

Xavier Alamán Roldán<sup>1</sup>, Francisco Ballesteros Cámara<sup>2</sup>, José Bravo Rodríguez<sup>3</sup>, Diego Fernández Aparicio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Inteligencia Ambiental UAM-Soluziona CyT, Universidad Autónoma de Madrid; <sup>2</sup>Laboratorio de Sistemas, Universidad Rey Juan Carlos; <sup>3</sup>Grupo MAmI (Modelling Ambient Intelligence), Universidad de Castilla La Mancha

<xavier.alaman@uam.es>, <nemo@lsub.org>, <jose.bravo@uclm.es>, <fernandez@soluziona.com>

## 1. Automatismos en el hogar: domótica

A lo largo de la historia de la humanidad el concepto de "hogar" ha ido siendo objeto una serie de transformaciones y mejoras, la mayor parte de las veces relacionadas con los avances tecnológicos. Desde su raíz etimológica, el lugar donde se encendía y mantenía el fuego, el hogar humano ha ido incorporando (además de avances en las técnicas constructivas) otro tipo de comodidades que hoy nos parecen imprescindibles. Así fueron llegando, por ejemplo, el agua corriente, la infraestructura de saneamiento, la energía eléctrica, el gas y el teléfono. Tras el advenimiento de la electrónica y la informática, de forma natural fueron surgiendo aplicaciones de estas tecnologías para hacer la vida más fácil a los habitantes de una casa. Esto es lo que se denomina "domótica".

Un ejemplo particular de este progreso tecnológico en el hogar fue la aparición de los electrodomésticos: frigorífico y lavadora en primer lugar, y lavavajillas y secadora después. Todos ellos son hijos de la revolución industrial, más concretamente del concepto de automatismo y de programación. De alguna manera las lavadoras pueden ser consideradas como el primer hito de la "domótica", antes de que siquiera existiera tal concepto.

Sin embargo, tras este primer desembarco de los automatismos en el hogar, su proliferación tuvo que esperar hasta las dos últimas décadas del pasado siglo, cuando se dió la incorporación masiva a los hogares de mecanismos "automáticos" o "programables": sistemas de riego, calderas de calefacción programables, aire acondicionado, aparatos de televisión, radio o música que pueden encenderse o apagarse automáticamente, videograbadoras, alarmas, etc. Todos ellos se caracterizan por el concepto de automatización, programación y adaptación a las necesidades del usuario.

La domótica es la extensión de esta idea a todos los aspectos del hogar, introduciendo la instrumentación (sensores), la actuación (motores y relés) y los mecanismos de con-

# La Inteligencia Ambiental en el hogar: realidad y futuro

**Resumen:** este artículo ofrece en primer lugar una visión de la domótica como tecnología ya establecida para a continuación presentar la Inteligencia Ambiental como la continuación natural de ésta. A continuación se describen tres ejemplos de los desarrollos en Inteligencia Ambiental aplicada al entorno domótico que se están realizando en nuestro país. En primer lugar se describe un prototipo de "sala de estar" inteligente desarrollada en el Laboratorio de Inteligencia Ambiental UAM-Soluziona. En segundo lugar se muestra un ejemplo de entorno de Inteligencia Ambiental basado en un novedoso sistema operativo, diseñado con tal fin en el Laboratorio de Sistemas de la Universidad Rey Juan Carlos. Finalmente, se hace hincapié en las tecnologías de identificación (RFID y NFC), aplicadas a la Inteligencia Ambiental por el grupo "Modelling Ambient Intelligence" de la Universidad de Castilla La Mancha.

**Palabras clave:** Inteligencia Ambiental, información de contexto, entornos inteligentes.

## Autores

**Xavier Alamán Roldán** es Licenciado en Ciencias Físicas (UCM, 1985), Ingeniero Informático (UPM, 1987), M.Sc. in Artificial Intelligence (UCLA, 89) y Doctor en CC. Físicas (UCM, 1993), fue investigador en IBM desde 1990 hasta 1997 y profesor titular en la Universidad Autónoma de Madrid desde 1997. Dirige la Cátedra UAM-Soluziona CyT de Inteligencia Ambiental, donde se desarrollan tecnologías relacionadas con éste área.

**Francisco Ballesteros Cámara** es Ingeniero Informático (1993) y Doctor Ingeniero Informático (1998) por la Universidad Politécnica de Madrid. Durante sus estudios obtuvo varias becas de proyectos Europeos para desarrollar software en tiempo real para lenguajes de programación. Es coautor de LiS (un entorno STREAMS para Linux). Desde 1995 ha sido profesor en distintas universidades, donde ha trabajado en el área de Sistemas Operativos. Ha desarrollado el núcleo de Off++, para el sistema operativo 2k, en cooperación con el SRG de la Universidad de Illinois en Urbana Champaign. 2K evolucionó después en el sistema operativo Gaia. Ha estado trabajando en I+D en los sistemas operativos Plan 9 (de los Bell Labs) y Plan B. Es el director del Laboratorio de Sistemas de la Universidad Rey Juan Carlos, donde se ha desarrollado Plan B. <<http://lsub.org/who/nemo>>.

**José Bravo Rodríguez** es Licenciado en Ciencias Físicas y Dr. Ingeniero Industrial, director del grupo de investigación MAmI (Modelling Ambient Intelligence) de la Escuela Superior de Informática de la Universidad de Castilla-La Mancha. Sus líneas de investigación son Inteligencia Ambiental, Computación Ubicua, Context-Awareness, Interfaces Naturales, Healthcare, RFID y NFC.

**Diego Fernández Aparicio** es Ingeniero Informático (UAM, 1998), trabaja desde que acabó su carrera en la empresa de consultoría informática Soluziona CyT. Ha participado en proyectos de tecnología GIS, y actualmente en proyectos relacionados con los entornos inteligentes. Es miembro del Laboratorio de Inteligencia Ambiental UAM-Soluziona CyT.

trol y programación necesarios. No obstante, todos estos sistemas por separado proporcionan sólo una fracción de la utilidad que podrían proporcionar. Hoy día lo natural es intentar interconectar e integrar todos los sistemas electrónicos presentes en el hogar en una única red de sistemas que permita considerar la casa como un sistema computacional integrado, donde sensores, actuadores, ordenadores y todos los dispositivos puedan trabajar de forma conjunta para simplificar la vida de los habitantes. Dado que la mayoría de los dispositivos disponibles hoy día pueden usar alguna red

de interconexión y ofrecen facilidades para la operación remota, esto podría actualmente (al menos en teoría) considerarse una realidad. Lamentablemente, muchas de las redes son de naturaleza propietaria y exigen comprar los diversos dispositivos (por ej., electrodomésticos) al mismo fabricante; si tenemos intención de interconectarlos. En cualquier caso, técnicamente, es un problema resuelto.

## 2. La Inteligencia Ambiental en el hogar: el futuro que llega

Si la domótica puede considerarse hoy en



Figura 1. Inteligencia Ambiental en el hogar.

día una realidad, el futuro corresponde a la Inteligencia Ambiental (en inglés "Ambient Intelligence" o "AmI"). ¿Pero qué es realmente la inteligencia ambiental? Históricamente, el nombre de Inteligencia Ambiental designa el conjunto de tecnologías que permiten que un "entorno" humano (una habitación, la cabina de un coche, un ascensor) se comporten de forma proactiva respecto a sus ocupantes, anticipándose a sus deseos y necesidades.

Si nos centramos particularmente en el hogar, la Inteligencia Ambiental puede ser considerada como la capa superior de la domótica: se trata de dar un paso más allá de la programación de dispositivos aislados para intentar integrarlos con algún propósito general. Se trata de conseguir que el hogar se adapte automáticamente a las preferencias y necesidades de sus habitantes, coordinando las acciones individuales de los distintos dispositivos presentes en la red domótica. Los conceptos clave para conseguir esto son adaptación, interacción multimodal, capacidad (limitada) de aprendizaje y comportamiento "inteligente".

Desde otro punto de vista, no estamos hablando de otra cosa más que de "computación ubicua". La Computación Ubicua fue una idea introducida por Mark Weiser [1] que podríamos resumir en intentar que todos los sistemas informáticos y electrónicos se vean como parte del entorno físico (de la casa) y se comporten de un modo razonablemente inteligente. Por ejemplo, si el teléfono sabe que estamos atendiendo una llamada y el televisor es realmente un ordenador, sería de esperar que "la casa" pudiese bajar automáticamente el volumen del televisor cuando recibimos esa llamada. Éste, e innumerables ejemplos similares a él, parecen cosas que obviamente deberían estar funcionando ya pero que aún no lo están, dado que nadie sabe en realidad cómo hay que abordar este problema en su conjunto.

Las aplicaciones previsibles a corto plazo son innumerables; del mismo modo que la aparición de Internet incrementó de forma exponencial la utilidad de los sistemas informáticos (antes aislados), la Inteligencia Ambiental probablemente tendrá un efecto similar en el hogar (ver figura 1). Entre ellas podemos destacar la atención a los mayores, cuidados a los niños, ayuda a discapacitados, seguridad y vigilancia, telemedicina, teleeducación, etc.

Parece ser que una de las claves para poder alcanzar este tipo de aplicaciones reside en la gestión de la "información de contexto". Se denomina así a información que no se ha introducido explícitamente en el sistema (en forma de datos de la aplicación a considerar). Por ejemplo, cuando recibimos una llamada es obvio que hay una "conversación en curso". El hecho de que haya una conversación en curso es información "de contexto" que podría usar el sistema para decidir bajar el volumen de la televisión, caso de que esté encendida. Nótese que obtener la información de contexto, de por sí, es un problema considerable. No es obvio cómo extraer dicha información, cuál extraer, cómo almacenarla, cómo gestionarla, ni siquiera cómo usarla.

Nosotros estamos convencidos de que no es en realidad tan complicado conseguir implementar sistemas de computación ubicua que sean capaces de conseguir que la idea de Mark Weiser se convierta en realidad, y estamos dedicando nuestro trabajo a tal fin. En las secciones que siguen describiremos algunos ejemplos.

### 3. Ejemplo 1: Odisea, domótica para usuarios finales

Podemos encontrar un ejemplo de aplicación de estas tecnologías al hogar en el laboratorio de Inteligencia Ambiental UAM-Soluziona<sup>1</sup>. Actualmente financiado por la empresa de servicios informáticos Soluziona

(a través de una Cátedra de patrocinio en Inteligencia Ambiental), este laboratorio ha implementado la sala de estar de un hogar, dotándola de una serie de capacidades de interacción y de actuación proactiva.

Por un lado, el entorno dispone de una serie de sensores, tales como sensores de presencia, sensores de presión (por ejemplo, para detectar si los sillones están ocupados), sensores de luminosidad, sensores de apertura de la puerta, detectores de tags RFID, etc. que (complementados por otros "sensores" lógicos, como son las cámaras y micrófonos, o incluso la monitorización del uso del teclado de los ordenadores personales) permiten al sistema conocer el estado del entorno y sus ocupantes. Por otro lado el entorno puede modificar su estado mediante actuadores tales como relés para encender y apagar luces y electrodomésticos (televisión, radio, cafetera, etc.), potenciómetros para variar el nivel de luminosidad, sistema de apertura automática de la puerta, varios altavoces y displays seleccionables de forma independiente, etc.

Todos los dispositivos de la habitación están conectados entre sí y con el sistema mediante una red de control (para la que se ha usado el estándar EIB-KONNEX) y una red multimedia (para la que se ha empleado Ethernet-TCP/IP); ambas redes están unificadas mediante una capa SNMP (*Simple Network Management Protocol*).

Sobre esta capa física, se ha implementado una capa "de contexto"; una arquitectura de pizarra que proporciona una visión global del entorno, su estructura lógica, sus propiedades (actualizadas y validadas), valores de propiedades más abstractas (tales como la actividad que están realizando los ocupantes), valores históricos de dichas propiedades (en caso de necesitarse), etc. [2] [3].

Todos los demás módulos y agentes del sistema emplean exclusivamente esta capa de contexto tanto para obtener el estado del entorno, como para desarrollar acciones sobre él, empleando para ello el protocolo HTTP y lenguaje XML.

Por ejemplo, cuando hay más de dos personas en la habitación y además los sensores de presión detectan ocupantes en los sillones pero la televisión está apagada, la capa de contexto puede deducir que está teniendo lugar una reunión, y puede entonces adaptar las condiciones de luminosidad y sonido a tal actividad. Si, en cambio, la televisión está encendida, el sistema deduce que es un grupo de gente viendo un programa, y adapta la iluminación y sonido a esta situación.

La capa de contexto resuelve de forma transparente diversos problemas que surgen al

implementar entornos inteligentes. Por ejemplo, si distintos agentes del sistema emiten órdenes contradictorias, existe un mecanismo para resolver esas contradicciones de la forma más "razonable" [2]. Continuando con el ejemplo, si la contradicción es en una variable social (el volumen de la música ambiente), se escoge el menor de los volúmenes pedidos. En cambio si el conflicto es entre un agente automático y una persona real, prevalece la orden de la persona (y el agente automático aprende para próximas ocasiones).

La capa de contexto se genera automáticamente a partir de un fichero XML, de manera que si se incluye un nuevo dispositivo a la habitación, basta añadir un pequeño fichero de descripción XML para que el dispositivo quede completamente integrado con la capa de contexto, y por tanto con el resto del entorno inteligente (interfaces de usuario, agentes automáticos, etc.).

Encima de esta capa de contexto se han desarrollado diversos módulos y agentes inteligentes que hacen que el entorno se comporte de forma proactiva y pueda ser controlado mediante interfaces de usuario multimodales. Entre estas últimas destaca la interfaz oral, que permite diálogos con el entorno para actuar sobre él. El agente de diálogos presenta características novedosas, tales como el empleo de información de contexto para desambiguar peticiones de usuario, o para ofrecer opciones si es necesario [4].

Por ejemplo, un habitante de la casa puede pedir que se apague la luz, simplemente pronunciando en voz alta la orden "apaga la luz". Si sólo hay una luz encendida, se apaga inmediatamente. Si hay más de una luz encendida, el sistema pregunta cuál debe apagarse, ofreciendo las posibles opciones. La interfaz se construye a partir de la información de la capa de contexto, de manera que contempla de forma automática, por ejemplo, la aparición (o desaparición) de nuevos dispositivos.

Un segundo aspecto que se ha cubierto es ofrecer a los habitantes la posibilidad de definir, de una forma sencilla e intuitiva, cómo quieren que se comporte el entorno. Para ello se ha definido un lenguaje de reglas que permite "programar" el comportamiento de la casa. Por ejemplo, se puede definir una regla que diga "si se enciende la televisión, se tiene que apagar la luz del techo y encender la luz de ambiente". Una vez definida la regla, no importa cuál sea el mecanismo que encienda la televisión (una orden oral, mediante un botón, o por otra regla que la encienda a una determinada hora), el comportamiento requerido se activa, y la iluminación se ajusta como se ha descrito. Este

mecanismo de reglas está complementado por unos mecanismos de monitorización y aprendizaje para refinar las reglas definidas por el usuario, de manera que si sucede que una de tales reglas no está dando los resultados apetecidos, sea fácilmente identificada y en su caso revocada o modificada.

Por otro lado, es muy importante considerar los aspectos de seguridad y privacidad, específicos de entornos donde conviven personas que tienen confianza entre sí, pero donde la privacidad también es relevante. En esta dirección se están implementando los mecanismos necesarios para asegurar la privacidad de los habitantes de la casa.

#### 4. Ejemplo 2: Plan B, domótica para programadores

En el laboratorio de sistemas de la Universidad Rey Juan Carlos se ha construido un espacio inteligente que contrasta con el mencionado en la sección anterior. Por un lado, el espacio está construido de un modo totalmente descentralizado (sin ningún sistema informático central que controle al resto). Por otro lado, el espacio considera que los usuarios "finales" son en realidad programadores. Es un espacio construido por y para programadores, no apto para otro tipo de usuarios.

La razón que nos ha movido a construirlo es centrarnos en *cómo* conseguir que todo el entorno sea programable de un modo simple (aquí consideramos como entorno no sólo los sistemas informáticos, sino también elementos como luces, sistemas de audio, vídeo, puertas, etc.). Creemos que una vez que sepamos cómo hacerlo, podremos centrarnos en qué hacer con ello para conseguir un comportamiento "inteligente" del entorno.

Para construir este espacio, hemos diseñado, implementado y puesto en producción un sistema operativo denominado Plan B, que usamos a diario tanto para implementar nuestro espacio inteligente como para cualquier otra actividad. El espacio inteligente está integrado por nuestros propios despachos y algún laboratorio común. Esto hace que podamos experimentar en la realidad con el comportamiento del sistema. ¡No se sabe cómo funciona lo que no se usa!

Plan B [5] es un sistema operativo diseñado para operar en entornos distribuidos en los que los recursos disponibles varían a lo largo del tiempo, y son de muy diversa índole. Por ejemplo, el sistema asume que es natural que aparezcan y desaparezcan ordenadores, reproductores de audio, teclados, proyectores de vídeo y cualquier otro tipo de recurso. Naturalmente, las aplicaciones en Plan B siguen funcionando incluso si uno de los recursos que utilizan desaparece y ha de ser reemplazado por otro.

Además, Plan B permite utilizar de forma simple y homogénea elementos tan diversos como una pizarra electrónica, un acelerómetro, un detector de movimiento, programas en ejecución, teclados y ratones. En Plan B ¡todo son ficheros!

Las principales ideas tras Plan B son sencillas:

1. Cualquier recurso en Plan B aparenta ser un pequeño árbol de ficheros (tal vez un fichero, puede que un único directorio con varios ficheros o puede que un árbol completo). Por ejemplo, un reproductor de MP3 aparenta ser un directorio con un fichero output y un fichero volume. Obviamente, ninguno de los dos es un fichero real almacenado en disco. No obstante, cualquier aplicación cree que dichos ficheros existen. Así por ejemplo, escribir el texto "50%" en el fichero volume consigue el efecto de fijar el volumen del reproductor al 50%, el lugar de guardar dicho texto en disco. Escribir datos en formato MP3 en el fichero output consigue reproducir dicho audio.
2. Junto con el árbol de ficheros que representa un recurso, Plan B incorpora un conjunto de propiedades que describen dicho recurso. El formato es una simple línea de texto. Un ejemplo sería `loc=136 owner=nemo`, que indicaría que la ubicación del dispositivo de audio del ejemplo anterior sería el despacho 136 y que el dueño de dicho dispositivo es el usuario conocido como "Nemo".
3. Todos los "ficheros" que constituyen los interfaces para los recursos están disponibles para su uso en red. Esto, junto con los puntos anteriores, hace que Plan B sea capaz de utilizar *cualquier* recurso de un modo simple y desde cualquier ubicación en la red. Basta con que las aplicaciones lean y escriban ficheros para que puedan utilizar cualquier tipo de recurso. Por ejemplo, se puede usar el Notepad de Windows para abrir un fichero suministrado por Plan B, que representa un interruptor de luz, escribir en él off, y apagar el interruptor.
4. Cada aplicación tiene su propio "espacio de nombres" (árbol de ficheros) y puede configurarlo sin molestar al resto. Por ejemplo, una aplicación en Plan B puede pedir que en el directorio /n/audio esté disponible cualquier árbol de ficheros para un dispositivo de audio que esté en la habitación desde la que hacemos la petición. Esto no afecta a qué ficheros ven otras aplicaciones (que pueden tener otras preferencias). Plan B se ocupa de hacer que el recurso esté disponible y lo reemplaza por otro cuando el que se estaba utilizando deja de estar operativo.

El diseño de Plan B<sup>2</sup> le debe mucho a *Plan 9 de Bell Labs* [5].

Lo dicho hasta ahora puede parecer abstracto, por lo que siguen algunos ejemplos con-

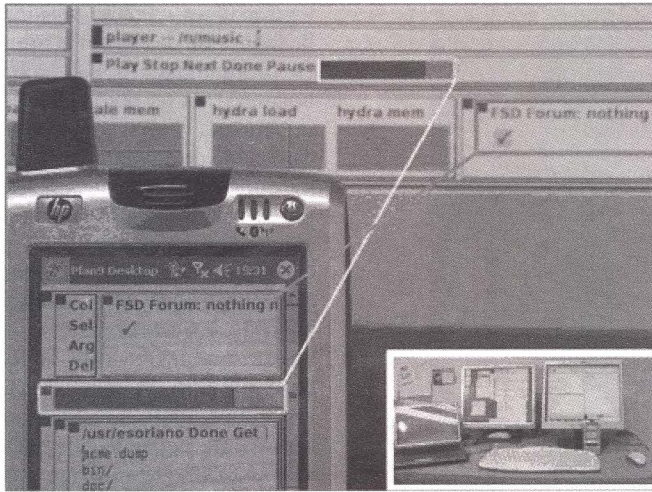


Figura 2. Interfaz con el reproductor de audio.

cretos. Como puede verse en la figura 2, la interfaz de usuario del reproductor de audio de Plan B puede "repartirse" entre varios ordenadores diferentes.

No hay que confundir esto con otras tecnologías anteriores. En Plan B, podemos tomar el control de volumen del reproductor de audio, copiarlo a un teléfono móvil, y utilizarlo desde éste. Y no obstante, el programa que implementa el reproductor de audio no ha de preocuparse de permitir este tipo de interacción, todo ocurre de forma transparente. De hecho, la implementación de este programa es aún más simple que en sistemas como UNIX. Por ejemplo, basta escribir en un fichero para reproducir el audio. Basta leer otro fichero para obtener órdenes del usuario (nuevos discos a reproducir). Basta crear un fichero para crear un componente nuevo en el interfaz de usuario. Y así para hacer cualquier cosa sobre este sistema operativo. Si el dispositivo de audio desaparece (alguien se lo lleva, o el ordenador se apaga), Plan B busca otro que satisfaga los requisitos

impuestos por la aplicación (porejemplo, compartir ubicación con el usuario) y lo sustituye por el que se estaba usando. El reproductor de audio permanece ignorante respecto a este hecho.

Otro ejemplo resulta de considerar cómo se prepara una sala para una conferencia. Inicialmente, se sitúan las luces (sus interruptores), los proyectores de video, altavoces, etc. del modo apropiado (según la persona que organice el evento). A continuación, se usa *tar*, *wzip*, o un programa similar para archivar el estado de la sala. En el momento anterior a la conferencia, se usa el mismo programa para extraer el estado de la sala. Desde luego, el programa de archivado cree estar archivando o extrayendo ficheros. No obstante, en Plan B, esto puede querer decir: apagando luces, bajando persianas, encendiendo cañones de video, creando interfaces de usuario y arrancando aplicaciones.

### 5. Ejemplo 3: Tecnologías para identificar al usuario

Por último vamos a ver un ejemplo del tipo de tecnologías que son necesarias para obtener Inteligencia Ambiental [6]. Es obvio que para que un sistema sea realmente consciente del contexto y pueda servir al usuario, es necesario que el primero sepa del segundo, identificarlo y conocer su perfil y preferencias. Todo ello tanto en el hogar como en el trabajo.

Para posibilitar estas habilidades es necesario adaptar tecnologías, no necesariamente nuevas, a los entornos que habitamos, de tal forma que permitan interactuar con ellos de manera simple, implícita o, mejor aún, embebida [7] [8]. Todo ello debido a que no hay que exigir al usuario un gasto interactivo extra para automatizar la cotidianidad: como se ha dicho, podemos embeber tecnologías en artefactos y actividades cotidianos.

En las aplicaciones domóticas siempre se ha tenido en cuenta a los usuarios, pero de una manera genérica, esto es, no se les ha identificado individualmente, de modo que no se sabía nada acerca de sus preferencias, con la excepción de habitaciones adaptadas a las necesidades muy específicas de un único usuario (por ejemplo, una persona con una discapacidad grave). El conflicto, en este ejemplo, surgiría sin embargo en dependencias de la casa que fueran compartidas por todos miembros de la familia, por ejemplo, en el salón.

Por otro lado, en entornos laborales (por ejemplo, una oficina) siempre ha existido la necesidad de identificar al usuario para poder obtener servicios; pero normalmente se ha hecho de manera explícita. Por mencionar algunos ejemplos, podemos hablar de los controles de presencia (fichar al entrar o salir del trabajo), el acceso a zonas restringidas mediante contraseñas, etc. Veamos a continuación cómo realizar de manera implícita y no intrusiva esta identificación del usuario.

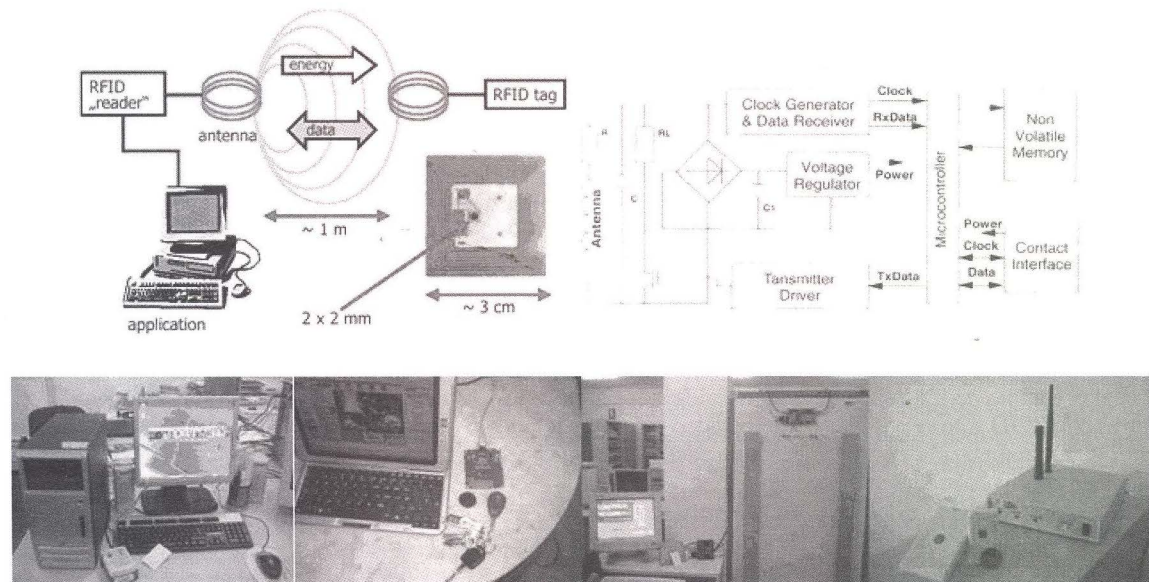


Figura 3. Un sistema RFID con el circuito del tag. Abajo diferentes sets RFID.

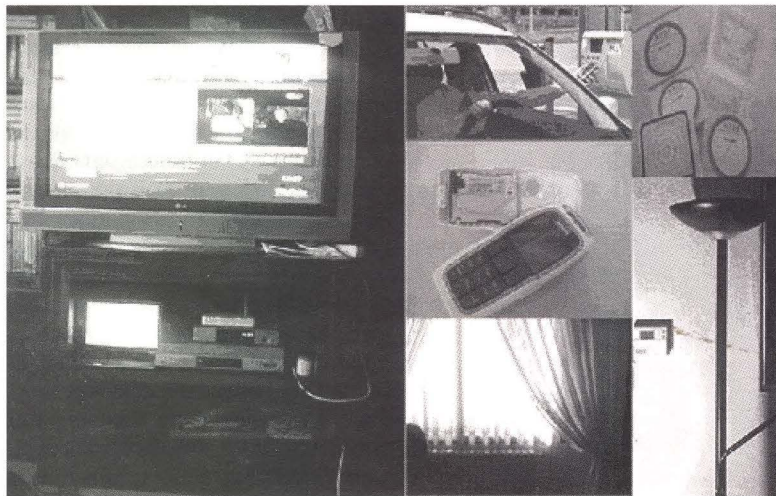


Figura 4. Móvil NFC, etiquetas, control de parking, controles video, audio, luminosidad y confort térmico.

### 5.1. RFID

Aunque tradicionalmente esta tecnología se ha usado para identificar objetos en ámbitos como el transporte, la cadena de producción, o el almacén, son ya muchas las iniciativas para emplearla para identificar personas, de modo que es posible tener cierta consciencia del contexto. Retomamos pues la idea de Mark Weiser sobre Computación Ubicua en la que la tecnología se dispersa en el entorno que nos rodea y, de manera no intrusiva, sirve al usuario que, de esta manera, podrá centrarse en la tarea a realizar y no en la herramienta. Así, la tecnología RFID (*Radio Frequency Identification*) permite identificar al usuario cuando entra o sale de una sala o habitación, además de poder controlar su ubicación dentro de ella en rangos de distancias que oscilan entre los 3cm. y los 300m., todo ello parametrizable según conveniencia. Básicamente un sistema RFID está compuesto por un lector que comunica con la computadora, una antena y las etiquetas. Dichas etiquetas están constituidas por un pequeño controlador capaz de manejar una memoria no volátil que hay en su interior además de una pequeña antena. Las etiquetas o tags (*transponders*) pueden ser pasivos, semipasivos o activos, según necesiten o no una pequeña pila para transmitir la información en ellos contenida. En el caso de los pasivos, la energía es tomada de la onda que emite la antena conectada al lector (ver figura 3).

### 5.2. NFC

El modelo centralizado que proporciona la tecnología RFID contrasta con esta nueva tecnología, *Near Field Communication* (NFC), en la cual el cambio de filosofía es notorio. Mientras con RFID solo es posible la identificación y la manipulación de una pequeña cantidad de información contenida en la etiqueta de usuario, en NFC el lector pasa a ser móvil: está contenido en un teléfono móvil con capacidad de comunicación, proceso y almacenamiento. Ahora, las eti-

quetas o tags pueden ser fijas, conteniendo información contextual, o móviles, con información de usuario; aunque esta información es mucho más completa si se almacena en el teléfono (tarjeta SD de hasta 2 Gb.). También es posible comunicar dos teléfonos con esta tecnología, o un teléfono y otro lector NFC.

### 5.3. Un pequeño caso de estudio: el NFC-salón

Cada vez que un usuario entra en el salón es posible que el entorno se adapte de manera adecuada a sus costumbres. Por ejemplo, para la lectura, se acoplarán la luminosidad y la puesta en marcha del audio. Si lo que desea es ver la televisión, se determinarán automáticamente la elección de sus canales preferidos y la luminosidad adecuada. Para la elección de cada preferencia, el usuario solo deberá pasar su móvil cerca de la etiqueta oportuna que hará que se ejecute el procedimiento desde el móvil al PC que controla video, audio, temperatura y luminosidad.

En la figura 4 se pueden observar los dispositivos que cada usuario puede adaptar a sus requerimientos en cada momento: además de un móvil equipado con tecnología NFC, se muestran etiquetas y un ejemplo de control de Parking con esta tecnología. En el salón, audio y video son controlados por una computadora con la que comunicamos vía Bluetooth o bien, mediante otro lector fijo se puede utilizar el cable con entrada USB. De igual manera podemos tener acceso a un pequeño controlador que conecte directamente con dispositivos de comunicación inalámbrica adosados a los sistemas de audio, video o confort térmico o luminoso, sin necesidad de que medie un PC.

### 6. Conclusiones

En este artículo se propone la Inteligencia Ambiental como el siguiente paso natural tras la domótica. La domótica es una tecno-

logía madura, y es sólo cuestión de tiempo (y de reducción de costes) el que se despliegue en profundidad en una gran mayoría de hogares. Una vez que ello suceda, la pregunta será qué hacer con estos hogares con capacidad de adaptación. La respuesta será introducir Inteligencia Ambiental sobre esa infraestructura. Para ello habrá que resolver algunos problemas técnicos que aún están en fase experimental, muy particularmente el problema de percepción y manejo del contexto. En este artículo se han visto algunas propuestas en esta dirección, pero el paisaje seguro que es mucho más amplio de lo que hasta ahora se ha descubierto; afortunadamente aún nos quedan sorpresas en este ámbito en los próximos años.

### Agradecimientos

Los proyectos descritos en este artículo han recibido financiación del Ministerio de Educación y Ciencia (proyectos TIN2004-03140, TSI2005-08225-C07-06 y TIN-2004-07474-C02-02), de la Comunidad de Madrid (proyecto S-505/TIC/0285) y de Soluziona CyT, a través de la Cátedra de Inteligencia Ambiental UAM-Soluziona CyT.

### Referencias

- [1] M. Weiser. "The computer for the 21st. century", *Scientific American*, Septiembre 1991.
- [2] P.A. Haya, G. Montoro, X. Alamán. "A prototype of a context-based architecture for intelligent home environments", *CoopIS 2004, Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, Vol. 3290, pp. 477-491.
- [3] P.A. Haya, G. Montoro, A. Esquivel, M. García-Herranz, X. Alamán. "A Mechanism for Solving Conflicts in Ambient Intelligent Environments", *Journal of U. Computer Science (J.UCS)*, Vol. 12, No. 3, 2006, pp. 284-296.
- [4] G. Montoro, P.A. Haya, X. Alamán. "Context adaptive interaction with an automatically created spoken interface for intelligent environments", *INTELLCOM 2004, Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, Vol. 3283, pág. 120-127.
- [5] F.J. Ballesteros, E. Soriano, G. Guardiola, K. Leal. "Plan B: Using Files instead of Middleware Abstractions for Pervasive Computing Environments". Pendiente de publicar en *IEEE Pervasive Computing*, 2007.
- [6] J. Bravo, R. Hervás, I. Sánchez, G. Chavira, S. Nava. "Visualization Services in a Conference Context: An approach by RFID Technology". *Journal of Universal Computer Science*. Special issue of Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence. Vol. 12\_3, 2006.
- [7] A. Schmidt. "Implicit Human Computer Interaction Through Context". *Personal Technologies Volume 4(2&3)*, 2000 pp. 191-199.
- [8] A. Schmidt, M. Kranz, P. Holleis. (2005). "Interacting with the Ubiquitous Computing - Towards Embedding Interaction in Smart Objects & Ambient Intelligence". *sOc-EuSAI Conference, 2005*, Grenoble (Francia).

### Notas

- <sup>1</sup> Más información sobre el proyecto en <<http://odisea.uam.es/>>.
- <sup>2</sup> Para una descripción completa del sistema, una distribución del mismo, demostraciones en video y diversa documentación se puede consultar <<http://lsub.org/ls/planb.html>>.