

# Interfaz ubicuo accesible para interacción con el hogar digital

Francisco Flórez Revuelta, Pablo Rico Hernández, Aureo Serrano Díaz-Carrasco  
Departamento de Tecnología Informática y Computación, Universidad de Alicante, Apartado de  
Correos 99, 03080, Alicante, Spain.  
florez@dtic.ua.es

## Resumen

*La interacción con los dispositivos del hogar digital se suele realizar presencialmente mediante botoneras o pantallas táctiles y en el caso de conexión a distancia mediante tecnologías móviles en las que no se recibe una respuesta de confirmación o ésta no aporte la suficiente confianza. Por esta razón, se ha desarrollado un interfaz basado en visión que permite verificar inmediatamente si el servicio ha sido ejecutado por el dispositivo. Este interfaz es configurable en función del dispositivo (estático o móvil) y ancho de banda de la conexión. Dado que tiene un modo de comunicación básicamente visual, es configurable para personas con discapacidad visual, de modo que tanto el estado como los servicios ofertados son indicados por el terminal móvil mediante voz. Una de las peculiaridades de este sistema es que emplea una cámara de vídeo omnidireccional situada en el techo que permite visualizar toda la estancia con una sola cámara.*

## 1. Introducción

El desarrollo de la Sociedad de la Información y el Conocimiento se debe a las necesidades de los individuos que posibilitan los desarrollos de programas de investigación en materia tecnológica y científica adecuados a las mismas. El usuario demanda nuevos entornos donde el acceso a la información desde cualquier lugar y en cualquier momento es algo primordial. Nos encontramos en continua evolución de formas de vida, de trabajo, relaciones, etc. que necesitan de las infraestructuras adecuadas. En general, las tecnologías también sufren esta evolución para poder adecuarse al individuo. No debemos pensar que es el individuo el que tiene que

vivir a expensas de estos nuevos cambios. Es él mismo, la sociedad la que las reclama. Esto ha llevado al desarrollo de infinidad de servicios electrónicos y de tecnologías que se dan en nuestra vida cotidiana. En este nuevo contexto, el usuario es el centro sobre el que se desarrollan los servicios y las infraestructuras necesarias para ofrecerlos.

Actualmente se está preocupado en un desarrollo tecnológico que facilite a las personas el acceso a la información. Sin embargo, el hogar, a menudo, ha estado aislado del acceso a estas nuevas tecnologías. Cada vez está más difundida la utilización de PCs, PDAs, accesos a Internet, etc. El mundo tecnológico inunda nuestras vidas y viviendas. Sin embargo, esta irrupción no necesariamente se ha realizado de una manera estructurada que permita desarrollar nuevos servicios, sino que han aparecido servicios y tecnologías inconexas. De ese modo, nos encontramos en ocasiones con ejemplos significativos que muestran una carencia en la investigación y transferencia de tecnologías hacia necesidades concretas del hogar digital:

- Personas mayores o con discapacidad no cuentan en la actualidad con los interfaces adecuados y adaptados con los que poder acceder a los beneficios del control, la seguridad, las comunicaciones o el acceso a la información.
- Por otra parte, los avances en visión artificial tampoco han transcendido a productos que se incorporen de forma definitiva en entornos domésticos. Posibles aplicaciones en seguridad y control serían los beneficiados de esta integración y desarrollo.

El objetivo sería contar con una sociedad abierta en el uso de los servicios electrónicos y con una tecnología invisible. Sin embargo, aun nos queda camino por recorrer. En estos momentos las viviendas están en una fase de transición en la que cada vez podemos encontrar más dispositivos electrónicos que

proporcionan una serie de servicios y se comienzan a instalar distintas redes muy específicas de comunicaciones, inconexas entre sí y a menudo con sistemas propietarios. Por otro lado cada vez es mayor la utilización de un acceso de banda ancha para acceso a Internet pero independientemente de la infraestructura anterior. Suele utilizarse un ordenador para Internet, un decodificador para la TV, electrodomésticos independientes, algunas redes de control propietarias, etc. Los servicios que se ofrecen son muy especializados y la tecnología es bastante visible. Sin embargo, la evolución del mercado nos indica el interés de la tecnología y facilidad de uso hacia el objetivo de múltiples servicios sobre tecnología invisible. Están surgiendo nuevos conceptos para definir esta evolución según el paradigma de inteligencia ambiental [1] [2] donde se engloba el uso de las tecnologías de la información, las comunicaciones y el control para proporcionar inteligencia a todos los espacios donde se desenvuelve el usuario, fundamentalmente en el hogar, pero también en el coche, en el trabajo, etc. Estos espacios se adaptan al usuario ofreciéndole infinidad de servicios, para hacer una vida más cómoda, segura, y ocultando la complejidad de la tecnología.

El objetivo general de la investigación que se plantea en este proyecto es el diseño de servicios domésticos basados en visión orientados a satisfacer las necesidades de los usuarios del hogar desde cualquier lugar y en cualquier momento. La cámara es uno de los sensores más versátiles. Con ella, es posible desarrollar infinidad de servicios al usuario del hogar. Por un lado, establece un interfaz del sistema domótico que ofrece una interacción ágil y robusta que podrá ser utilizada por todos los usuarios del hogar independientemente de la destreza que tengan con la tecnología. Este interfaz puede resultar transparente al usuario con las ventajas que esto conlleva. Por otro lado, podrá ser utilizado como un sensor más en tareas de seguridad, confort y ahorro energético. Las aplicaciones que utilizan este sensor, por poner algunos ejemplos, van desde la posible detección de incendios, de intrusos, etc. dentro de la seguridad material, hasta la posible detección de niños que están cerca de un determinado enchufe en el marco de la seguridad personal. En el apartado de comodidades es posible que la cámara sirva para determinar el usuario que se encuentra en el hogar para amoldar sus necesidades y el apartado de ahorro energético para ver si se producen inundaciones, etc.

En particular, este trabajo se enmarca dentro de un proyecto en el que se aborda el diseño de la infraestructura necesaria para la provisión de servicios de visión, en el entorno doméstico, haciendo uso de

pasarelas residenciales. El objetivo principal es proporcionar servicios al usuario pero sin que el usuario se preocupe de la tecnología que lo subyace. La utilización de pasarelas pretende cubrir las necesidades de los usuarios en cuanto a la integración de las redes interiores y exteriores proporcionando la infraestructura adecuada para proporcionar servicios. Así, desde el punto de vista del usuario, es necesario que esta innovación tecnológica sea aceptable en relación utilidad/precio. La utilidad podrá ser medida en términos de facilidad de uso, percepción de valor, seguridad, etc.

Concretamente, en este artículo se presenta el trabajo realizado para especificar interfaces amigables y que puedan ser útiles para aquellos perfiles de usuarios que puedan tener dificultades en utilizar los servicios, dispositivos y sistemas implantados en el hogar digital.

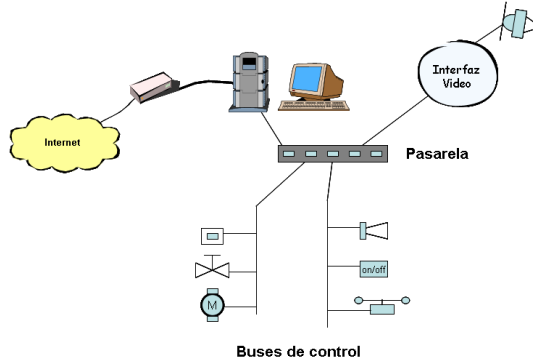
## 2. Descripción del sistema

La plataforma tecnológica del hogar estará constituida por todos los dispositivos, redes (control, multimedia, datos, etc.) y equipamiento necesario que permite al usuario del hogar utilizar los servicios electrónicos. Estos servicios podrán estar tanto en el exterior como en el interior de la vivienda y además podrán utilizar dispositivos que se encuentran en el interior desde cualquier lugar (dentro o fuera de la vivienda). La plataforma del hogar estará compuesta de diferentes elementos (Imagen 1):

- Red del hogar, que permite la interconexión del equipamiento del hogar.
- Pasarela residencial, que permite la conexión entre el interior y el exterior de la vivienda.
- Dispositivos que pueden ser accedidos remotamente desde la pasarela o utilizados para comunicar o acceder a servicios.
- Sistema de visión, que permitirá la interfaz tanto de entrada como de salida con el usuario.
- Sistema de descripción de la escena, que permite localizar la posición, identidad y características de cada uno de los dispositivos.
- Interfaz con el usuario.

Las redes del hogar permiten que toda la información sea distribuida y accedida dentro de la casa. Esta información deberá alcanzar a todos los dispositivos implicados en los distintos servicios. Las distintas tecnologías de redes deberán proporcionar la interconexión necesaria y la operación entre los distintos dispositivos (electrodomésticos, impresoras, sensores, actuadores, etc.).

Asimismo, la pasarela residencial se convierte en el principal dispositivo del hogar capaz de dar cobertura a los nuevos servicios y actúa como elemento integrador de las diferentes tecnologías para datos, multimedia y control a través de la interconexión de las distintas redes del hogar.



**Imagen 1. Descripción global del sistema**

A continuación se explican con más detalle algunos aspectos relevantes del sistema propuesto, en particular en lo referente a cómo se describe la escena y al sistema de visión empleado.

## 2.1. Descripción de la escena

Se ha definido un lenguaje que permite especificar, sobre una imagen de la escena, su geometría, pudiendo posicionar los diferentes dispositivos con los que el usuario puede interactuar. Asimismo, se deberá poder definir cuáles son los servicios que ofertan cada uno de ellos. De este modo, se podrán diseñar una serie de dispositivos virtuales, que complementen la información visual transmitida desde el hogar, y hagan más sencilla la petición de un determinado servicio.

Mediante lenguaje XML se especifican las estancias que posee la vivienda y dentro de cada una de ellas las áreas de la imagen (hotspots) donde se encuentra situado cada uno de los dispositivos, indicando para cada uno de ellos su tipo, los puntos que definen su contorno, su identificación dentro de la red de dispositivos y otras características que dependen del tipo de dispositivo. Por ejemplo, en el caso de que sea una lámpara se especifica si está apagada o encendida; si es un regulador de iluminación, su valor de intensidad; o si es una persiana, su posición. De igual modo, se pueden especificar otros dispositivos como el sistema de climatización, el frigorífico, la lavadora,...

```

<raiz>
  <estancia>
    <nombre>Nombre de la estancia</nombre>
    <hotspot>
      <nombre>Nombre del HotSpot</nombre>
      <tipo>Tipo de dispositivo</tipo>
      <posicion>
        <npuntos>n</npuntos>
        <punto> //Punto 1
          <x>x_1</x> //Posición X
          <y>y_1</y> //Posición Y
        </punto>
        .
        <punto> //Punto n
          <x>x_n</x> //Posición X
          <y>y_n</y> //Posición Y
        </punto>
      </posicion>
      <grupoknx>1</grupoknx>

      // Lista de parámetros variables
      // dependiendo del tipo de HotSpot
    </hotspot>

    // Repetir para todos los hotspots de la
    // estancia
  </estancia>
  // Repetir para todas las estancias de la
  // vivienda
</raiz>

<hotspot>
  <nombre>Lámpara techo</nombre>
  <tipo>2</tipo>
  <posicion>
    .
    .
  </posicion>
  <grupoknx>1</grupoknx>
  <valor>0</valor> // 0 = Apagado
  // 1 = Encendido
</hotspot>

<hotspot>
  <nombre>Luz mesilla</nombre>
  <tipo>8</tipo>
  <posicion>
    .
    .
  </posicion>
  <grupoknx>5</grupoknx>
  <valor>50</valor> // Valor entre 0 y 100
  // 0 = Apagado
  // 100 = Máx.Intensidad
</hotspot>

<hotspot>
  <nombre>Persiana jardín</nombre>
  <tipo>3</tipo>
  <posicion>

```

```

.
.
.
</posicion>
<grupoknx>0x100</grupoknx>
<valor>50</valor> // Valor entre 0 y 100
// 0 = Bajada
// 100 = Subida
</hotspot>

```

## 2.2. Sistema de visión

Aunque el sistema propuesto puede funcionar con cualquier sistema de visión, una particularidad de este trabajo, con respecto a otros relacionados con interfaces basados en visión, es que en lugar de emplear múltiples cámaras situadas en diferentes puntos de una estancia para poderla visualizar en su completitud, únicamente se ha empleado una cámara omnidireccional situada en el techo de la estancia. Esta cámara captura prácticamente la totalidad del hemisferio que tiene debajo (Imagen 2). Además, ésta es una cámara de vídeo con lo que se posibilita verificar visualmente si el servicio ha sido correctamente ejecutado, así como aprovecharla para realizar otros servicios complementarios.



**Imagen 2. Imagen cenital obtenida por la cámara omnidireccional**

Para eliminar la aberración producida por la lente de ojo de pez (Imagen 3) se realiza una transformación de la imagen siguiendo [3], tal que

$$x_u = x_d \frac{\tan\left(\omega \cdot \sqrt{x_d^2 + y_d^2}\right)}{\sqrt{x_d^2 + y_d^2} \cdot \tan\left(\frac{\omega}{2}\right)}$$

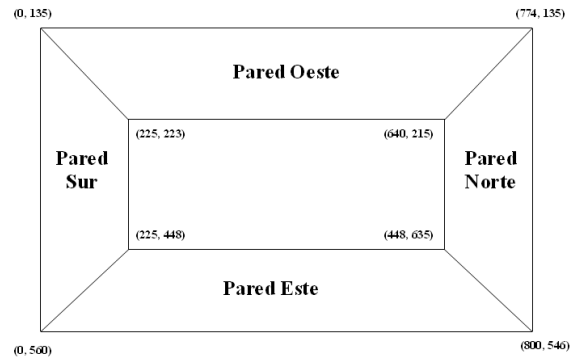
$$y_u = y_d \frac{\tan\left(\omega \cdot \sqrt{x_d^2 + y_d^2}\right)}{\sqrt{x_d^2 + y_d^2} \cdot \tan\left(\frac{\omega}{2}\right)}$$

donde  $(x_u, y_u)$  y  $(x_d, y_d)$  representan las coordenadas sin distorsión y distorsionadas respectivamente.  $\omega$  es un parámetro de distorsión, que en este caso particular ha sido fijado a 0,22.



**Imagen 3. Imagen cenital una vez eliminada la distorsión**

Dado que los dispositivos suelen encontrarse situados en las paredes o cerca de éstas, a partir de la imagen cenital se puede obtener una imagen panorámica de 360° de la estancia. Para ello, es necesario realizar una calibración de la estancia para determinar donde se encuentran las paredes (Imagen 4) y poder realizar la transformación correspondiente (Imagen 5).



**Imagen 4. Calibración de la estancia**



**Imagen 5. Imagen de una sección de la pared. Las flechas permiten modificar el ángulo de visión**

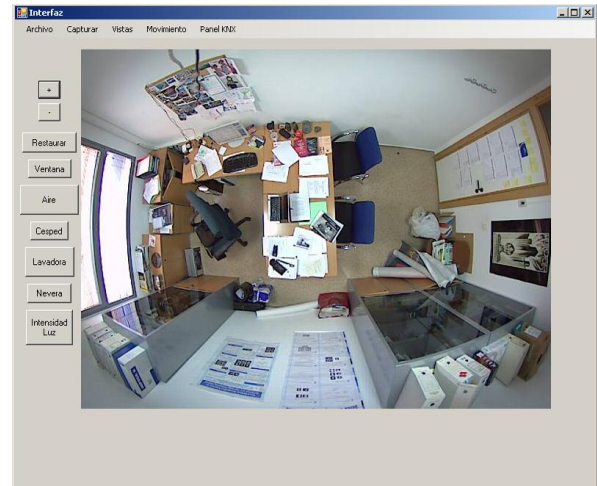
### 3. Interfaz con el usuario

El objetivo principal de este trabajo es el diseño de interfaces visuales con el usuario que permitan a través de sistemas de realidad aumentada interactuar tanto con los servicios de alto nivel que se propongan como con los dispositivos concretos del hogar. La principal innovación en este apartado es que la información que recibe el usuario allí donde se encuentre es la que en ese mismo momento se está captando con el sistema de visión, junto con información virtual como pueden ser los controles de mandos de los diferentes dispositivos presentes en la escena.

Con estos requerimientos, a partir de la arquitectura del sistema se ha diseñado un interfaz con el usuario que es configurable en función del tipo de dispositivo de acceso y del ancho de banda disponible. Asimismo, puede ser configurado para personas con discapacidad visual.

Este interfaz permite interactuar a través de internet pulsando sobre los diferentes dispositivos (hotspots) presentes en la escena o eligiéndolo de un menú. La imagen mostrada es continuamente actualizada y queda a elección del usuario visualizar la imagen cenital original, la imagen transformada o la imagen panorámica.

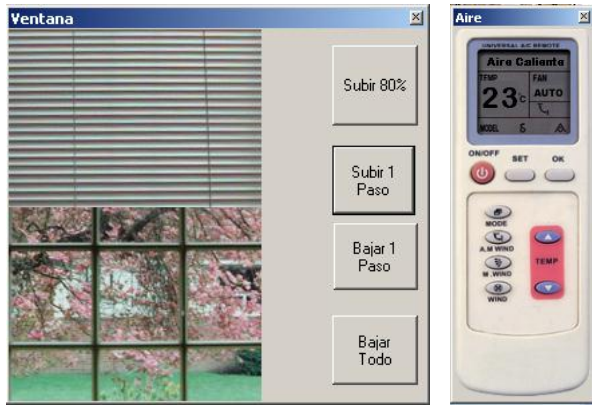
En la Imagen 6 se muestra el aspecto del interfaz web cuando se está interactuando con el sistema desde un computador de sobremesa.



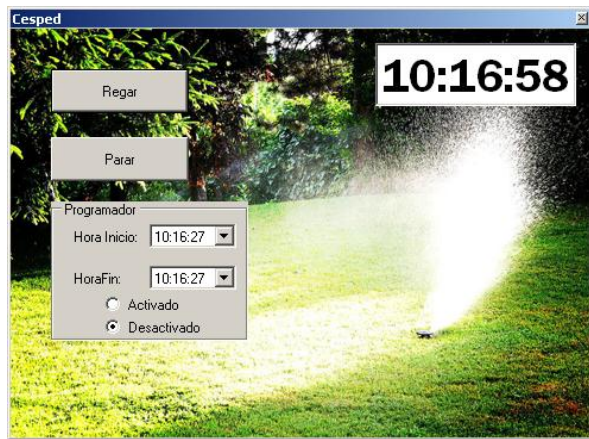
**Imagen 6. Interfaz web para interactuar con los dispositivos**

Cuando se selecciona un dispositivo aparece el panel de mandos correspondiente para introducir el orden correspondiente. Se han diseñado diferentes controles para posibles dispositivos presentes en el hogar (Imagen 7).





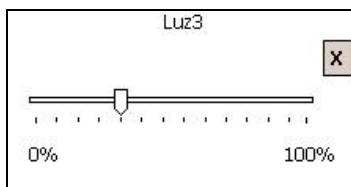
**Imagen 8. Controles de diferentes dispositivos (regulador de intensidad, persiana, climatización y lavadora) para el interfaz móvil**



**Imagen 7. Controles virtuales de diferentes dispositivos (interruptor, regulador de intensidad, lavadora, persiana, climatización y sistema de riego)**

Asimismo, el sistema puede ser accedido desde un dispositivo móvil. Para ello, se han rediseñado los paneles de control virtuales (Imagen 8). En este interfaz (Imagen 9), la imagen original tomada por la cámara, la imagen transformada o el panorama puede ser continuamente recibida por el dispositivo en el caso de que el ancho de banda de la comunicación lo permita. En caso de que el ancho de banda sea reducido se posibilitan dos opciones:

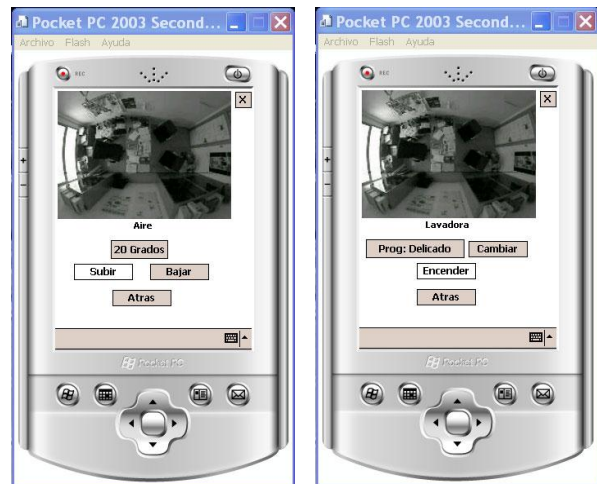
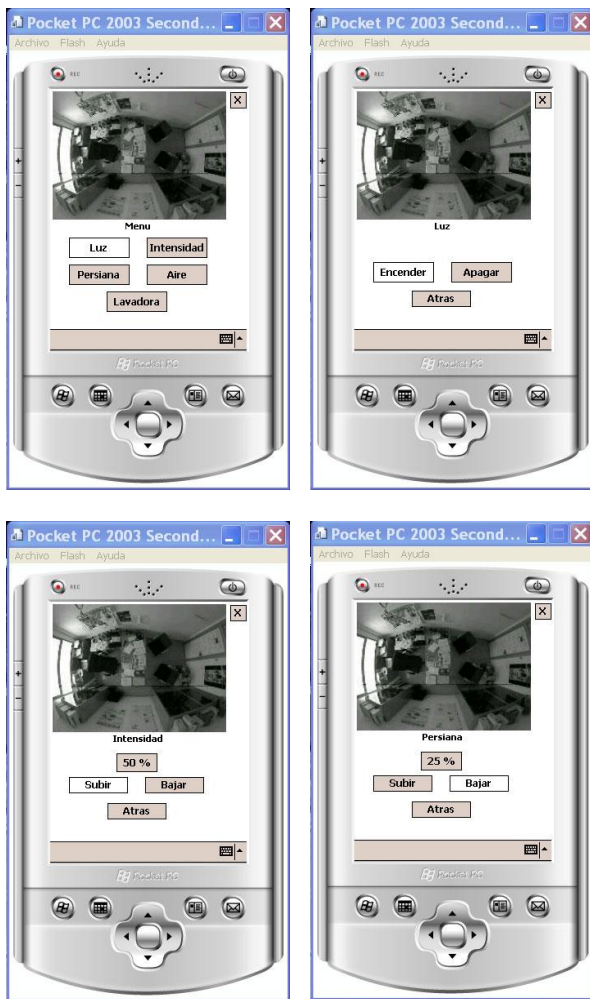
- Enviar la imagen de la estancia al abrir la aplicación y únicamente actualizarla cada vez que se ejecuta un comando o servicio.
- Inhabilitar la visualización de la estancia.



**Imagen 9. Empleo de la aplicación desde dispositivo móvil**

Todas estas variantes del interfaz tienen un modo de interacción basado en visión ya que la selección de los dispositivos y del comando seleccionado se realiza pulsando en lugares concretos de la imagen o en

botones. Por esta razón, se ha diseñado una variante para que el interfaz pueda ser empleado por personas con una discapacidad visual (Imagen 10). En este caso, la selección de estancias y dispositivos se realiza mediante botones cuyo contenido es indicado mediante voz por la aplicación. Cuando se entra en cada una de las pantallas se indican mediante mensajes de voz las diferentes opciones existentes, se finaliza indicando la actualmente seleccionada y en caso de que se trate de la pantalla para interactuar con un dispositivo el valor actual que posee. Cada vez que se da una orden que modifica el estado de un dispositivo, el nuevo valor también es comunicado por el sistema.



**Imagen 10. Pantallas de los dispositivos disponibles en una estancia y de los controles de diferentes dispositivos (luz, regulador de intensidad, persiana, climatización y lavadora) del interfaz para personas con discapacidad visual**

#### 4. Prototipo

Para la validación del interfaz desarrollado se ha desarrollado un prototipo. Para ello, se han integrado una serie de dispositivos (luces, reguladores de intensidad, interruptores, persianas motorizadas) empleando un bus KNX. KNX es el estándar europeo aprobado por el CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrónica) para domótica e inmótica. Es un estándar abierto que soporta diferentes medios físicos de transmisión: par trenzado, radiofrecuencia y línea de corriente. La red integra un router que hace de interfaz entre la red Ethernet y el bus KNX. Esa es la pasarela con la que podemos comunicarnos con los dispositivos, ya sea desde un dispositivo móvil o un PC de sobremesa, a través de internet.

El panel domótico KNX con el que contamos posee una serie de dispositivos capaces de proporcionar un conjunto básico de funciones relacionadas con el control de luces y dispositivos. El panel consta de los siguientes componentes:

- Actuador de luces y fuente de alimentación
- Actuador de persianas
- Regulador de luces
- Router

La transmisión de las órdenes desde el ordenador al panel se realiza mediante la librería Falcon de KNX. Esta librería está basada en DCOM (Microsofts Distributed Component Object Model) que posibilita el uso de Falcon mediante LAN. Falcon ofrece un API para el envío y recepción de telegramas mediante la red KNX. Soporta el acceso RS232, USB y Ethernet.

En cuanto a la cámara omnidireccional, se ha empleado una cámara IP AXIS 212 PTZ Network Camera. Sus características se muestran en la Tabla 1.

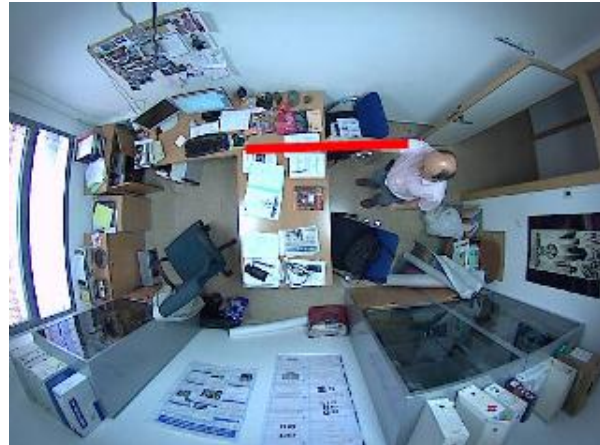
**Tabla 1. Características de la cámara omnidireccional**

CMOS	3,1 MP
Objetivo	Fujinon, F1. 8 2,7mm, iris fijo.
Ángulo de visión horizontal	44° - 140°
Ángulo de visión vertical	35° - 105°
Resolución	640x480

## 5. Conclusiones

En este trabajo hemos presentado un interfaz ubicuo accesible para interactuar con los diferentes dispositivos del hogar digital siguiendo el planteamiento de diseño para todos. A partir de una descripción visual del mundo realizada mediante lenguaje XML, el interfaz es configurable en función del dispositivo de entrada, del usuario y del ancho de banda. El diseño de paneles de control virtuales permite una interacción mucho más sencilla con el hogar digital y la visualización en tiempo real de la realización del comando aumenta la confianza del usuario en el uso de estos interfaces.

En cuanto a los trabajos actuales empleando dispositivos de visión, ya se ha realizado un interfaz multimodal (visión más voz) para interactuar con el hogar digital de modo presencial empleando la misma cámara omnidireccional. Para ello, cuando a través de un micrófono situado en la propia cámara, se detecta una orden conocida, se procesa la imagen cenital obteniendo la dirección a la que está señalando el usuario. A partir de la modelización que se posee de la escena, se puede conocer el dispositivo al que se está señalando y, por tanto, que éste ejecute la orden correspondiente (Imagen 11).



**Imagen 11. Interfaz de interacción mediante gestos y voz con el hogar digital**

Asimismo, actualmente se están desarrollando diferentes servicios con el mismo sistema de visión omnidireccional, como son el reconocimiento de personas, reconocimiento de comportamientos, cuestiones relativas a la seguridad, etc.

## 6. Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la financiación parcial de este trabajo por parte de la Conselleria de Empresa, Universitat i Ciència de la Generalitat Valenciana dentro del proyecto GV06/195.

## 7. Referencias

- [1] European Science and Technology Observatory, *Science and Technology Roadmapping: Ambient Intelligence in Everyday Life (AmI@Life)*, 2003
- [2] P. Remagnino, G.L. Foresti y T. Ellis (eds.), *Ambient Intelligence. A novel Paradigm*, Springer, 2005
- [3] F. Devernay, y O. Faugeras, "Straight lines have to be straight", *Machine Vision and Applications*, 13, pp. 14–24, 2001