



# Solución abierta de barrido y pulsación en dispositivos móviles accesible para personas con discapacidad física

Miguel A. Valero<sup>1</sup>, Alberto M. Diéguez<sup>1</sup>, Yolanda Hernández<sup>2</sup>, Susana Martín<sup>2</sup> y Montserrat Carrillo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>T>SIC, Universidad Politécnica de Madrid. EUIT Telecomunicación. Ctra. de Valencia, km. 7. 28031 Madrid. E-mail: {mavalero, amdieguez}@diatel.upm.es

<sup>2</sup>ASPAYM Madrid. Camino de Valderribas, 115. 28038 Madrid E-mail: {terapiaocupacional, gerencia}@aspaymmadrid.org

<sup>3</sup>ELEA Soluciones S.L., C/ Sinesio Delgado, 14 28029 Madrid E-mail: montserrat.carrillo@elea-soluciones.es

## Resumen

*Este trabajo de investigación tiene como objetivo esencial ofrecer una solución de accesibilidad a los dispositivos móviles táctiles para personas con discapacidad física con afección en los miembros superiores. El diseño, desarrollo y validación de la solución detallada está basado en una plataforma abierta y de bajo coste como Android que, mediante la interconexión de conmutadores comerciales y el uso de un sistema de barrido con realimentación por voz sintetizada, permite al usuario acceder a todas las funciones básicas de la telefonía móvil.*

*El análisis de los requisitos de usuario es un eje central de este trabajo para lo cual se ha contado con la participación de la Asociación de Lesionados Medulares y Grandes Discapacitados Físicos (ASPAYM), de la Asociación de Padres de Alumnos Minusválidos (APAM) y del Centro de Referencia Estatal de Atención al Daño Cerebral*

*(CEADAC). El sistema resultante preserva las expectativas de autonomía personal y privacidad demandadas.*

## Abstract

*The main goal of this research work is to provide people with physical disabilities, with limitations in upper limbs, with an accessibility solution for tactile mobile devices. The design, development and validation of the detailed solution is based on an open low cost platform like Android that, through the interconnection of commercial switches and the utilization of a scan system with feedback by synthesized voice, allows the user to access to all the main functions of mobile telephony.*

*The analysis of user requirements is a core axis of this work so that it includes the involvement of Asociación de Lesionados Medulares y Grandes Discapacitados Físicos (ASPAYM), Asociación de*

*Padres de Alumnos Minusválidos (APAM) and Centro de Referencia Estatal de Atención al Daño Cerebral (CEADAC). The resulting system achieves the expectations for personal autonomy and privacy.*

## 1. Introducción

El índice de penetración de la telefonía móvil en España ya ha superado con creces el 100% llegando a alcanzar el 116.3% en 2011. Estos datos permiten estimar en nuestro país un volumen de más de 50 millones de teléfonos móviles considerando los datos de población censada [1]. Asimismo, los datos de la Encuesta de Discapacidad, Autonomía personal y situaciones de Dependencia (EDAD 2008) del INE reflejan que el 8,55 % de la población española, 3,85 millones de personas, afirman tener discapacidad o limitación de las cuales el 67,2% de esta población declara tener dificultades para moverse o manipular objetos. Las personas con discapacidad física y movilidad reducida presentan características funcionales muy distintas y, por tanto, diferentes necesidades para el uso efectivo del móvil en igualdad de derechos. La evolución de la telefonía móvil se ha basado en el desarrollo de innovadoras prestaciones en los dispositivos que no siempre han tenido en cuenta las demandas de las personas con diversidad funcional. Actualmente está creciendo de forma exponencial la venta y distribución de móviles táctiles, más conocidos como *smartphones*, cuyo uso accesible debe ser garantizado aprovechando su gran capacidad.

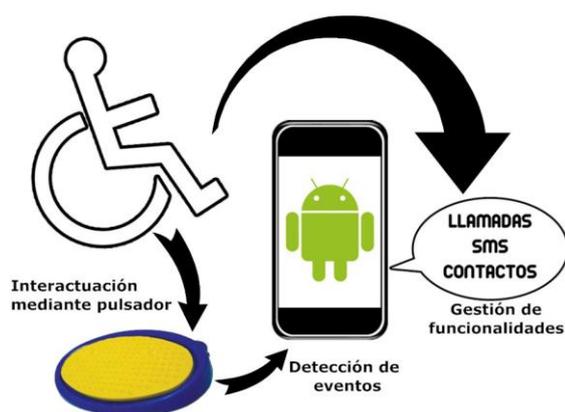
Uno de los principales factores que han influido directamente en el incremento de ventas de los

*smartphones*, es la adopción de sistemas operativos abiertos como Android (Google) o dedicados como iOS (Apple). La fabricación de terminales con estos sistemas operativos a escala europea ha aumentado en el año 2010 alcanzando cifras record de crecimiento como un 951% en Android o un 115% en IOS [2]. Además de todas las soluciones que ofrecen estos terminales por su memoria y velocidad de cómputo, el uso primordial de pantallas táctiles como tipo de interfaz en los teléfonos implica directamente la desaparición de botones físicos con todas las ventajas e inconvenientes de accesibilidad que esto conlleva.

Las pantallas táctiles ofrecen la capacidad de modificar su presentación, adaptándose así al contexto en el que se encuentre el usuario, mediante teclados virtuales, botones ajustables, imágenes o textos dinámicos en pantalla. Sin embargo, este tipo de interfaz de acceso a la telefonía móvil, por si sola, conlleva nuevas barreras de accesibilidad para toda aquella persona que por algún tipo de discapacidad encuentre limitaciones de acceso, ya sea por falta de precisión táctil o por falta de visibilidad y la consecuente pérdida de localización en la pantalla. Actualmente, la mayor parte del trabajo de accesibilidad en telefonía móvil se ha basado y se está basando en el diseño, desarrollo y acceso a los contenidos enfocando la mayoría de los esfuerzos en la presentación de los contenidos y en su fácil acceso desde diferentes dispositivos. Existen normas que regulan la accesibilidad en la creación de aplicaciones informáticas o contenidos web [3] e incluso el Real Decreto 1494/2007 que regula las condiciones básicas para el acceso a las personas con discapacidad a las tecnologías [4], pero que en ningún momento se regula el acceso a las funcionalidades básicas

de un teléfono móvil, como puede ser descolgar una llamada en los terminales de tipo *smartphone*.

La problemática descrita impulsó la propuesta de realizar la solución que se detalla en este trabajo, desarrollada en el marco del proyecto AcceMovil (Sistema de comunicación móvil, accesible, abierto y de bajo coste, para personas con discapacidad motora), financiado en 2010-2011 por el Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad a través del Instituto de Mayores y Servicios Sociales (IMSERSO). El objetivo de AcceMovil es mejorar la accesibilidad del teléfono móvil para las personas con discapacidad motora, con afectación en los miembros superiores, mediante el diseño, desarrollo, validación y provisión de un sistema de barrido que, a través de un conmutador conectable al dispositivo, permita a la persona utilizar las funciones estándar de un dispositivo móvil. La figura 1 resume la arquitectura de la solución basada en software abierto, interoperable y de bajo coste.



**Fig.1: Arquitectura global de AcceMovil**

## 2. Contextualización y antecedentes

El análisis de accesibilidad en los teléfonos móviles actuales requiere distinguir dos aspectos esenciales: 1) los mecanismos ofrecidos para la interacción de la persona con el dispositivo y 2) las características de presentación de contenidos y acceso a la información. La mayoría de trabajos y esfuerzos publicados sobre accesibilidad en terminales móviles se basan más en el segundo aspecto mencionado, dejando en un plano más apartado lo relacionado con la accesibilidad directa a los teléfonos móviles. Las personas con afectación en los miembros superiores se enfrentan habitualmente a una barrera de acceso en las nuevas tecnologías. Según los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) a fecha de enero de 2011, la población española sumaba un total de 46.152.925 personas, de las cuales algo más del 8% se corresponde al colectivo de personas que poseen algún tipo de discapacidad lo cual equivale aproximadamente a que de cada mil personas, 83 poseen algún tipo de discapacidad. De forma complementaria, el informe “Panorámica de la discapacidad en España”, muestra que de los diferentes tipos de discapacidad, son más relevantes los que afectan a las actividades básicas realizadas en la vida diaria (ABVD), entre las que se incluye el uso del teléfono, ya que están relacionadas con la dependencia. El número de personas afectadas, 2,8 millones, supone el 6,7% de la población [6].

Este hecho motiva que profesionales de las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC), junto a otros expertos del ámbito de la

discapacidad, asuman el reto de impulsar las soluciones necesarias para que todas las personas, con independencia de sus limitaciones funcionales, puedan usar el móvil o *smartphone* sin barreras de accesibilidad. Las tecnologías actuales, sistemas operativos, capacidades de comunicación e interconexión, permiten desarrollar soluciones para todos que aseguren esta disponibilidad.

Según el informe del CENTAC *Investigación sobre las tecnologías de la sociedad de la información para todos*, el desarrollo actual de las TIC supone un fuerte optimismo para las personas con discapacidad acerca de la evolución de soluciones TIC, especialmente en temas de salud y emergencias. En cambio, en lo relacionado con la participación social el optimismo es menor [5]. En la sociedad en la que vivimos actualmente la información y la comunicación es un factor esencial en todas las actividades culturales y socioeconómicas. Una tecnología de comunicaciones, como un teléfono móvil, que no permita ser usado según la diversidad funcional del usuario, conlleva una discriminación al individuo. En el momento en que una persona no es capaz de comunicarse mediante el uso de una tecnología por alguna discapacidad en concreto, la sociedad directamente excluye a dicha persona al no poder participar en sus actividades. El informe Panorámica de la discapacidad en España del INE nos indica que del colectivo de personas con discapacidad, siete de cada diez personas declaran tener poca o ninguna posibilidad de establecer nuevas amistades y que directamente a dos de cada tres, el poder contactar o dirigirse a personas que no son de su entorno les resulta imposible o casi imposible [6].

## 2.1. TECNOLOGÍAS DE REFERENCIA

El análisis detallado de las soluciones actuales en telefonía móvil para el colectivo de personas con discapacidad muestra que la mayoría de alternativas de accesibilidad móvil se basan en el uso de interfaces gráficas claras y sencillas junto con reconocimiento y síntesis de voz. Se constata que estas aplicaciones resultan de gran ayuda para personas con discapacidad visual, auditiva, cognitiva moderada y/o con problemas de aprendizaje [7]. Sin embargo, en el caso de la discapacidad física o motora, las soluciones con respecto a la accesibilidad en la telefonía móvil son escasas incluyendo únicamente ciertas ayudas técnicas tradicionales. La mayoría de aplicaciones accesibles de comunicación que existen para personas con discapacidad física se basan en el uso del ordenador y de aplicaciones de comunicación alternativa y aumentativa. Existen lectores y magnificadores de pantalla, sintetizadores de voz o filtros de teclado, que a su vez pueden hacer uso de dispositivos de entrada alternativos como ratones o teclados adaptados [8].

Entre las soluciones más conocidas y prácticas que existen para la comunicación de personas con discapacidad motora usando el ordenador, los editores de texto juegan un papel fundamental. PredWin, basado en barrido y predicción de palabras, es un editor de texto de los más utilizados [9]. Con la misma finalidad pero con un funcionamiento diferente, existe Dasher, un software de la Universidad de Cambridge con el que se puede escribir haciendo uso del ratón, contando con las probabilidades que tienen las palabras y las probabilidades de las letras dentro de cada una de las propias

palabras [10]. En lo referente a los ratones accesibles, MouseTweaks es una valiosa referencia de software de acceso basado en Gnome con el que poder utilizar ratones de una forma más óptima. Esta aplicación permite activar elementos en pantalla únicamente posicionando encima el puntero del ratón durante un tiempo predeterminado, pudiendo simular cuatro tipos de clics, izquierdo, derecho, arrastrar y doble clic.

Tal como se ha comentado, la gran mayoría de las soluciones de acceso a las tecnologías para personas con discapacidad física está orientada al acceso a través de un ordenador. Exceptuando alguna que otra solución propietaria, tal como el producto TheGrip2 con funcionalidad para poder enviar mensajes cortos o como Dasher, que tiene versiones para móviles con Android e iOS, apenas existen aplicaciones de accesibilidad para los terminales móviles. El análisis de productos explorados directamente para localizar algún tipo de sistema o aplicación abierta para smartphones, que mediante uso de barrido permita acceder a las funcionalidades más esenciales de la telefonía móvil, muestra la inexistencia actual de soluciones directamente integrables y de bajo coste.

### 3. Análisis de requisitos

El punto de partida en Accemovil para diseñar la solución de acceso a las funciones elementales del teléfono móvil ha sido el análisis comparado de las necesidades del colectivo y los requisitos de usuario. De este modo, el producto final está completamente condicionado a las necesidades

de usuario identificadas y por ello se le ha dado una prioridad máxima a un análisis directo con los usuarios y expertos acerca de las facilidades que consideran como un derecho, como una necesidad y más sencillamente como una expectativa de uso.

El trabajo de análisis se ha realizado incrementalmente contando con la colaboración de la Federación Nacional ASPAYM (Asociación de Lesionados Medulares y Grandes Discapacitados Físicos), del Centro de Referencia Estatal de Atención Al Daño Cerebral (CEADAC) y la Asociación de Padres de Alumnos Minusválidos (APAM). En total se ha entrevistado a 15 personas con diferentes tipos y grados de movilidad reducida en los miembros superiores y a 5 profesionales mediante entrevistas en grupo y cuestionarios a partir de lo cual se han obtenido los elementos comunes más relevantes y específicos del colectivo para el uso del móvil

La figura 2 resume las funciones donde del móvil donde la expectativa de accesibilidad es más demandada por parte de los colectivos:

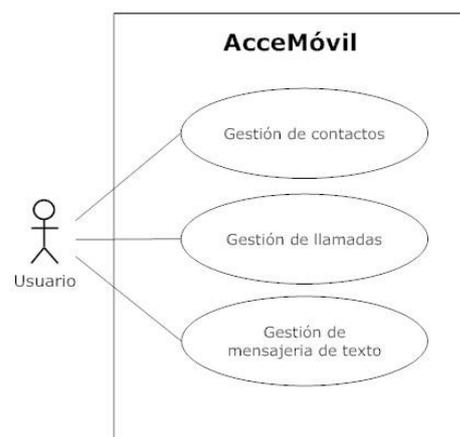


Fig.2: Casos de uso de AcceMovil

En lo correspondiente a la gestión de contactos en el teléfono móvil los usuarios destacaron la posibilidad de agregar o buscar un contacto de forma completamente autónoma, sin necesitar la ayuda de una tercera persona. Con respecto a la gestión de llamadas se valoró positivamente el poder discriminar llamadas dado que actualmente la mayoría de usuarios con movilidad reducida en los miembros superiores, que utilizan teléfono móvil, tienen configurado el terminal por defecto para que se descuelgue de forma automática en el momento que entre una llamada. El poder decidir si descolgar una llamada, ignorar o directamente colgar es un requisito del sistema. La mensajería de texto no es un servicio que utilice este colectivo por la imposibilidad de escribir con el teléfono. Un teclado accesible por barrido permitiría podrá escribir mensajes sencillos que se podrán enviar posteriormente a los contactos del teléfono móvil o a un número que se introduzca. En el momento de la lectura, se valora el poder usar la síntesis de voz para reproducir el mensaje o bien leerlo por la pantalla.

Además de la autonomía personal, el aspecto más valorado por los entrevistados es la privacidad. Las funciones de poder marcar un número, leer un mensaje o agregar un número en la agenda requieren a este colectivo la necesaria ayuda de una tercera persona. Los teléfonos móviles comerciales poseen soluciones de accesibilidad como sintetizadores y reconocimiento de voz o incluso braille a través de vibraciones para la lectura de texto. Estas soluciones permiten acceder a muchos de los servicios que ofrece un terminal móvil, pero en muchas ocasiones, la autonomía del usuario o la propia confidencialidad queda completamente en entredicho. Accemovil contempla solucionar

esta barrera de tal forma que el usuario sea autosuficiente para utilizar un teléfono móvil sin ayuda externa.

## 4. Diseño de la plataforma

La solución planteada en esta investigación persigue mejorar la accesibilidad en los teléfonos móviles, especialmente con pantalla táctil, ofreciendo una interacción usable para personas con discapacidad motora con afección en los miembros superiores. El diseño de la solución requiere un enfoque abierto y de bajo coste accesible para el mayor número de usuarios. La creciente e imparable evolución de los teléfonos con pantallas táctiles justifica esta solución como de primera necesidad para evitar una mayor brecha digital al colectivo de personas que no pueden utilizar dicha tecnología y las funcionalidades afines. Analizando la evolución de los sistemas operativos más extendidos actualmente en los smartphones, se barajaron dos alternativas para el diseño de la solución resultante: iOS de Apple y Android de Google. iOS posee una solución para el control sin cables del smartphone de Apple mediante un sensor inalámbrico localizado en la lengua. Este sensor envía los movimientos de la lengua a otro dispositivo receptor localizado en la cabeza, el cual identifica los movimientos del sensor. Este receptor, localizado en la parte superior de la cabeza, envía las señales oportunas al teléfono que transforma esos movimientos por la interfaz del teléfono. Todo el sistema se basa en tecnología inalámbrica propietaria con el

consumo de batería correspondiente de cada dispositivo que esto conlleva [11].

El factor determinante en AcceMovil de ofrecer un producto final de bajo coste, independiente de fabricante y “para todos” motivó el uso final de la plataforma. En el último trimestre del 2010, Android se afianzó como el sistema operativo más extendido del planeta en teléfonos móviles avanzados con el 32,9% del mercado de smartphones, con un crecimiento respecto al mismo trimestre del 2009 del 615% [12]. La novedad que ofrece Android con respecto al resto de sistemas operativos en terminales móviles, es la libertad que permite a la hora de desarrollar aplicaciones y el bajo coste que eso supone. Gracias a las facilidades de este sistema operativo se va a poder diseñar una interfaz accesible, que mediante un sistema de barrido y un pulsador, se consigan realizar las acciones más elementales de un teléfono móvil como pueden ser descolgar una llamada, agregar un número de teléfono o escribir un mensaje.

La especificación funcional de facilidades a implementar ha incorporado la facilidad de que el usuario pueda también configurar, de forma completamente autónoma, la aplicación a su gusto. Con esta funcionalidad añadida, se pretende que cada persona obtenga la mejor experiencia de usuario mediante la configuración de los diferentes elementos y prioridades de interacción con la aplicación.

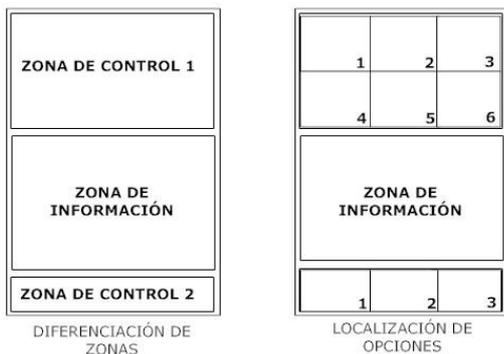
La incorporación de un sistema dinámico de barrido activado por pulsador o conmutador permite ajustar las configuraciones del sistema como:

- *Tiempo de barrido horizontal.* Configuración del tiempo que tarda el foco del sistema de barrido en pasar de un elemento a otro.
- *Tiempo de barrido vertical.* Ajuste del tiempo que tarda el foco del sistema de barrido en pasar de un elemento a otro.
- *Tiempo entre pulsaciones.* Adaptación del periodo de tiempo necesario que pase entre pulsaciones.
- *Color del foco del barrido.* Ajuste del color del foco de barrido al gusto del usuario dentro de un rango de colores.
- *Habilitar descuelgue automático.* Si el usuario lo desea, puede habilitar que automáticamente sin discriminación se descuelguen todas las llamadas.
- Configuración de listas para gestión de las llamadas.
- Lista negra: Listado de números a los cuales directamente la llamada entrante es colgada.
- Lista blanca: Listado de números que en el momento de recibir una llamada de con alguno de esos orígenes se descuelga.
- *Posición de los elementos en pantalla.* El usuario podrá seleccionar la posición en pantalla de sus acciones más habituales para así poder evitar esperas innecesarias durante el barrido.
- *Habilitar sintetizador de voz en la navegación.* Se podrá habilitar si se quiere retroalimentación mediante voz o no en la navegación.
- *Tiempo de espera para descolgar.* Una vez identificado el número origen, si pertenece a un número que está en la lista blanca y se va a descolgar de forma

automática, se puede configurar unos segundos de cortesía antes de descolgar la llamada.

Una vez identificado el diseño de funcionalidades a implementar, se diseñó la interfaz evitando las limitaciones en el diseño de las interfaces visuales en un teléfono móvil del tamaño de la pantalla. La disposición de los elementos u opciones en la pantalla de presentación ha considerado la limitación física que suponen las pantallas de los móviles. Para ello, se han respetado los principios de accesibilidad web móvil, definiendo disposiciones de los elementos accesibles de forma que las posibles opciones que tenga el usuario no sean más de seis.

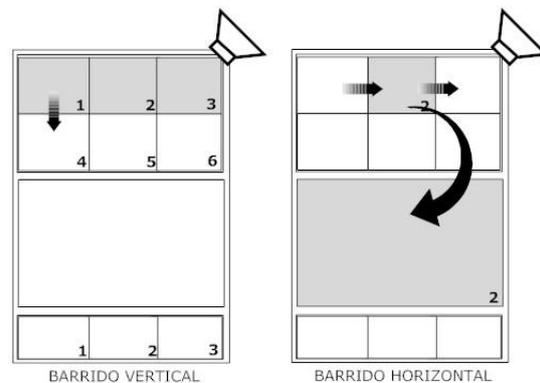
Las presentaciones principales, comunes en cada una de las funcionalidades, se dividen en dos zonas de control y una de información. Cada una de las zonas de control está situada en la parte superior y en la parte inferior respectivamente, dejando la localización central para la zona de información.



**Fig.2: Diseño de interacción con la IUG**

En la parte superior de la interfaz se habilita un máximo de 6 opciones, configurables por el

usuario para dar prioridad al elemento más importante. La parte de control inferior permite hasta 3 opciones relacionadas siempre con la configuración, selección o adaptación de funciones, y en la parte central de la interfaz se ubica la zona de información que muestre en un tamaño superior el elemento activo. Se contempla de forma inicial la navegación mediante un barrido vertical entre la zona de control superior y la zona de control inferior hasta que el usuario mediante el evento definido active la zona que seleccione y comience así el barrido horizontal. El inicio del barrido horizontal permite que el usuario seleccione una de las opciones localizadas por el barrido, la activación de la actividad y el comienzo de la funcionalidad correspondiente. En el caso de que se realice una selección equivocada, siempre existe la opción de volver atrás como medida de rectificación.



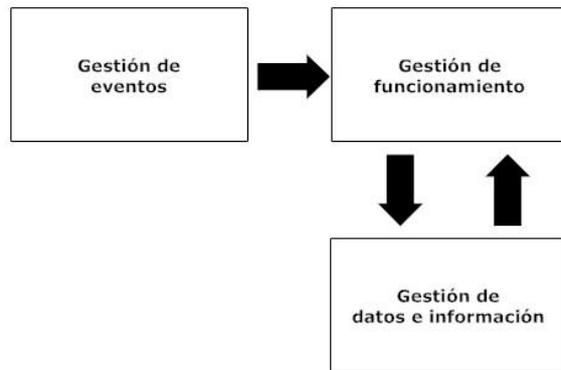
**Fig.3: Modelos de barrido de la IUG**

La navegación mediante el uso de barridos se utiliza cuando la necesidad de precisión en las selecciones es muy baja. En el caso de las personas con discapacidad motora con movilidad reducida y afectación en los miembros superiores, la capacidad de precisión puede variar mucho según el nivel de sus capacidades.

Barridos del tipo matricial reduce el tiempo de selección cuando el número de opciones es relativamente alto y por ello el diseño de nuestra interfaz, para obtener una mejor experiencia de usuario, limita el número de opciones por pantalla a un máximo de seis [13]. La navegación por cada uno de los elementos de la interfaz, está acompañada por una síntesis de voz que guía y aclara al usuario en el caso de que la interfaz no esté a la vista o sea de complicado acceso, que como ya se dijo anteriormente será configurable habilitarlo o no.

## 5. Implementación y validación

La implementación del sistema resultante aprovecha el potencial de Android para acceder y gestionar todo lo referente a los datos de contactos, agenda o mensajes sin problemas. Únicamente hay que utilizar los permisos adecuados para que luego no haya problema dentro del terminal. El funcionamiento interno de la solución software se divide en tres zonas completamente diferenciadas. Por un lado está la parte encargada de gestionar todo el funcionamiento, por otro lado está la zona encargada de la recuperación y almacenamiento de los datos y por último está la parte en la que se gestionan la detección de eventos.



**Fig.4: Componentes de la solución SW**

- *Gestión de eventos Android*: este componente realiza todas las detecciones de eventos, ya sea del sistema operativo o de la interacción del propio usuario. Dentro de los eventos relacionados con Android, se encuentran todos aquellos que el sistema operativo utiliza para las notificaciones como la recepción de un mensaje de texto o las de una llamada entrante. Cada uno de estos eventos es capturado y procesado posteriormente en el componente encargado del funcionamiento de la aplicación. Los eventos que el usuario realiza a través del conmutador también se capturan y se notifican para gestionar el funcionamiento.
- *Gestión de funcionamiento*: la funcionalidad de este módulo es recibir todos los eventos que son detectados, que según el estado en el que se localice el usuario o según los datos que estén configurados se realizará una acción u otra.
- *Gestión de datos e información*: en este componente se realizan todas las funciones referentes a la recuperación y

almacenamiento de datos e información. Las prioridades y configuraciones del usuario se accederán y se almacenarán desde aquí.

Teniendo en cuenta los requisitos analizados, uno de los principales derechos que consideraban los usuarios era el poder gestionar las llamadas. Con gestionar las llamadas nos referimos a poder tomar la decisión de descolgar una llamada, de colgar una llamada o directamente ignorarla y no hacer nada. Hoy por hoy, Android por motivos de seguridad no permite, con su SDK, implementar este tipo de funcionalidades. Google considera que dar la posibilidad a los desarrolladores de crear aplicaciones que puedan descolgar llamadas cuando ellas decidan, pueden ser aplicaciones maliciosas ya que pueden aceptar llamadas no deseadas. Pero en cambio, lo que sí que permite realizar Android es sobrescribir sus clases internas, pudiendo así adaptar las aplicaciones para que funcionen como nosotros lo deseamos.

En el sistema descrito en este trabajo de investigación y desarrollo, aquellas funciones que no se pueden realizar directamente mediante el SDK, son las relacionadas con la gestión de las llamadas. Para encontrar soluciones a este tipo de cuestiones, existen grupos de desarrollo de código abierto que se plantean el mismo problema y buscan soluciones. Estos grupos de desarrollo se basan en los conocimientos y la colaboración que aporta la comunidad de desarrollo de Android [14-15].

Cada uno de los elementos que constituyen las interfaces del software, tienen información asociada que ayudará en cierto modo. En el momento de la presentación o de la lectura sintetizada, cada elemento guarda una serie de campos relacionados que se utilizan para ayudar en la navegación.

#### ELEMENTO

- Nombre: Salir
- Texto: Salir
- Imagen: salir100.png
- Imagen Grande: salir250.png
- Descripción: Salir del menú
- Posición: 6



**Fig.5: Propiedades de elementos de acción**

En la figura 5 se muestran los campos que tienen asociados cada uno de los elementos.

- *Nombre* se utiliza para poder referenciar y gestionar el elemento en el interior del software.
- *Texto*. Su contenido es la información que se mostrará en la pantalla asociada al elemento.
- *Imagen* es la imagen que se presenta en la zona de control y por la que el barrido para poder seleccionar el elemento.
- *Imagen Grande* es la imagen que se presenta en la zona de información cuando el barrido pasa por su localización en la zona de control
- *Descripción* corresponde al texto que leerá el sintetizador de voz (si está habilitado) cuando el barrido para por encima del elemento.

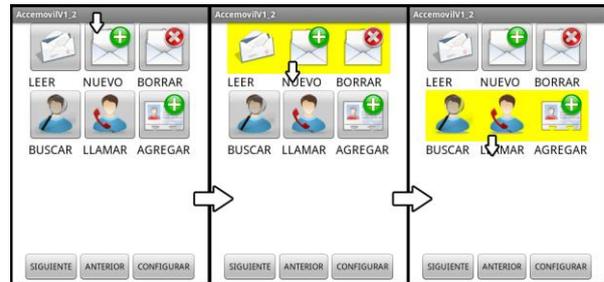
- *Posición* es un número que indica el lugar en el que se localiza el elemento en la pantalla.

En el desarrollo de los primeros prototipos, la interfaz se basa en el primer diseño, con las dos zonas de control y la zona de información central como muestra la siguiente imagen.

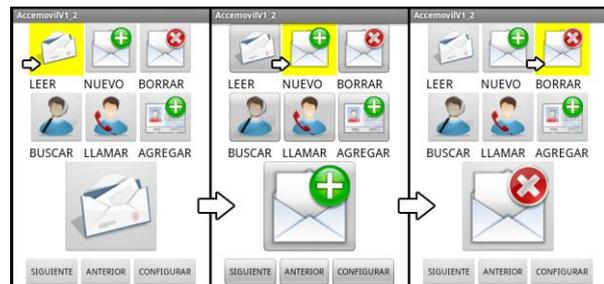


**Fig.6: Desarrollo de soluciones de barrido**

En el momento en que el usuario a través de su conmutador, envía un evento con la intención de arrancar el sistema de barrido, los distintos componentes del sistema entran en funcionamiento y arrancan el sistema de barrido. La zona de gestión de eventos detecta en este caso las intenciones del usuario, y se lo comunica al gestor de funcionamiento. Este, según sea el estado actual realizara una acción u otra. Como en este caso estamos en el menú principal y a su vez en estado de espera, únicamente se arrancará el sistema de barrido vertical.



Si el usuario, realimentado por la situación visual y el retorno de voz sintetizada, decide seleccionar una de las opciones, activando el conmutador en la opción deseada consigue que comience el barrido horizontal.



**Fig.7: Implementación de funcionalidad accesible por selección**

## 7. Conclusiones

Las tareas iniciales de desarrollo y validación del sistema han demostrado la eficiencia de implementación de la solución de barrido accesible en la plataforma Android según manifestaron los expertos sobre discapacidad física consultados. La fase actual de desarrollo ha permitido la integración actual con dispositivos de conmutación externa gracias al control de eventos que permite la plataforma empleada con independencia del modelo de dispositivo.

La fase actual de validación del prototipo, prevista inicialmente con 10 personas de las tres entidades colaboradoras (ASPAYM, APAM y CEADAC) permitirá la realimentación de uso y especificación final del producto prevista para la segunda fase de evaluación con 30 personas con limitaciones funcionales de movilidad en los miembros superiores. Además de la valoración de los expertos y de los usuarios finales, se ha constatado el interés de involucrar a las familias para incorporar requisitos funcionales no identificados inicialmente.

## 7. Referencias

[1] Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones. <http://www.cmt.es/>

[2] comScore. "The 2010 Europe Digital Year in Review". Febrero 2011

[3] Norma UNE 139803:2004. "Aplicaciones informáticas para personas con discapacidad. Requisitos de accesibilidad para contenidos en la Web"

[4] *Real Decreto 1494/2007*. Reglamento sobre las condiciones básicas para el acceso de las personas con discapacidad a las tecnologías, productos y servicios relacionados con la sociedad de la información y medios de comunicación social. BOE núm. 279 de 21/11/2007

[5] M.A. Valero, L. Vadillo, R. Herradón, A. Belén Berrmejo y R. Conde. "Investigación sobre las tecnologías de la sociedad de la información para todos" CENTAC. Universidad Politécnica de Madrid.

[6] Instituto Nacional de Estadística. "Panorámica de la discapacidad en España". Octubre 2009

[7] Unidad de Formación y Nuevas Tecnologías. IMSERSO. "Guía de accesibilidad en telefonía móvil".

[8] M<sup>a</sup>. Luz Guenaga, A. Barbier y A. Eguiluz. "La accesibilidad y las tecnologías en la información y comunicación". Universidad de Deusto. Noviembre 2007

[9] Centro de Referencia Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas CEAPAT. Productos de apoyo. Programas gratuitos.

[10] David J Ward, Alan F Blackwell and David J C MacKay. "Dasher - a Data Entry Interface Using Continuous Gestures and Language Models". The Inference Group. Cavendish Laboratory, Cambridge.

[11] Jeonghee Kim, Xueliang Huo y Maysan Ghovanloo. "Wireless Control of Smartphones with Tongue Motion Using Tongue Drive Assistive Technology". Septiembre 2010

[12] Canals. "Google's Android becomes the world's leading smart phone platform". Enero 2011

[13] Rafael Romero Zúnica, Francisco Alcantud Marín y Antonio M. Ferrer Manchón "Estudio de accesibilidad en la red". Universidad de Valencia

[14] Android AutoAnswer Project. <http://code.google.com/p/auto-answer/>

[15] Call Blocker for Android. <http://code.google.com/p/dndcallblocker/>

## Agradecimientos

Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad a través del Instituto de Mayores y Servicios Sociales (IMSERSO). Equipo directivo, terapeutas y usuarios de ASPAYM, APAM y CEADAC.