

# Sistema amigable de control de entorno basado en realidad aumentada y reconocimiento de voz

---

Friendly environment control system based on augmented reality and voice recognition

Jorge L. Alva-Alarcón<sup>1</sup>,  
Alberto Jardón Huete<sup>2</sup>

Recibido: 29 de julio de 2018  
Aceptado: 01 de setiembre de 2018

## RESUMEN

El desarrollo de este proyecto está enfocado en ayudar a personas con discapacidades físicas graves, proporcionándoles una forma amigable para controlar su entorno, ya sea encender una luz, abrir una puerta, subir o bajar una persiana. Para alcanzar este objetivo se ha desarrollado un prototipo funcional que se basa en la premisa "lo que uno quiere controlar es aquello a lo que uno presta atención" y que trabaja de la siguiente manera: el usuario lleva una cámara de video en la frente y un micrófono; la cámara nos indica en qué dirección está mirando el usuario. Al lado de cada dispositivo a controlar existe una marca bidimensional que es reconocida mediante procesamiento de las imágenes provenientes de la cámara. En dicho momento se habilita el reconocimiento de voz pero sólo de las palabras relacionadas al dispositivo que está observando el usuario. De esta forma la persona controla solo aquello a lo que "le presta atención". Para conseguir estas funcionalidades se ha utilizado una combinación de varias tecnologías con el fin de complementarlas y obtener lo mejor de cada una. Estas son la realidad aumentada, el reconocimiento de voz, la domótica, la programación orientada a objetos, la transmisión de datos por red y las bases de datos.

**Palabras claves:** discapacidad física grave, domótica, realidad aumentada, reconocimiento de voz

---

1 Maestro en Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática, docente contratado - Universidad Privada Antenor Orrego

2 Doctor en Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática - Universidad Carlos III de Madrid

## ABSTRACT

The development of this project aims to help people with severe physical disabilities by providing a friendly way to control their environment, either turn on a light, open a door, up or down a shade. This paper explains the way how this can be achieved based on premise "what you want to control is that to which you pay attention." To achieve this goal we have developed a functional prototype that works as follows: the user carries a video camera in his forehead and a microphone, the camera indicates in which direction the user is looking for, next to each device to control there is a two-dimensional mark recognized by image processing from the camera, in that momento the system enables the voice recognition but only of words related to the device that the user is watching. Thus the person controls only devices which he "pays attention". To achieve this functionality we have used a combination of several technologies to complement themselves and to get the best of each one, these are: augmented reality, voice recognition, domotic, object oriented programming, data transmission network and data bases.

**Key words:** severe physical disabilities, domotic, augmented reality, voice recognition

## INTRODUCCIÓN

El creciente desarrollo tecnológico y el apoyo de entidades sociales está permitiendo, cada vez más, desarrollar componentes diversos que permitan a personas con distintos tipos de discapacidades el uso y control de los diferentes artefactos que encontramos en nuestras vidas diarias, que por su diseño original fueron pensados solamente para individuos "comunes y corrientes". Los desarrollos científicos y los conocimientos adquiridos no solo deben estar enfocados a un grupo de personas, sino a la totalidad.

Hoy en día, en la sociedad hay un gran número de personas que poseen impedimentos para realizar su vida normalmente, ya que carecen de las habilidades que nos permiten interactuar con nuestro mundo y modificarlo a nuestra voluntad. A su vez, la tecnología sigue avanzando a pasos agigantados haciéndonos pensar que hoy por hoy o en breve es posible conseguir cualquier cosa.

¿Por qué no equilibrar estas virtudes y deficiencias, y permitir a todas las personas superar nuestras propias limitaciones?

La asociación ADAMAR y el Centro Dato, ambas organizaciones dedicadas a ayudar íntegramente a personas con discapacidad física gravemente

afectadas, han puesto en marcha dos centros de atención a personas adultas con discapacidades físicas. Estas residencias se encuentran en la calle Asura y en la calle Sobradíel, ambas en Madrid, y cuentan con instalaciones muy modernas ya que todas las habitaciones y los centros comunes se encuentran domotizados y adaptados.

Gracias a la domótica, personas que habitan en soledad y tienen problemas de movilidad logran tener una mayor comunicación con el exterior, con los médicos o con el servicio de teleasistencia (Regatos, 2006).

La domótica es el conjunto de sistemas que permite la automatización de una vivienda en donde todos los dispositivos se interconectan y comparten información. En este proyecto el estándar de interconexión utilizado ha sido el estándar KNX (KNX, 2012).

La Universidad Carlos III de Madrid también posee un laboratorio donde se encuentra instalada y montada una cocina adaptada. Esta cocina consta de 4 módulos que pueden moverse independientemente para poder trasladarla. Esta cocina se ha construido cómo entorno real de pruebas a los diferentes proyectos de ayuda a

personas con discapacidad que se desarrollan en el Laboratorio de Robótica Asistencial.

Estos entornos domotizados han permitido el desarrollo de un prototipo funcional formado por una cámara puesta en el centro de la frente del usuario, sujeta por una cinta, de forma que es más estable y el ángulo del video que nos proporciona es mejor (al estar centrado y más cerca de los ojos del usuario); es más cómodo y puede ser usado por personas que tienen tendencia a inclinar la cabeza al estar sentados en su silla de ruedas.

Este prototipo ha sido enfocado para ser utilizado por personas con discapacidad física grave de forma diaria, debido a eso se plantearon una serie de pruebas que comparan el comportamiento diario que tiene una persona con discapacidad con y sin la ayuda de este sistema y se llenaron cuestionarios que evalúan la sensación de un usuario tras usar este prototipo. 8 alumnos del Centro DATO han utilizado este sistema y al final de este trabajo se explican los resultados y se muestran tablas comparativas de los tiempos, aciertos y errores tras realizar estas pruebas. También se muestran las apreciaciones subjetivas sobre la incorporación de este prototipo a sus vidas diarias.

Este trabajo ha sido especialmente enfocado a personas con discapacidad física grave, con el fin de darles una posibilidad de hacer las cosas que muchos de nosotros hacemos tan naturalmente a diario y sin percatarnos de la complejidad que ello puede suponer para otras personas, como puede ser el simple hecho de encender una luz, subir una persiana o abrir una puerta a nuestro paso mediante un sistema amigable y fácil de usar.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Este proyecto se ha basado en el desarrollo de un sistema que permite a un usuario con discapacidad física grave poder controlar su entorno de forma amigable. En el desarrollo de este sistema se han utilizado las siguientes herramientas y tecnologías:

- Software de reconocimiento de etiquetas ArToolkit (Kato, 2007)
- Software de reconocimiento de voz TalkingJava SDK (CloudGarden, 2010)

- Ambiente domotizado en el Laboratorio de Ayuda a Personas con Discapacidad en el Parque Empresarial de la Universidad Carlos III de Madrid. Y también las residencias domotizadas del Centro Dato y la Asociación ADAMAR (toda la domótica usa el estándar KNX).
- Interface con el software ETS V3 (ETS3, 2011) para el control domótico.
- Bases de datos con MySql 5.0

El diagrama de bloques de la arquitectura de este sistema se puede apreciar en la figura 1.

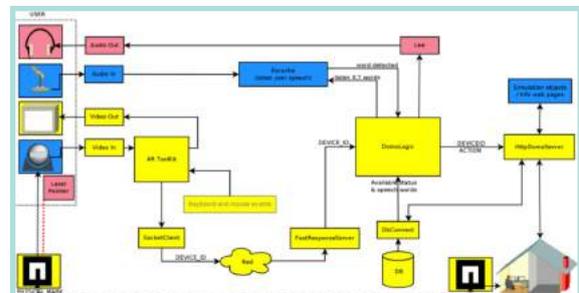


Figura 1: Bloques implementados del sistema desarrollado.

Para interactuar con este sistema, la persona usa un dispositivo colocado en su cabeza, que consta de una cámara que nos permite conocer qué dispositivo se encuentra mirando (y por ende qué dispositivo es el que desea controlar) y un micrófono que nos permite saber qué orden quiere darle al dispositivo que está mirando. En la figura 2 podemos apreciar a un alumno del Centro Dato utilizando este dispositivo.



Figura 2: Alumno del Centro Dato utilizando el prototipo actual.

El funcionamiento del sistema se describe a continuación:

- El usuario lleva una cámara web en la frente.
  - Si el usuario mira en dirección a un dispositivo a controlar y a través de la cámara web se detecta una etiqueta (dicha etiqueta ha sido previamente asignada al dispositivo), entonces se hace una consulta a la base de datos para solicitar las acciones que puede llevar a cabo dicho dispositivo y la lista de palabras asociadas a cada acción.
  - Se recupera de la base de datos la lista de palabras asociadas a la etiqueta detectada y se crea una relación 'palabra -> acción', pudiendo asociarse varias palabras a la misma acción; es decir, para subir una persiana se pueden utilizar palabras como 'subir', 'sube', 'arriba'.
  - La lista de palabras se cargan en el módulo encargado del reconocimiento de voz.
  - Si el usuario pronuncia alguna palabra de dicha lista, entonces se envía la orden asociada a esa palabra hacia el bus de la domótica KNX.
- Este sistema ha sido enfocado para ser utilizado por personas con discapacidad física grave de forma diaria, por lo que se deben realizar una serie de pruebas para asegurarnos que es un sistema usable y que proporciona una solución a la vida diaria y no una carga más.

Para medir el comportamiento del sistema se han planteado una serie de pruebas que compara el día a día de una persona con discapacidad sin y con la ayuda de este sistema. Se ha trabajado con 8 alumnos del Centro DATO, estas personas se han dividido en 2 grupos para esta evaluación, cada grupo formado por 4 personas que cumplen los siguientes criterios de inclusión para dichas pruebas.

Grupo 1: "personas que lo puedan hacer solas". Aquí se agrupan las personas que tienen una grave discapacidad física, pero a pesar de esta pueden realizar un conjunto determinando de tareas por ellos mismos y como si lo hicieran diariamente.

Grupo 2: "personas que no lo pueden hacer solas". Aquí se agrupan las personas que tienen una grave discapacidad física y que no pueden realizar un conjunto determinado de tareas sin ayuda de una segunda persona.

Nombre	Sujeto 1	Sujeto 2	Sujeto 3	Sujeto 4
<b>Grupo</b>	G1	G1	G1	G1
<b>G1: "lo pueden hacer solos"</b>				
<b>Edad</b>	46	26	33	52
<b>Sexo</b>	femenino	masculino	masculino	masculino
<b>Tipo discapacidad</b>	parálisis cerebral 77%	parálisis cerebral, hipoacusia	parálisis cerebral	Ataxia de Friedreich
<b>Años desde tiene discapacidad</b>	desde nacimiento	desde 2002	desde los 4 años detectada	desde 28 años
<b>Tecnología asistida para la movilidad</b>	silla rueda eléctrica, controlada por un joystick	silla manual y andador	andador y silla ruedas	silla de ruedas y grúa
<b>Se entiende lo que habla (apreciación subjetiva del 0-10)</b>	9	4	10	3
<b>Nivel más alto de educación</b>	BUP - Bachiller	Primaria	EGB 8vo	Licenciado en Psicología
<b>Tiene vida independiente</b>	sí	sí	sí	no
<b>Casado</b>	no	no	no	no
<b>Satisfecho con la atención que recibe</b>	sí	sí	sí	sí
<b>Le gusta la tecnología</b>	sí	sí	sí	sí
<b>Usa muchos dispositivos tecnológicos</b>	sí	sí	sí	regular

**Tabla 1:** Datos demográficos y característicos de los usuarios Grupo 1.

Nombre	Sujeto 5	Sujeto 6	Sujeto 7	Sujeto 8
<b>Grupo</b>	<b>G2</b>	<b>G2</b>	<b>G2</b>	<b>G2</b>
<b>G1: "lo pueden hacer solos"</b>				
<b>Edad</b>	25	33	mayor de edad	42
<b>Sexo</b>	masculino	masculino	femenino	masculino
<b>Tipo discapacidad</b>	Ataxia cerebrosa 99%	parálisis cerebral - tetraparecia espástica	parálisis cerebral	parálisis cerebral
<b>Años desde tiene discapacidad</b>	lo descubrieron a los 10 años	descubierto al nacer	a los 12 años	a partir de los 5 años detectada
<b>Tecnología asistida para la movilidad</b>	silla de ruedas (que la empuja otra persona), grúa	silla de ruedas manual, él la mueve	silla de ruedas	silla de ruedas manual y eléctrica
<b>Se entiende lo que habla (apreciación subjetiva del 0-10)</b>	9	10	7	4
<b>Nivel más alto de educación</b>	4to ESO	8vo EGB	nada	Universidad - Periodismo 2002
<b>Tiene vida independiente</b>	dependiente	no	no	no
<b>Casado</b>	no	no	no	no
<b>Satisfecho con la atención que recibe</b>	sí	sí	sí	sí
<b>Le gusta la tecnología</b>	sí	sí	sí	sí
<b>Usa muchos dispositivos tecnológicos</b>	regular	regular	pocos	sí

**Tabla 2:** Datos demográficos y característicos de los usuarios Grupo 2.

**PROTOCOLO DE LA PRUEBA:**

La prueba planteada ha sido realizada en la habitación domótica de pruebas del Centro DATO, la cual mide aproximadamente 16 m<sup>2</sup> con un baño de unos 9 m<sup>2</sup>. Esta habitación se encuentra domotizada parcialmente, se controla la luz principal, la luz de un aplique, la puerta de la habitación y la persiana del baño.

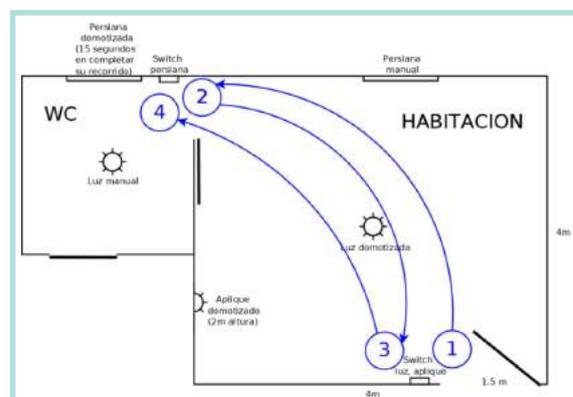
Las pruebas han sido realizadas procurando que el usuario no se acostumbre al prototipo aunque se les ha dado un tiempo corto para entender su uso.

Como punto de comparación se ha propuesto una tarea de uso diario dentro de la habitación domotizada que consiste en controlar secuencialmente el encendido y apagado de la luz del aplique y subir y bajar la persiana del baño.

La prueba consiste en las siguientes tareas ordenadas como siguen (figura 3):

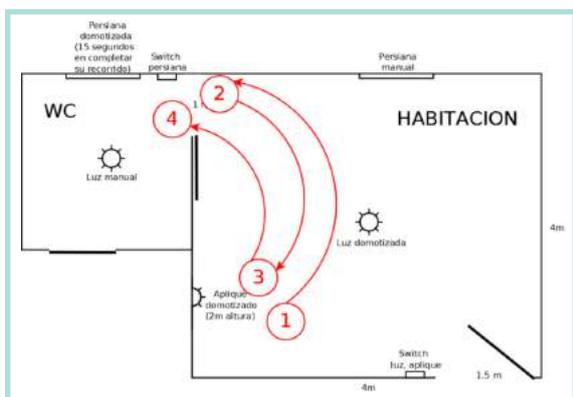
1. Encender la luz del aplique (que se encuentra entrando a la izquierda de la habitación) (si la luz se encuentra encendida entonces apagarla).

2. Dirigirse hacia la persiana del baño y subirla (si la persiana se encuentra subida, entonces, bajarla).
3. Regresar al punto 1 y regresar al estado inicial la luz del aplique.
4. Regresar a la persiana del baño y retornarla a su estado inicial.



**Figura 3:** Habitación domótica con la trayectoria de la prueba sin ayuda.

La trayectoria utilizada para la prueba con el dispositivo desarrollado varía ligeramente (figura 4), ya que las etiquetas se colocan preferentemente cerca a los dispositivos a controlar, por lo que la etiqueta para controlar el aplique no se encuentra a la entrada de la habitación, sino cerca al aplique. La trayectoria con el dispositivo desarrollado se puede ver en la siguiente figura.



**Figura 4:** Habitación domótica con la trayectoria de la prueba con el dispositivo desarrollado.

Para el caso de las personas en el grupo 2, al no poder movilizarse por sí mismas, se ha necesitado de una persona que los vaya llevando de un punto a otro, para todos los efectos este tiempo se ha considerado como parte de las pruebas. Es muy importante resaltar que el objetivo de las pruebas con los usuarios del grupo 2 no es comparar tiempos o fallos, sino saber si es posible que personas con un alto grado de discapacidad también puedan utilizar este sistema similarmente como utilizan un programa de barrido.

El programa contra el que se compararon los tiempos, aciertos y fallos ha sido un programa de barrido que permite controlar los dispositivos domóticos a través de un pulsador (Alva Alarcón, 2002). Este pulsador puede ser accionado por la mano o por la barbilla, dependiendo de la discapacidad de la persona que lo utilice. Esta aplicación es utilizada en el Centro Dato y se usa para enseñar y ayudar a los alumnos a controlar no solo los dispositivos domóticos dentro de su habitación, sino aplicaciones como televisión, radio, subir el volumen, cambiar de emisoras, mover el ratón, entre otros mediante una sola pulsación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se ha elaborado un prototipo funcional que reconoce marcas bidimensionales para identificar un objeto a controlar, activa el reconocimiento de voz de palabras específicas y si se reconoce alguna orden específica entonces se actúa sobre el dispositivo reconocido.

Se han realizado pruebas de experimentación y validación de este trabajo con personas con grave discapacidad física que se describen a continuación.

Para los usuarios del grupo 1, como se puede observar en la figura 5, la media de los tiempos acumulados entre la trayectoria manual versus la trayectoria con nuestro sistema son muy similares, aunque con nuestro sistema son ligeramente mayores. Cabe recordar que en estas pruebas los usuarios no pudieron familiarizarse con el uso de este prototipo. Otro factor importante a destacar es que para las tareas manuales los usuarios deben desplazarse hasta estar en contacto con el pulsador del dispositivo a controlar, y en muchas ocasiones debido a los obstáculos físicos esta tarea es difícil; en cambio, con nuestro sistema no es necesario tener contacto con el dispositivo.

En la figura 6 se procede a comparar las mismas trayectorias realizadas por el grupo 1, pero se comparan la media de los tiempos puntuales para realizar cada tarea. Se observa que hay tareas en las que nuestro sistema necesita menor tiempo y tareas que se realizan manualmente requieren menos tiempo. Otras tareas, sin embargo, han requerido de tiempos muy parecidos, como son subir la persiana o apagar el aplique.

En el caso de los usuarios del grupo 2 se compara un sistema que ya utilizaron previamente, que es el uso de un programa de barrido, versus el uso de nuestro sistema. En la figura 7, en la comparación de tiempos acumulados se puede observar que nuestro sistema reduce significativamente los tiempos necesarios y que los tiempos medios del programa de barrido tienen un escalón pronunciado de tiempo entre subir la persiana y desplazarse en subir el switch del aplique, pero esto es debido a las características propias de dicho programa de barrido (el programa de barrido tenía varios dispositivos a controlar y el usuario debía esperar a que dicho programa complete un ciclo y vuelva a posicionarse sobre el objeto a controlar).

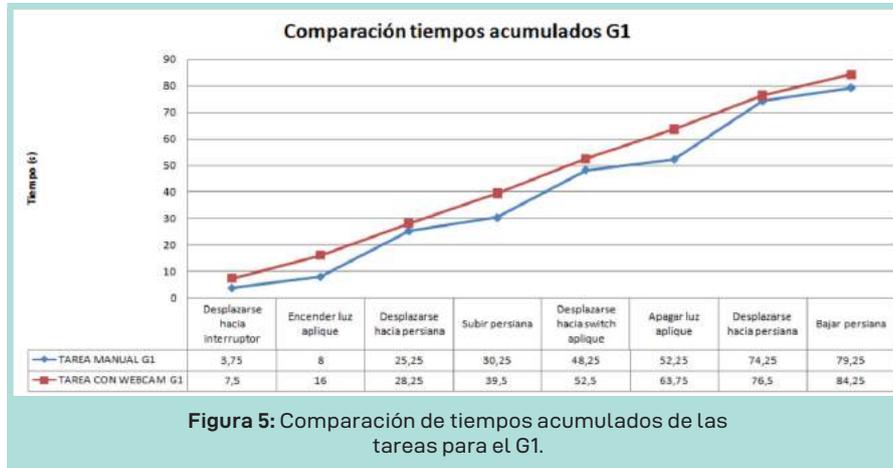


Figura 5: Comparación de tiempos acumulados de las tareas para el G1.

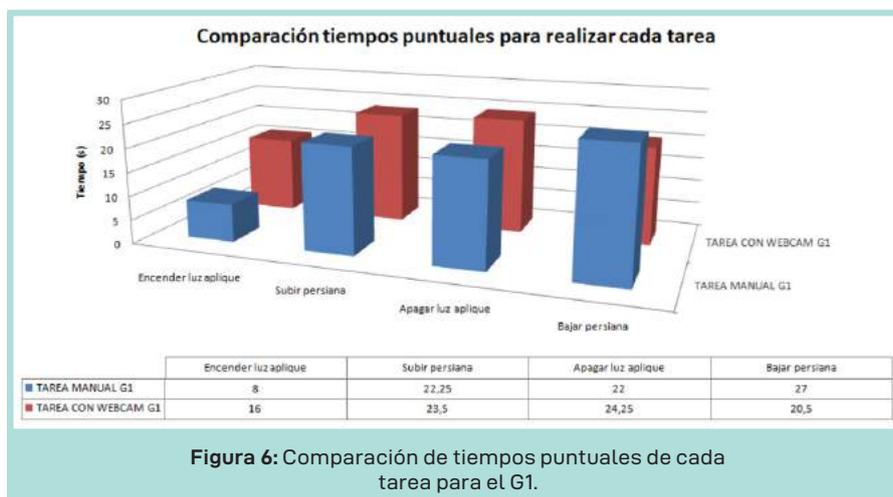


Figura 6: Comparación de tiempos puntuales de cada tarea para el G1.



Figura 7: Comparación de tiempos acumulados de las tareas para el G2.

La comparación de tiempos puntuales se muestra en la figura 8. En esta, a modo de comparación, se pretende mostrar que personas con un alto grado de discapacidad pueden, con ayuda externa a esta investigación, controlar los dispositivos propuestos por este ensayo clínico.

Aunque en estas dos últimas comparaciones de los usuarios del grupo 2, de las tareas realizadas mediante el programa de barrido versus las tareas

usando nuestro sistema, la comparación realizada no puede concluir que un sistema mejore o no a otro, ya que son sistemas orientados de forma diferente, en los que influyen muchos parámetros como pueden ser el tiempo de barrido entre objeto y objeto, el diseño del programa de barrido, la cantidad de objetos que abarca el programa de barrido o la ayuda externa que se necesite para que cada persona enfoque las etiquetas de nuestro sistema a controlar.

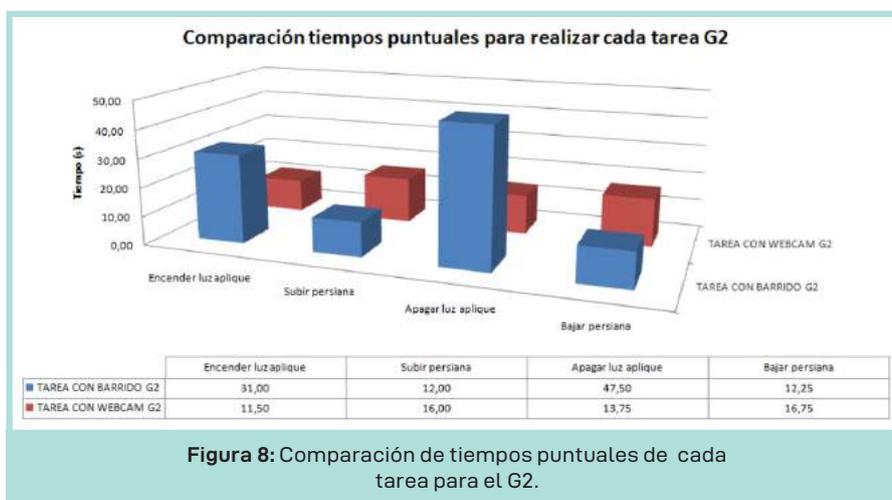


Figura 8: Comparación de tiempos puntuales de cada tarea para el G2.

## APRECIACIÓN SUBJETIVA DE LOS USUARIOS

Al final de las pruebas se le pidió a cada usuario que dé su apreciación sobre las características mecánicas, confort y ergonomía del dispositivo usado. Los resultados de esta encuesta se muestran a continuación en dos tablas, separadas por los grupos que participaron G1 y G2.

Para calificar las respuestas se ha utilizado la escala de Likert de 1 a 5 (Muy desacuerdo, desacuerdo, normal, de acuerdo, muy de acuerdo)

Estos cuestionarios han sido basados en el Quest

2.0 (Louise Demers, 2002) y en su validación al español (Mora Barrera, 2010). Reúnen información sobre el uso de nuestro sistema mediante 9 preguntas que son realizadas después del ensayo clínico.

Cabe resaltar que en la encuesta, aunque se les pidió a los usuarios que puntúen sus respuestas con números del 1 al 5, para la mayoría es mucho más cómodo expresarse usando sus propias palabras. Como se puede observar en los resultados, a todos los usuarios les fue fácil conocer, utilizar el prototipo e interactuar con el sistema. También observamos que por lo general el dispositivo es cómodo de utilizar, pero que podría ser más ligero y reducido aún.

Nombre	Sujeto 1	Sujeto 2	Sujeto 3	Sujeto 4
<b>Características mecánicas</b>				
Entendió cómo funciona el dispositivo	muy de acuerdo	Sí	Sí	sí
Fue sencillo controlar el dispositivo	muy de acuerdo	Sí	Sí	sí
Aprender a usar el dispositivo es fácil	muy de acuerdo	Sí	Sí	sí
El dispositivo ha sido preciso	de acuerdo	Sí	Sí	sí
El láser rojo ha ayudado	muy de acuerdo	sí, pero más grande	sí, pero más grande	sí
<b>Confort y ergonomía</b>				
Cansa usar el dispositivo	no cansa	No	No	no
El dispositivo es cómodo	sí, no pesa	Sí	Sí	sí
El dispositivo en la frente es suficientemente pequeño	normal	más o menos	Normal	regular
En su conjunto completo el dispositivo es muy grande	normal	más o menos	más o menos	por el ordenador, sí

**Tabla 3:** Encuesta luego del uso del dispositivo - Grupo 1.

*Para calificar las respuestas se ha utilizado la escala de Likert de 1 a 5 (Muy desacuerdo, desacuerdo, normal, de acuerdo, muy de acuerdo)*

Nombre	Sujeto 5	Sujeto 6	Sujeto 7	Sujeto 8
<b>Características mecánicas</b>				
Entendió cómo funciona el dispositivo	5	sí	sí	sí, chupado
fue sencillo controlar el dispositivo	5	sí, muy fácil	sí	sí
Aprender a usar el dispositivo es fácil	muy de acuerdo	muy de acuerdo	sí	sí
El dispositivo ha sido preciso	5	de acuerdo	sí	regular
El láser rojo ha ayudado	5 (un poco más grande)	sí, pero más grande	no le ayudó porque es muy chico	sí
<b>Confort y ergonomía</b>				
Cansa usar el dispositivo	1	no	no	un poco
El dispositivo es cómodo	5	sí	sí	más o menos, hay que acostumbrarse
El dispositivo en la frente es suficientemente pequeño	3	normal	sí	sí
En su conjunto completo el dispositivo es muy grande	5 (por pc), sino 1	un poco por el pc	sí	más o menos

**Tabla 4:** Encuesta luego del uso del dispositivo - Grupo 2.

*Para calificar las respuestas se ha utilizado la escala de Likert de 1 a 5 (Muy desacuerdo, desacuerdo, normal, de acuerdo, muy de acuerdo)*

Finalmente, a los usuarios también se les pidió que nos den su opinión sobre puntos genéricos relacionados a estas pruebas. Los datos obtenidos se muestran en dos tablas, una para usuarios del G1 y otra para usuarios del G2.

Para calificar las respuestas se ha utilizado la escala de Likert de 1 a 5 (Muy desacuerdo, desacuerdo, normal, de acuerdo, muy de acuerdo)

Para calificar las respuestas se ha utilizado la escala de Likert de 1 a 5 (Muy desacuerdo, desacuerdo, normal, de acuerdo, muy de acuerdo)

Con estos resultados podemos observar que los usuarios tienen predisposición a participar en el desarrollo de nuevas tecnologías que les permitan mejorar su vida diaria.

Nombre	Sujeto 1	Sujeto 2	Sujeto 3	Sujeto 4
Le gustaría usar el dispositivo diariamente	1	a veces	sí	sí
El dispositivo le ayudaría a hacer la vida más fácil	4	sí, a todos	sí	sí
Le avergonzaría que le vean usando el dispositivo	No	no	no	no
El dispositivo invade su privacidad	no entiende pregunta, no	no	no	no
Prefiere pedirle ayuda a una persona para realizar una tarea	prefiere hacerlo ella	no	prefiere solo, sino ayuda	prefiere solo, sino ayuda
Es importante desarrollar este tipo de tecnologías	sí, a otras personas sí ayudaría	sí	sí y mucho	sí
Se debería invertir más en este tipo de proyectos	sí, mucho mas	sí	sí	sí

**Tabla 5:** Opiniones después de la prueba - Grupo 1.

*Para calificar las respuestas se ha utilizado la escala de Likert de 1 a 5 (Muy desacuerdo, desacuerdo, normal, de acuerdo, muy de acuerdo)*

Nombre	Sujeto 5	Sujeto 6	Sujeto 7	Sujeto 8
Le gustaría usar el dispositivo diariamente	5	de vez en cuando, mezclando	sí	no, prefiere el pulsador babero
El dispositivo le ayudaría a hacer la vida más fácil	5	sí	sí	sí
Le avergonzaría que le vean usando el dispositivo	no	no	no	no
El dispositivo invade su privacidad	1	no	no	no
Prefiere pedirle ayuda a una persona para realizar una tarea	1 (prefiere hacerlo solo, sino pide ayuda)	prefiere solo, sino pide ayuda	sí, siempre	prefiere hacerlo él
Es importante desarrollar este tipo de tecnologías	5	sí, porque usa mucho la voz	sí	sí
Se debería invertir más en este tipo de proyectos	5	más tiempo, más ganas, más gente	sí	sí
(Sólo G2) Prefiere el programa de barrido al nuevo dispositivo	prefiere usar el nuevo	Le gusta los 2	no mucho	sí, prefiere el barrido
(Sólo G2) Siente que este dispositivo le da más independencia que el programa de barrido	5, sí	sí	sí	no, porque tiene mucho control al hablar

**Tabla 6:** Opiniones después de la prueba - Grupo 2.

*Para calificar las respuestas se ha utilizado la escala de Likert de 1 a 5 (Muy desacuerdo, desacuerdo, normal, de acuerdo, muy de acuerdo)*

## CONCLUSIONES

- Se ha desarrollado un prototipo innovador, intuitivo, portátil y discreto para el control del entorno (domótica), con el fin de que personas con discapacidad física y gran dependencia, con problemas de movilidad y/o articulación de palabras, aumenten su autonomía personal y social.
- Este control es amigable, intuitivo, efectivo y con portabilidad para suplir las limitaciones de los sistemas domóticos actuales.
- La valoración de los usuarios de este prototipo es muy buena. No obstante, tenemos que seguir mejorándolo constantemente para llevar esta tecnología de forma más económica y a un rango mayor de usuarios.
- Es muy importante que las órdenes que se dan a cualquier dispositivo sean lo más naturales posibles y con palabras de uso común, como "subir", "bajar", "sube", "baja" y no órdenes complejas como "ordenador persiana 1 subir", en especial para personas con discapacidad física grave, ya que este tipo de discapacidad muchas veces influye en diversos problemas mentales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alva Alarcón, J. L. (2002). *Programa de barrido orientado a discapacitados físicos graves*. Madrid: Proyecto Final - Master en Tecnologías de la Información en Fabricación - Universidad Politécnica de Madrid.
2. Cloud Garden. (2010). TalkingJava SDK with Java Speech API implementation. Recuperado el octubre de 2011, de <http://www.cloudgarden.com/JSAPI/index.html>
3. ETS3. (2011). ETS3. Obtenido de <http://www.ets3.com/>
4. Kato, H. (07 de febrero de 2007). ARToolkit. Obtenido de <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
5. KNX. (15 de mayo de 2012). KNX. Obtenido de <http://www.knx.org>
6. Louise Demers; R. W.-L. (2002). The Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology (QUEST 2.0): An overview and recent progress. *Technology and Disability*, 14, 101-105.
7. Mora Barrera, C. (2010). *Validación de la versión en español de la evaluación de Quebec de usuarios con tecnología de asistencia (Quest 2.0)*. U. N. COLOMBIA: Ed. Colombia.
8. Regatos, R. (2006). Domótica accesible. *MinusVal*(158), 15-17.

jorgelalva@gmail.com