Communicative Act Library Specification". Document SC00037J, 2002. [Online]. Disponible: <http://www.fipa.org>

[17] FIPA, "FIPA Agent Management Specification". Document SC00023J, 2002. [Online]. Disponible: <http://www.fipa.org>

[18] G. Caire, David Cabanillas. "JADE tutorial application-defined content languages and ontologies". TILAB S.p.A. 2002. [Online]. Disponible: <http://jade.csel.it>