

Usabilidad: Análisis de distintas tecnologías al servicio de personas con discapacidades visuales

Gastón Bruno – 2012 – gaston @ gastonbruno . com . ar

Abstract—El concepto de usabilidad aplicada a los dispositivos tecnológicos se suele asociar a la experiencia del usuario en la interacción con dicho dispositivo, donde el foco es la interactividad del usuario con la aplicación. Este documento aborda el concepto de usabilidad desde el enfoque final del usuario, donde su experiencia de interactividad se centre en las acciones que quiera lograr para interactuar con su entorno y no en la aplicación. De esta manera, la usabilidad del conjunto del dispositivo y su aplicación de Software, es solo un medio para facilitarle al usuario la “usabilidad de elementos del mundo”. En particular, este trabajo se focalizará en una de las distintas discapacidades más comunes que afectan a la usabilidad de las personas para con la tecnología, la misma es la relacionada con la visión.

Keywords— *data visualization, human computer interaction, interactive systems, man machine systems, mobile computing, user interfaces*

I. INTRODUCCIÓN

El uso de las tecnologías de información y comunicación (ICT) está siendo cada vez más internalizado en la vida cotidiana de las personas. Sin ir muy lejos en el tiempo, durante nuestra propia historia, no hubiéramos imaginado en nuestro pasado que hoy realizaríamos ciertas tareas cotidianas de forma tan natural, empleando algún dispositivo tecnológico. Inclusive, el hábito y las necesidades se han instalado de tal manera, que hasta nos resultaría un problema no disponer de las herramientas tecnológicas con las que hoy contamos. Los ejemplos sobran, cuentan desde este mismo acto de leer este documento sin imprimirlo, hasta el hecho de que para contactar al autor, parezca que la única opción sea el correo electrónico. (Más allá de que particularmente en este documento no figure otra información; y es justamente por este mismo motivo). Seguramente, en un pasado cercano, este documento se hubiera distribuido en forma física y para contactar al autor se hubiera optado por una carta a la dirección física que hubiera colocado junto a su nombre.

Si bien lo siguiente aplique para la mayoría de los lectores de este documento; en general, no es que las personas piensen cada vez más centradas en tecnología. Simplemente sucede que resulta más conveniente tomar ventaja de los distintos avances de las ICT's, porque de esta manera, se logra ser más productivo y eficiente. Y hasta en algunos casos se puede lograr la eficacia a la lista de beneficios de la implementación de las ICT's, ya que no solamente es posible realizar mejor las cosas, sino que en algunos casos, se logra cumplir de forma exitosa la realización de determinadas tareas; que de forma

contraria ni siquiera sería posible cumplir. Por ejemplo, no solamente insume menos tiempo ingresar algunas letras del nombre de la canción y/o grupo musical, para buscar y reproducir una canción determinada de una biblioteca musical entera desde un dispositivo portátil, sino que además sería imposible portarla enteramente si no estuviera digitalizada; ya sea en el dispositivo, en la nube, etc. Esto ejemplifica cómo, de diferentes maneras y empleando la tecnología, se está reemplazando día a día las formas de realizar las cosas por nuevas formas que, por diversos motivos, resultan más convenientes.

Hasta aquí, lo anterior no se plantea como un problema, sino como el fundamento de la dependencia que se genera en ciertos casos para las personas en cuanto al uso de las ICT. El lado positivo de esto es que las personas pueden lograr realizar sus tareas de una mejor manera, pero no se debe dejar de contemplar que las personas envejecen; y esto conlleva intrínsecamente dificultades para realizar las mismas tareas que antes se realizaban con total normalidad. Se debe contemplar además, que el aumento de la edad promedio de las personas que emplean estas ICT, no crece solamente por las nuevas generaciones que envejecen, sino que además; influyen en esto las otras tecnologías aplicadas a la salud que aumentan la perspectiva de vida de las personas. Un estudio de las Naciones Unidas [1] refleja este aumento, proyectando que en 2050 la cantidad de personas entre hombres y mujeres de 70 años, crecerá a más del doble en comparación con el año 2010. Por otro lado, entran en juego las complicaciones de salud que pueden aparecer; o bien, aquellas que se portan desde el nacimiento. En este sentido, las ICT pueden, de alguna manera generar complicaciones, en el sentido de restringir a algunas personas con discapacidades o dificultades para interactuar con las ICT.

Debido a que la motivación del desarrollo de las ICT es justamente solucionar estos problemas, logrando la integración de las personas con la tecnología y además entre las personas mismas; se plantean en este documento las distintas problemáticas a las que se pueden enfrentar personas con discapacidades visuales y las distintas tecnologías existentes que se pueden aplicar bajo un enfoque unificado para presentarle soluciones a estas personas.

II. USABILIDAD DE SOFTWARE

De modo de establecer un marco conceptual con respecto a la usabilidad para este trabajo, se menciona a continuación la perspectiva de Jakob Nielsen en relación a este tema. En su sitio web [2], menciona que “la usabilidad es un atributo

cualitativo que define qué tan fácil de usar son las interfaces de usuario”. Nielsen incluye además cinco componentes cualitativos (en inglés para no perder su sentido original) en su definición:

- **Lernability:** capacidad del usuario para completar tareas básicas la primera vez que se encuentran con dicho diseño.
- **Efficiency:** velocidad en la cual los usuarios pueden realizar tareas, una vez que hayan aprendido el diseño.
- **Memorability:** facilidad con la que el usuario puede restablecer su habilidad, al retornar al diseño luego de un largo período de no usarlo.
- **Errors:** Cantidad, severidad y facilidad de recupero de los errores que comete el usuario.
- **Satisfaction:** Nivel de placer que genera usar el diseño.

Adicionalmente, Nielsen agrega otro atributo de calidad, que en el contexto de este documento, se convierte en el más importante de los seis mencionados; ya que enlaza a la usabilidad con el concepto de la funcionalidad: *Utility*. Jakob ubica con el mismo nivel de importancia a la usabilidad y la utilidad, porque juntas determinan si algo sirve. Importa poco que algo sea fácil de usar, si no es lo que se requiere. Y por el otro lado, no es bueno que algo tenga la capacidad de realizar lo que se requiere, si la dificultad de la interfaz lo hace imposible.

Dentro del terreno de la usabilidad de software en dispositivos móviles como ayuda a personas con discapacidades, el concepto de utilidad se torna una característica primordial; siendo que el objetivo es en esencia, lograr que las distintas tecnologías que se plantearán a continuación, sean efectivamente útiles para las personas que emplean estos dispositivos.

III. INTERACCIÓN HOMBRE-MÁQUINA

De modo de conectar el concepto de usabilidad aplicada a la tecnología con las discapacidades visuales bajo un nexo científico, se introduce a continuación el concepto de la Interacción Hombre-Máquina (HCI son sus siglas en inglés). Según la definición de John M. Carroll [3], el ámbito del estudio de HCI es el área de intersección entre la psicología y las ciencias sociales por un lado; y las ciencias de la computación y la tecnología por el otro lado. El campo de investigación de HCI analiza y diseña tecnologías específicamente apuntadas a la interfaz de usuario. También estudia y mejora los procesos de desarrollo de tecnología, a la vez que desarrolla y evalúa nuevas aplicaciones de la tecnología.

Carroll estableció además, que el HCI ha integrado progresivamente durante las décadas de 1970 y 1980, sus incumbencias científicas con el objetivo ingenieril de mejorar la usabilidad de los sistemas computacionales y aplicaciones, estableciendo para esto un cuerpo de conocimiento técnico y metodológico.

Es por todo esto, que el HCI se torna en una arista fundamental para este trabajo, siendo que el HCI ha emergido como un área foco tanto para la investigación y desarrollo de la ciencia; como de la psicología aplicada. Ésta es entonces, la relación que une a la usabilidad, por el lado de la tecnología; y las discapacidades visuales de las personas (y todo lo que ello implica con su interacción y relacionamiento), por el lado psicológico y social.

IV. DISCAPACIDADES VISUALES

Con frecuencia, la discapacidad visual limita la capacidad de las personas afectadas para realizar las actividades de la vida cotidiana y deteriora su calidad de vida. En su forma más grave, la ceguera, reduce la capacidad de las personas para desplazarse sin ayuda, a menos que reciban una capacitación especial.

Con el objetivo de encuadrar esta situación mencionada con hechos numéricos, se listan a continuación algunas cifras proporcionadas por la Organización Mundial de la Salud [4], [5] que se consideran relevantes para este documento:

- En el mundo hay aproximadamente 285 millones de personas con discapacidad visual, de las cuales 39 millones son ciegas y 246 millones presentan baja visión.
- Aproximadamente un 90% de la carga mundial de discapacidad visual se concentra en los países en desarrollo.
- El 80% del total mundial de casos de discapacidad visual se pueden evitar o curar.
- El 51% de los casos de ceguera (19,7 millones) se debe a las cataratas, que aparecen con la edad y son la causa principal de ceguera; por otro lado, el 43% de la discapacidad visual tiene por causa errores de refracción que no se han corregido.
- La operación de cataratas y la corrección de los errores de refracción son dos de las intervenciones sanitarias más rentables.
- Las causas de discapacidad visual y ceguera relacionadas con la edad están aumentando, al igual que la ceguera debida a la diabetes no controlada.
- Alrededor de un 65% de las personas con discapacidad visual son mayores de 50 años, si bien este grupo de edad apenas representa un 20% de la población mundial. Con el creciente envejecimiento de la población en muchos países, irá aumentando también el número de personas que corren el riesgo de padecer discapacidades visuales asociadas a la edad.

De estos números en conjunto, surge el siguiente aspecto que da sustento a este trabajo. No solamente existe una gran cantidad de la población mundial que se ve afectada por este tipo de problemas; y que continúa en ascenso, sino que además la mayor parte es susceptible a mejoras que presentan altos

índices de rentabilidad. Entonces, se concluye en que, más allá de la utilidad de entregar un aporte positivo a la humanidad, las soluciones planteadas en este documento son aplicables a un volumen de masa crítica considerable en términos de rentabilidad y costos bajos en cuanto a producción en escala, para aquellos interesados en desarrollar soluciones enfocadas a este nicho.

Este último aspecto más bien lucrativo resulta interesante, siendo que John M. Carroll, ya mencionaba algo similar en 1996 [3], al hacer referencia a las razones del éxito del HCI. Comenzaba por describir que los motivos eran técnicos, siendo que el HCI evocó algunos problemas difíciles y soluciones elegantes en la reciente historia de la computación; otros motivos culturales, siendo que el espectro abarcado por el HCI engloba las opiniones e ideas que el público no especialista tiene para con la computación y la tecnología de la información y el impacto que la tecnología tiene en la vida de las personas; siendo en este sentido, la parte visible de la ciencia de la computación. Por último, los motivos más recientes; que son aquellos comerciales. Siendo que la tecnología que yace por debajo de la computación se vuelve cada vez más un bien común, basado en chips genéricos, el valor agregado de los productos de computación reside en aplicaciones e interfaces de usuario; lo que es en esencia, el HCI.

Por último se presentará un encuadre de definiciones, basado en la Clasificación Internacional de Enfermedades [6] para este tipo de afecciones, con el sentido de establecer un marco conceptual común para el resto de este trabajo. La función visual se subdivide en cuatro niveles:

- Visión normal
- Discapacidad visual moderada
- Discapacidad visual grave
- Ceguera

La discapacidad visual moderada y la discapacidad visual grave se reagrupan comúnmente bajo el término “Baja visión”, resultando entonces en que la baja visión y la ceguera representan conjuntamente el total de casos de discapacidad visual.

La lista de afecciones visuales de la Organización Mundial de la Salud, es bastante más extensa; y dada su complejidad se han seleccionado solamente aquellas más relevantes para este trabajo. Adicionalmente se tratará el daltonismo, que se trata de un defecto en la visión que ocasiona dificultades para distinguir ciertos colores.

V. SOLUCIONES TECNOLÓGICAS

A pesar de todo, casi todas las formas de discapacidad visual, incluida la ceguera, pueden evitarse o tratarse y hasta curarse fácilmente mediante intervenciones conocidas. Más allá de este tipo de intervenciones, se tratarán a continuación diferentes tecnologías existentes que pueden ayudar en gran manera a mejorar la calidad de vida de las personas que sufren este tipo de discapacidades.

Esto se realizará bajo dos grupos principales: en primer lugar, se tratarán a aquellas tecnologías que efectivamente han

sido desarrolladas en este sentido, seguido del grupo más interesante y en el que se enfoca este trabajo; el grupo de aquellas tecnologías que si bien no han sido desarrolladas con este fin desde su concepción, pueden representar una solución para ciertas discapacidades visuales.

A. Herramientas de accesibilidad

El primer grupo consta de soluciones y/o tecnologías que han sido desarrolladas bajo este mismo concepto de presentar soluciones a este tipo de problemas. Se las refiere comúnmente como herramientas de accesibilidad. La IEEE define a la accesibilidad [7] como la usabilidad de un software o documentación de un producto, servicio, entorno o facilidad por personas con una amplia gama de capacidades. Puntualmente y para la interpretación acorde en este contexto, la IEEE aclara además que por más que el término accesibilidad típicamente se asocie a usuarios que poseen discapacidades, el concepto no está limitado a cuestiones de discapacidad.

Este tipo de herramientas llevan un grado de desarrollo tan elevado, que forman parte del paquete de herramientas básicas de los sistemas operativos computacionales de escritorio más comunes. Por esto, solamente se enumerarán con una breve descripción a continuación, para dejar lugar de detalle al segundo grupo.

La siguiente, es una lista no exhaustiva de utilidades que se incluyen en los sistemas operativos Microsoft Windows 8 [8] y Apple OS X [9] orientadas a las discapacidades visuales:

- Narrador: Es un lector de pantalla que reproduce con voz humana el texto mostrado en la pantalla.
- Ampliador: Es una herramienta que amplifica la pantalla o partes de la misma, haciendo las palabras e imágenes más fáciles de ver.
- Alto contraste: Permite cambiar el tema visual por uno que posea una combinación de colores fácil de visualizar.
- Aumento del tamaño del texto y los íconos: Permite aumentar el tamaño de la tipografía usada para mostrar texto por pantalla y además permite aumentar el tamaño de los íconos.
- Tiempo de las notificaciones: Permite aumentar la cantidad de tiempo en la que se muestran las notificaciones por pantalla, de modo de disponer de más tiempo para leerlas y reaccionar ante las mismas.
- Grosor del cursor: Permite aumentar el tamaño del cursor, de modo de poder reconocer su ubicación en la pantalla de forma más fácil.
- Teclado en pantalla: Simplemente es un conjunto de botones mostrados por pantalla que representan un teclado, pero en conjunto con el ampliador permite una alternativa a un teclado con teclas más grandes. Adicionalmente, esta utilidad permite activar la predicción de texto, de manera de que el sistema operativo sugiera palabras a medida que se

van ingresando; evitando de este modo la necesidad de terminar de escribir la palabra entera.

- Reconocimiento de voz: Permite usar la computadora sin utilizar dispositivos de entrada, únicamente dictando comandos de voz, que son reconocidos y ejecutados por el sistema operativo.

B. Tecnologías alternativas

En esta sección se tratarán distintas tecnologías existentes desarrolladas para otros fines; que sin embargo, pueden emplearse como ayuda a las discapacidades visuales.

1) Localización asistida por GPS

Existen distintas tecnologías destinadas a determinar la posición física de una persona dentro de la superficie del planeta. La más conocida es la basada en el Sistema de Posicionamiento Global (GPS son sus siglas en inglés). En particular, la tecnología GPS [10] ha sido un desarrollo del Departamento de Defensa de los Estados Unidos para actividades militares; sin embargo en la década de 1980, el gobierno estadounidense liberó la disponibilidad de este sistema para uso civil. Desde entonces, el GPS funciona bajo cualquier tipo de condición climática, en cualquier lugar del mundo, las 24 horas del día; no existiendo cargos de suscripción, configuración, ni tampoco de instalación para su uso.

EL GPS entonces, puede ayudar a una persona con problemas visuales a determinar su ubicación geográfica por sí misma y hasta inclusive, resolver planes de rutas que sirvan para guiarlas tanto en trayectos programados con antelación, como también otros que se originen en el momento. El GPS evita que las personas deban consultar mapas, evaluar las mejores rutas según sus prioridades, recalcularlas en caso de obstrucciones, entre otras cosas que pueden resultar problemáticas para aquellas con dificultades en la visión. Sin embargo, no resuelve aquellos inconvenientes que se presentan en el momento de movilizarse en la calle, evitar obstáculos, reconocer señalizaciones, etc. Existen desarrollos al respecto, que se mencionarán más adelante, siendo que se integran con otras tecnologías que se verán hacia el final de este trabajo.

Con el objeto de establecer la justificación de la siguiente tecnología a continuación, se desarrollará el modo de funcionamiento del GPS; de modo de exponer el problema que podría llegar a presentar en algunas situaciones y que la siguiente tecnología resolvería. El GPS [11] se resume en una utilidad propietaria de los Estados Unidos, que provee servicios de ubicación, navegación y hora. Se compone de tres segmentos: el segmento espacial, el segmento de control y el segmento de usuario. La Fuerza Aérea de los Estados Unidos desarrolla, mantiene y opera los segmentos del espacio y de control.

- Segmento espacial: Consiste en una constelación de satélites transmitiendo señales de radio hacia los usuarios. La Fuerza Aérea administra esta constelación para asegurar la disponibilidad de al menos 24 satélites el 95% del tiempo.

- Segmento de control: Consiste en una red global de instalaciones en la Tierra que siguen la trayectoria de los satélites GPS, monitorean sus transmisiones, ejecutan análisis y envían comandos y datos a la constelación.
- Segmento de usuario: Consiste en el equipo receptor de GPS, que recibe señales de los satélites GPS y usa la información recibida para calcular la posición tridimensional y la hora del usuario.

Siendo entonces que el GPS se basa en señales de radio transmitidas desde satélites en el espacio hacia dispositivos receptores que posee el usuario en la tierra, es posible que bajo ciertas circunstancias este sistema se vea imposibilitado de funcionar. Por la naturaleza de su arquitectura, el GPS funciona sin inconvenientes cuando el usuario se encuentra en terreno abierto y resultaría de gran ayuda a personas con problemas en la visión para movilizarse en la calle por ejemplo. Sin embargo, el GPS no resultaría conveniente en situaciones en las que el usuario se encuentre dentro de su casa, edificio, etc.; ya que las señales de radio se verían obstruidas por las paredes, techos, etc., imposibilitando de este modo entonces, que los segmentos de espacio y de usuario establezcan comunicación.

2) Localización asistida por WiFi

Las redes WiFi se basan en la norma IEEE 802.11 [34] y han surgido con el propósito de establecer una alternativa inalámbrica a las redes de área local (LAN son sus siglas en inglés) [35].

Las LAN están orientadas a establecer una red de comunicación para computadoras y periféricos dentro del ámbito geográfico de un edificio. Esta limitación de distancia tiene un motivo físico, debido a sus componentes y arquitectura; sin embargo empleando otros dispositivos repetidores, la red LAN puede extenderse en distancia. Aunque para este propósito de extender su distancia, existen otras redes más adecuadas. Las redes de área metropolitanas (MAN son sus siglas en inglés), que alcanzan distancias de hasta 500 kilómetros [36] y las redes de área extensa (WAN son sus siglas en inglés), que alcanzan distancias de hasta 1000 kilómetros [37]. Para establecer una simple comparación práctica, una red LAN se podría asociar a la red de un laboratorio en una sede de una universidad, mientras que la red MAN sería la red que interconecta los distintos edificios del campus de dicha universidad; y por último, la red WAN es la propia internet, que conecta a la universidad con el resto del mundo.

La tecnología basada en WiFi está siendo cada vez más popular [12] debido al gran ancho de banda que pueden permitir en un área geográfica delimitada y por ser una alternativa mucho más eficiente en costo [13], tomando en cuenta los costos de instalación, cambios, equipamiento, cableado y mantenimiento; en contraste con las redes tradicionales de cableado. En el artículo [14] se desarrolla la conveniencia de las redes inalámbricas por sobre las cableadas, se presentan las consideraciones que se deben contemplar y se explica el protocolo IEEE 802.11, en el cual se basa esta tecnología.

Siendo entonces WiFi una tecnología conveniente en costo y ampliamente utilizada en la mayoría de los edificios, han surgido desarrollos orientados a la ubicación geográfica, tales como los GPS, pero basados en redes IEEE 802.11. Estos desarrollos se basan además en otras características que presentan ventajas en comparación con el GPS. Por ejemplo, el bajo consumo de energía de los receptores; y la que representa gran utilidad para este trabajo, la capacidad de funcionamiento en ambientes cerrados.

Un ejemplo de este tipo de desarrollos se plantea en el documento [15], en donde los autores encuentran una alternativa a la limitante del GPS en cuanto a la necesidad de disponer de cielo abierto para su funcionamiento. Desarrollan un sistema similar al GPS, en cuanto a sus tres segmentos, para este caso en particular: segmento de red (WiFi), segmento de control y segmento de usuario. Si bien existen otros desarrollos de posicionamiento en interiores [16], [17], [18], [19]; los autores argumentan que ninguno de esos desarrollos ha satisfecho las tres principales características del GPS (precisión, universalidad y bajo costo), en forma conjunta. Adicionalmente se mencionan algunos otros trabajos al respecto: [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30]. Si bien varían en los algoritmos empleados para calcular la posición, todos se basan en las redes WiFi basadas en el protocolo IEEE 802.11; y establecen además la necesidad de crear un mapa físico, además de plantear la necesidad de organizar un mecanismo de aprendizaje para que el sistema administre de forma correcta las posiciones físicas de referencia.

Este desarrollo se basa en un concepto de la norma IEEE 802.11, denominado fuerza de la señal recibida (RSS son sus siglas en inglés). El principio de funcionamiento consiste en el intercambio periódico de las observaciones RSS entre los segmentos de red y de control. Este último emplea una novedosa técnica híbrida de modelado de propagación (PM son sus siglas en inglés) empleando un modelo logarítmico de deterioro aumentado por una Regresión de Proceso Gaussiano (GPR son sus siglas en inglés) no lineal, que permite modelar la RSS residual que no puede ser modelada por los logaritmos de deterioro tradicionales para interiores. Los parámetros de PM son estimados en forma periódica y enviados a cada punto de acceso (AP son sus siglas en inglés). El segmento de usuario recibe los parámetros RSS y PM de los AP y determina una ubicación trilateral, ponderando cada observación con la variación calculada por GPR.

Este tipo de tecnologías de localización geográfica se basan en los estándares de redes inalámbricas para redes LAN y han surgido para presentar soluciones a al GPS en aquellas circunstancias en las que la comunicación con los satélites presenta dificultades. En general, la idea de la tecnología de localización WiFi se orienta a ambientes cerrados. Esto presenta un excelente complemento a la tecnología GPS, en vista de ofrecer una solución completa de localización y ruteo para personas no videntes, en todo tipo de geografías.

3) *Localización asistida por bluetooth*

La localización geográfica basada en redes WiFi no es la única extensión al GPS. Si se considera que WiFi es la solución inalámbrica para las LAN, entonces la tecnología bluetooth es

el habilitador para aplicar este tipo de protocolos de ubicación en redes aún más pequeñas. La tecnología inalámbrica bluetooth [31] es un estándar global que permite la conexión de un amplio rango de dispositivos electrónicos. Es una tecnología que continúa evolucionando, construyéndose sobre sus propias fortalezas inherentes: factor de forma pequeño, bajo consumo energético, bajo costo, seguridad integrada, robustez, facilidad de uso y capacidades de establecerse en redes ad hoc. La tecnología bluetooth es la apropiada para el tipo de redes que se concentra en la interconexión de dispositivos inalámbricos de corto alcance. Las mismas se denominan Redes de Área Personal (PAN son sus siglas en inglés). [38]

Existen desarrollos similares a los que se han presentado anteriormente, en relación a la ubicación geográfica empleando redes WiFi, pero basados en redes PAN; o bien, basados en tecnología bluetooth. El trabajo [32] es un desarrollo bastante similar a los que se han tratado para la localización asistida por WiFi, con la diferencia de que también emplea la tecnología bluetooth como base inalámbrica.

Este tipo de tecnologías presenta un ejemplo a otra alternativa de ayuda a la localización para personas con problemas de visión, basado en tecnologías que han surgido con otro propósito.

4) *Localización asistida por WiMax*

De la misma manera que existen desarrollos en cuanto a la ubicación geográfica basados en las correlaciones LAN-WiFi y PAN-bluetooth, existen también desarrollos en este sentido para las redes de mayor alcance, basados en WiMax. [39]

El trabajo [33] presenta un enfoque de ubicación geográfica basado en redes WiMax; similar al [15], que se basa en redes WiFi. También contempla RSS, a la vez que emplea una metodología denominada Estación-Base estricto (BS-strict en inglés), que se enfatiza en el efecto de identidades base y receptor en el esquema clásico.

Este tipo de tecnologías presenta otra alternativa al espectro de soluciones de ayuda a la ubicación de personas con problemas en la visión, que no han tenido su origen en este sentido; sino dentro del grupo de tecnologías de redes inalámbricas.

5) *Localización asistida por redes de telefonía celular*

De manera similar a las redes de computadoras y dispositivos electrónicos informáticos mencionadas anteriormente, las redes de telefonía celular poseen un capítulo aparte para sí mismas. También establecen nuevas y mejores tecnologías sucesoras, basadas en normas y estándares; todas con el objetivo de concentrar todos los elementos necesarios para establecer una red de comunicación de telefonía móvil.

Si bien existen muchas normas originarias, como CDMA y TDMA [40], que han ido evolucionando para llegar a las redes más modernas comúnmente comercializadas hoy en día, como 4G; el objetivo de esta tecnología ha surgido con el fin de que las personas puedan transmitir voz, señales (como por ejemplo los números marcados) y hasta datos en la actualidad; mediante el uso de dispositivos móviles. A diferencia de la sección anterior, no se entrará en el detalle de cada tecnología, siendo que las mismas, por más que contengan sus diferencias de

normas y estándares; comparten el mismo fin de establecer las bases de la telefonía celular. Lo que sí se desea dejar en claro, es que nuevamente, existe un tipo de tecnología que ha surgido con un fin distinto al que se plantea en este trabajo; y sin embargo, resulta útil para el mismo.

La aplicación práctica de las redes de telefonía celular enfocada en este trabajo contempla la localización geográfica de las personas que posean dispositivos de telefonía celular. Si bien hoy en día, parece obvio que cualquier dispositivo celular cumpla con este tipo de funcionalidad debido a que poseen tecnología GPS integrada; cuando anteriormente esto no era tan común, se habían desarrollado mecanismos para determinar la ubicación física de una persona mediante el teléfono celular, sin necesidad de un chip GPS. Este principio se basa meramente en las redes de telefonía celular. Esta alternativa complementa de la misma manera que las mencionadas en las secciones anteriores al GPS; en el sentido que lo complementan en áreas cerradas, en las cuales el GPS pierde su nivel de señal hacia los receptores.

Existe una motivación adicional que ha llevado a varios trabajos en cuanto al empleo de la red de telefonía celular para determinar el posicionamiento geográfico. La misma es la referente a lo establecido por la Comisión Federal de Comunicaciones de los Estados Unidos (FCC son sus siglas en inglés), en cuanto a que requiere que todos los proveedores de servicios inalámbricos provean información de localización a los servicios públicos de seguridad de Emergencias 911 (E-911) [41].

James J. Caffery, Jr. y Gordon L. Stüber desarrollan en su trabajo [42], las aplicaciones de la tecnología de localización, los métodos disponibles para su implementación en redes CDMA y los problemas encontrados cuando se emplean estas redes CDMA para posicionamiento. Por otro lado, Ding-Bing Lin y Rong-Terng Juang desarrollan en su trabajo [43], un análisis de los distintos mecanismos existentes para establecer la ubicación de un teléfono móvil y concluyen con un método de estimación basado en la atenuación de señales. El trabajo [44] examina el sistema de localización evaluando la performance de los dos métodos de direction finding y ranging y propone un sistema de localización para mitigar el error de propagación en redes CDMA, cuando no existe una línea directa de visión (NLOS son sus siglas en inglés). En cuanto a la precisión de este mecanismo, en el trabajo [45] los autores examinan la precisión del sistema de ubicación basado en redes GSM en un ambiente metropolitano.

6) *Localización asistida por GPS y redes de telefonía celular*

Adicionalmente a este tipo de mecanismos de localización que emplean exclusivamente las redes de telefonía celular, han surgido desarrollos que combinan la tecnología GPS con los desarrollos anteriores, con el fin de establecer métodos de localización más eficientes. La técnica para esto se denomina GPS asistido o su abreviación A-GPS. Yilin Zhao dedica una sección a introducir este mecanismo en su trabajo [46].

7) *Localización asistida por GPS, WiFi y redes de telefonía celular*

De manera similar a la sección anterior, la tecnología WiFi y las redes de telefonía celular, se emplean en conjunto para establecer un mecanismo de localización asistido que complementa la precisión del GPS en interiores. De este modo, Michela Papandrea propone en su trabajo [47] un servicio de localización para dispositivos móviles inteligentes que supera las limitaciones del GPS, como ser su alto costo energético y cuestiones de cobertura de señal. El servicio de localización que propone usa GPS solamente cuando está disponible y es necesario; y emplea otros métodos como WiFi y GSM, para cumplir con una localización precisa y eficiente en consumo de energía.

8) *Otras tecnologías de localización*

Además de las tecnologías anteriores empleadas para determinar la posición física de una persona, existen otras implementaciones con el mismo fin, pero que emplean tecnologías de base que no son tan ampliamente implementadas. Algunas [48] se fundamentan en el concepto de Context-Aware, en el cual un dispositivo o aplicación determina su comportamiento basado en lo que sucede a su alrededor. Otras se basan además en redes de sensores, que emplean una disposición de nodos que permiten localizarse entre sí bajo distintos ambientes [49], [50], [51]. Existen otros trabajos que se basan en el concepto de Sistema de Posicionamiento Local (LPS son sus siglas en inglés) [52]. Otros proyectos se basan en nuevos desarrollos, por ejemplo, el trabajo [53] se basa en el concepto de identificadores, mediante el cual el sistema propuesto reconoce a las personas o dispositivos que se quieren rastrear. El proyecto Terminode [54] se basa en redes inalámbricas móviles y extensas con la premisa de soportar infraestructura descentralizada, auto-organizada y escalable. El proyecto Rover [55] es un sistema que permite servicios basados en la localización, como también los tradicionales servicios basados en el tiempo, usuario y dispositivo. El proyecto Cricket [56] es un sistema de soporte basado en la localización para aplicaciones que dependen tanto de interior y la movilidad.

9) *Realidad aumentada*

La tecnología de realidad aumentada [57] se resume en una combinación de la visión de un escenario real por parte de un usuario con la conjunción de imágenes generadas por computadora, en tiempo real. Las aplicaciones iniciales para este tipo de desarrollos se concentraron en las áreas de medicina, manufactura, visualización, planeamiento de caminos, entretenimiento y militares [58], [59], [60], [61], [62], [63], [64], [65], [66], [67].

Sin embargo, este tipo de tecnología presenta características potencialmente útiles para la asistencia visual en personas que poseen problemas al respecto. El trabajo [68] emplea esta tecnología con el objetivo de ayudar a personas que sufren de visión de túnel, la cual produce la pérdida de la visión periférica. El trabajo [69] introduce sonidos a la técnica de realidad aumentada, de modo de brindar una interfaz sonora para ofrecer información adicional sobre los objetos. En el trabajo [70], los autores proponen un sistema similar al anterior, en el sentido de combinar la tecnología de realidad aumentada con audio y vibraciones generadas para que la persona las sienta al acercarse a objetos, paredes, o cualquier otro elemento que sea configurado para tal fin.

10) *Wearable computing*

Por lo expuesto en la introducción, la consolidación e integración de soluciones en sistemas informáticos lleva a que las personas interactúen cada vez más tiempo con las computadoras. Sin embargo, las mismas están determinadas a permanecer en un escritorio. El auge de la computación en la nube y los bajos costos de los dispositivos tecnológicos, genera que este tipo de computación se vuelva portable. Para este enfoque en particular, existe un área de investigación dedicada a lo referente a la computación portable, que consiste en un sistema de computación conectado que se pueda vestir o llevar en la vestimenta para que les colabore a las personas en sus actividades cotidianas. Las soluciones de wearable computing tienen la capacidad de proveer al usuario conocimiento del contexto, midiendo signos vitales del cuerpo mediante sensores, interacciones, etc.

Al conformar una unidad de procesamiento portable, se vuelve un pilar fundamental en los desarrollos de realidad aumentada, para dar soporte a la parte virtual de este aspecto. El trabajo [78] relaciona estos dos conceptos e introduce además los beneficios para personas con discapacidades visuales. Específicamente para este tipo de soluciones, también existen algunos proyectos tales como SWAN, [79] que emplea wearable computing para asistir a personas con problemas visuales a la navegación terrestre mediante sonidos; y Drishti [80], que para el mismo fin conjuga varias de las tecnologías mencionadas anteriormente, como GPS, conexiones inalámbricas y reconocimiento de voz.

11) *Tecnología de reconocimiento de gestos*

La tecnología de reconocimiento de gestos se basa en la interacción del ser humano con los dispositivos tecnológicos mediante gestos y movimientos corporales. Abarca los conceptos de HCI y UI (Del inglés Interfaz de Usuario) para establecer una alternativa más natural a los dispositivos computacionales de entrada convencionales. Ying Wu y Thomas S. Huang analizan en su trabajo [71] las distintas técnicas que existen para esto.

Si bien existen avances basados en esta tecnología [72], [73], [74]; en la actualidad, este tipo de técnicas están comercialmente aplicadas en las consolas de videojuegos más populares (PlayStation Move, Xbox Kinect [75], Wii Remote). Sin embargo, esta tecnología también puede ser de gran ayuda a las personas con discapacidades visuales, estableciendo una interfaz de comunicación simple y natural [76], en la que no sea necesario un gran nivel de precisión; como los requieren los dispositivos de entrada convencionales. Las mismas se basan en el reconocimiento basado en la visión por cámara. Alternativamente, Markus Modzelewski y Esteban Bayro Kaiser desarrollan en su trabajo [77] una solución de entrada de texto gestual orientada a personas con problemas visuales, basada en el concepto anterior de computación portable.

12) *Domótica*

La domótica consiste en la automatización del hogar. El origen de su término se explica por sí mismo al conformarse por las palabras *domus* (que significa casa en latín) y *tica* (de automática, palabra en griego: que funciona por sí sola). Las principales ventajas de la aplicación de la domótica tienen que ver con la gestión de energía, seguridad, bienestar y

comunicación. La domótica también se ve potenciada por el continuo menor costo, mejor performance y menor tamaño de los dispositivos que trabajan en conjunto para dar lugar a estos beneficios y es otra tecnología que se nutre de otras mencionadas anteriormente. Por ejemplo, el trabajo [81] explica el proyecto HomeTalk, el cual integra las tecnologías de reconocimiento de voz y reconocimiento visual para ofrecerle al usuario una interfaz que presente un índice de usabilidad bastante elevado. La alta cantidad de proyectos desarrollados en torno a este tema, se suma a los disparadores que establecen a la domótica en una industria totalmente establecida en la actualidad. Así mismo, es posible encontrar aplicaciones de la misma especialmente destinadas a mejorar la usabilidad de las soluciones domóticas para las personas con discapacidades visuales. Fausto J. Sainz Salces, David England y Paul Vickers desarrollan en su trabajo [82] un dispositivo de control para dispositivos del hogar orientado a las personas adultas, contemplando además de problemas auditivos, los respectivos a la vista.

13) *Ambient Intelligent Environment*

La domótica, en su expansión hacia aplicaciones más amplias, da lugar al concepto de multimodalismo e introduce en este sentido, la tecnología de Ambientes Artificialmente Inteligentes (AIE son sus siglas en inglés, o bien AmI de Ambientes Inteligentes).

El multimodalismo es el marco conceptual que sustenta la potenciación de la usabilidad en ambientes domóticos, al ir más allá de las opciones de entrada tradicionales (como un teclado); para dar lugar a otras que presentan una mayor usabilidad (como el reconocimiento de voz).

Un ambiente inteligentemente artificial permite que dicho ambiente logre tener conocimiento de las personas que interactúan con él, tomando en cuenta además sus objetivos y sus necesidades [83], [84]. De esta manera, este tipo de ambientes tienen la capacidad de asistir a las personas de forma proactiva, en el sentido de permitirles que realicen sus actividades y alcancen sus objetivos. Kai Richter y Michael Hellenschmidt desarrollan en su trabajo [85] la conjunción del multimodalismo como fundamento de un ambiente artificialmente inteligente, para analizar luego algunos avances al respecto.

Como sucede con las demás tecnologías tratadas anteriormente, los ambientes artificialmente inteligentes no quedan fuera de del grupo de desarrollos en lo que respecta a las personas con problemas en la visión. Por ejemplo, P. L. Emiliani y C. Stephanidis [86] analizan los beneficios y desafíos que presentan este tipo de ambientes bajo el enfoque de la utilización por diferentes grupos de usuarios con diversas características, necesidades, requerimientos; y hasta incluyendo discapacidades. Adicionalmente resaltan algunas cuestiones de desarrollo que se presentan al proveerle acceso universal a estas tecnologías.

VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

No obstante a que lo que se ha querido exponer en las secciones anteriores es la existencia de distintas tecnologías disponibles que pueden ser empleadas con otros fines; no se

puede pasar por alto el hecho de que todo lo planteado anteriormente confluye en un impacto muy positivo por parte de la usabilidad tecnológica en el camino de la búsqueda de alternativas para ayudar a la problemática de las discapacidades visuales en las personas. Todas las tecnologías mencionadas anteriormente presentan alternativas a las formas de usabilidad comunes con la que se interactúa con dichos dispositivos. Son mecanismos que modifican la interfaz de control de los dispositivos tecnológicos, haciéndolas más usables para las personas con discapacidades visuales.

En este mismo sentido, se concluye en que la combinación de estas distintas tecnologías permite generar herramientas de gran ayuda para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidades visuales. Para dar un ejemplo que englobe gran parte de las distintas tecnologías anteriormente mencionadas, se propone un sistema integrador que mediante el protocolo de comunicación Bluetooth, centralice en un dispositivo de computación portable, las tecnologías de anteojos de realidad aumentada con una cámara digital que tome imágenes del contexto en el que se ubica físicamente una persona, las mismas sean procesadas por un dispositivo móvil inteligente, que a su vez contiene un mecanismo de posicionamiento físico que funcione tanto en exteriores como en interiores. Esto permitiría brindar instrucciones por medio de un auricular también inalámbrico a una persona no vidente, de modo que esta misma pueda ejecutar un recorrido programado (como así también uno no programado), tomando en cuenta además las distintas situaciones imprevistas que podrían llegar a acontecer durante el transcurso del trayecto. Adicionalmente, esto se podría complementar con la tecnología de reconocimiento de voz y de reconocimiento de gestos para que la persona pueda ejecutar comandos, realizar acciones e interactuar con dispositivos asociados a la domótica dentro de un ambiente artificialmente inteligente.

Se proponen dos líneas de continuación de este trabajo. Por un lado se evidencia que existe mucho terreno para trabajar en lo que respecta al último punto, en cuanto a desarrollar sistemas nuevos de integración que exploten todo el potencial de las tecnologías que se presentaron individualmente. En segundo término, resulta interesante pensar que todo este trabajo apunta solamente a una de las posibles discapacidades en los seres humanos; por lo que se propone expandir el desarrollo y la integración de estas tecnologías hacia las demás discapacidades.

VII. REFERENCIAS

- [1] Jakob Nielsen, "Usability 101: Introduction to Usability", <http://www.useit.com/alertbox/20030825.html>
- [2] United Nations, "World Population Prospects, the 2010 Revision", <http://esa.un.org/unpd/wpp/population-pyramids/population-pyramids.htm>
- [3] John M. Carroll, "HUMAN-COMPUTER INTERACTION: Psychology as a Science of Design", <http://jcarroll.ist.psu.edu/files/papers/DesignScience-IJHCS97.pdf>
- [4] Organización Mundial de la Salud, "Nota descriptiva N° 282: Ceguera y discapacidad visual", <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/index.html>
- [5] Organización Mundial de la Salud, "Datos y cifras: Ceguera y discapacidad visual",

- http://www.who.int/features/factfiles/blindness/blindness_facts/es/index.html
- [6] Organización Mundial de la Salud, "International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision (ICD-10) Version for 2010", <http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2010/en#/H53-H54>
- [7] IEEE, "Standards Dictionary: accessibility", http://ieeexplore.ieee.org/xpls/dictionary.jsp?stdDict=match_keyword&def_term=accessibility
- [8] Microsoft, "Accessibility in Windows 8", <http://www.microsoft.com/enable/products/windows8/default.aspx>
- [9] Apple, "Accesibilidad en OS X: Visión", <http://www.apple.com/es/accessibility/macosex/vision.html>
- [10] Garmin, "What is GPS?", <http://www8.garmin.com/aboutGPS/>
- [11] Official U.S. Government information about the Global Positioning System (GPS) and related topics, "What is GPS?", <http://www.gps.gov/systems/gps/>
- [12] Wi-Fi Alliance, "2011 Annual Report", http://www.wi-fi.org/register.php?file=20120228_WFA2011_AR_PUBLIC.pdf
- [13] Intel, "Wireless LAN as the Primary Network", <http://www.intel.com/it/pdf/wireless-lan-as-the-primary-network.pdf>
- [14] Brian P. Crow, Indra Widjaja, Jeong Geun Kim, Prescott T. Sakai, "IEEE 802.11 wireless local area networks", http://bwrc.eecs.berkeley.edu/research/receiver_algorithms/papers/standards/crow.pdf
- [15] Mohamed Maher Atia, Michael Korenberg, Aboelmagd Noureldin, "A Consistent Zero-Configuration GPS-Like Indoor Positioning System Based on Signal Strength in IEEE 802.11 Networks", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6236849>
- [16] Paramvir Bahl, Venkata N. Padmanabhan, "RADAR: An in-Building RF-Based User Location and Tracking System", http://delab.csd.auth.gr/~dimitris/courses/mpc_fall05/presentation_papers/IEEE_INFOCOM_00_Radar_in_building.pdf
- [17] Jeffrey Hightower, Gaetano Borriello, "A Survey and Taxonomy of Location Systems for Ubiquitous Computing", <http://www.cs.rutgers.edu/~rmartin/teaching/fall03/local/readings/hightower2001survey.pdf>
- [18] Yubin Xu, Mu Zhou, Lin Ma, "WiFi indoor location determination via ANFIS with PCA methods", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5360877>
- [19] Shih-Hau Fang, Tsung-Nan Lin, Kun-Chou Lee, "A Novel Algorithm for Multipath Fingerprinting in Indoor WLAN Environments", http://inrg.csie.ntu.edu.tw/web2008/paper/2009_fall/_A%20Novel%20Algorithm%20for%20Multipath%20Fingerprinting%20in%20Indoor%20WLAN%20Environments.pdf
- [20] S. Tekinay, "Wireless Geolocation Systems and Services", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=667408>
- [21] Cynthia Patterson, Richard Muntz, Cheri. Pancake, "Challenges in location-aware computing", <http://web.engr.oregonstate.edu/~pancake/papers/loc.aware.computing.pdf>
- [22] Sheng-Cheng Yeh, Wu-Hsiao Hsu, Ming-Yang Su, Ching-Hui Chen, Ko-Hung Liu, "A Study on Outdoor Positioning Technology Using GPS and WiFi Networks", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4919345>
- [23] Teresa Garcia-Valverde, Alberto Garcia-Sola, Antonio Gomez-Skarmeta, Juan A. Botia, Hani Hagraas, James Dooley, Victor Callaghan, "An Adaptive Learning Fuzzy Logic System for Indoor Localisation using Wi-Fi in Ambient Intelligent Environments", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6250769>
- [24] Paul Castro, Patrick Chiu, Ted Kremenek, Richard Muntz, "A Probabilistic Room Location Service for Wireless Networked Environments", <http://www.fxpal.com/people/chiu/cckm-UBICOMP01.pdf>
- [25] G. Zaruba, M. Huber, F. Kamangar, I. Chlamtac, "Indoor location tracking using RSSI readings from a single Wi-Fi access point", <http://otm.technologypublisher.com/files/sites/06-05-reference-p221-zaruba.pdf>

- [26] Hüseyin Akcan, Vassil Kriakov, Hervé Brönnimann, Alex Delis, "GPS Free Node Localization in Mobile Wireless Sensor Networks", <http://www.cise.ufl.edu/~helmy/cis6930-09/loc-paper2.pdf>
- [27] Andrew M. Ladd, Kostas E. Bekris, Algis Rudys, Guillaume Marceau, Lydia E. Kavradi, Dan S. Wallach, "Robotics-Based Location Sensing using Wireless Ethernet", http://www.ece.rice.edu/~ag4934/localization/pmwiki-2.1.27/uploads/Main/kavradi_mobicom02.pdf
- [28] Vinay Seshadri, "A Bayesian Sampling Approach to In-Door Localization of Wireless Devices Using Received Signal Strength Indication", <http://cse.uta.edu/research/Publications/Downloads/CSE-2003-35.pdf>
- [29] Teemu Roos, Petri Myllymäki, Henry Tirri, Pauli Misikangas, Juha Sievänen, "A Probabilistic Approach to WLAN User Location Estimation", <http://www.cs.helsinki.fi/u/ttonteri/pub/ijwin02.pdf>
- [30] Moustafa A. Youssef, Ashok Agrawala, A. Udaya Shankar, Sam H. Noh, "A Probabilistic Clustering-Based Indoor Location Determination System", http://wrc.ejust.edu.eg/papers/locdet_tr.pdf
- [31] Bluetooth Special Interest Group, "Bluetooth Wireless Technology", http://www.bluetooth.org/About/bluetooth_sig.htm
- [32] A.K.M. Mahtab Hossain, Hien Nguyen Van, Yunye Jin, Wee-Seng Soh, "Indoor Localization using Multiple Wireless Technologies", <http://www.ece.nus.edu.sg/stfpage/elesohws/mass07.pdf>
- [33] Mussa Bshara, Umut Orguner, Fredrik Gustafsson, Leo Van Biesen, "Fingerprinting Localization in Wireless Networks Based on Received-Signal-Strength Measurements: A Case Study on WiMAX Networks", http://www.ir.vub.ac.be/elec/Papers%20on%20web/Papers/Mussa/IEEE_TV_T_Fingerprinting_paper.pdf
- [34] IEEE Standard for Information technology, "Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks--Specific requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6178212>
- [35] D.D. Clark, K.T. Pogran, D.P. Reed, "An introduction to local area networks", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1455421>
- [36] IEEE Standards Dictionary, "Metropolitan Area Network (MAN)", http://ieeexplore.ieee.org/xpls/dictionary.jsp?stdDict=browse_keyword&pageNumber=1&def_term=Metropolitan+Area+Network&def_id=&stdDictionary_tarid=&stdDictionary_tarn=null&stdDictionary_scn=Aerospace+Electronics&nav=
- [37] IEEE Standards Dictionary, "Wide Area Network (WAN)", http://ieeexplore.ieee.org/xpls/dictionary.jsp?stdDict=browse_keyword&pageNumber=1&def_term=Wide+Area+Network&def_id=&stdDictionary_tarid=&stdDictionary_tarn=null&stdDictionary_scn=Aerospace+Electronics&nav=
- [38] IEEE Standard, "802.15.4e-2012 - IEEE Standard for Local and metropolitan area networks--Part 15.4: Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs) Amendment 1: MAC sublayer", <http://standards.ieee.org/findstds/standard/802.15.4e-2012.html>
- [39] IEEE Standard, "802.16m-2011 - IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Broadband Wireless Access Systems Amendment 3: Advanced Air Interface", <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.16.html>
- [40] Roney Paul, Kaushik V. Shah, "An Objective Comparison of Second Generation Cellular Systems - GSM, IS-136 and IS-95", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=655572>
- [41] Federal Communications Commission, "Revision of the commission's rules to ensure compatibility with enhanced 911 emergency calling systems", http://www.fcc.gov/policy/_publications/filings/documents/e911rando.pdf
- [42] James J. Caffery, Jr., Gordon L. Stüber, "Overview of Radiolocation in CDMA Cellular Systems", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=667411>
- [43] Ding-Bing Lin, Rong-Terng Juang, "Mobile Location Estimation Based on Differences of Signal Attenuations for GSM Systems", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1492697>
- [44] Sung-Shik Woo, Heung-Ryeol You, Tae-Gem Kim, "The Position Location System Using IS-95 CDMA Networks", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=874763>
- [45] Mike Y. Chen, Timothy Sohn, Dmitri Chmelev, Dirk Haehnel, Jeffrey Hightower, Jeff Hughes, Anthony LaMarca, Fred Potter, Ian Smith, Alex Varshavsky, "Practical Metropolitan-Scale Positioning for GSM Phones", http://200.137.197.6/~vagner/courses/mobilecomputing/docs/papers/06-practical_metropolitan_positioning_gsm_phones_ubicomp2006.pdf
- [46] Yilin Zhao, "Mobile Phone Location Determination and Its Impact on Intelligent Transportation Systems", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=869021&tag=1>
- [47] Michela Papandrea, "Multimodal Ubiquitous Localization: a GPS/WiFi/GSM-based lightweight solution", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5282401>
- [48] Andy Ward, Alan Jones, Andy Hopper, "A New Location Technique for the Active Office", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=626982>
- [49] Lingxuan Hu, David Evans, "Localization for Mobile Sensor Networks", <http://home.ustc.edu.cn/~xyyeh/Localization%20for%20Mobile%20Sensor%20Networks.pdf>
- [50] P. Bergamo, G. Mazzini, "Localization In Sensor Networks With Fading And Mobility", <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.11.5370&rep=rep1&type=pdf>
- [51] Nirupama Bulusu, John Heidemann, Deborah Estrin, "GPS-less Low Cost Outdoor Localization For Very Small Devices", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=878533>
- [52] Jay Werb, Colin Lanzl, "Designing a positioning system for finding things and people indoors", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=715187>
- [53] Roy Want, Andy Hopper, Veronica Falcão, Jonathan Gibbons, "The Active Badge Location System", http://www.etc.ipfw.edu/~luo/cpet565/readings/Want92_ActiveBadge.pdf
- [54] S. Capkun, M. Hamdi, J.-P. Hubaux, "GPS-free positioning in mobile ad-hoc networks", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=927202>
- [55] Suman Banerjee, Sulabh Agarwal, Kevin Kamel, Andrzej Kochut, Christopher Kommarreddy, Tamer Nadeem, Pankaj Thakkar, Bao Trinh, Adel Youssef, Moustafa Youssef, Ron Larsen, A. Udaya Shankar, Ashok Agrawala, "Rover Technology: Enabling Scalable Location-Aware Computing", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1039517>
- [56] Nissanka B. Priyantha, Anit Chakraborty, Hari Balakrishnan, "The Cricket Location-Support System", <http://www.eecs.harvard.edu/~mdw/course/cs263/papers/cricket-mobicom00.pdf>
- [57] Ronald T. Azuma, "A Survey of Augmented Reality", <http://web.media.mit.edu/~asetapen/MS%20Proposal/references/azuma1997survey.pdf>
- [58] Mauricio Hincapié, Andrea Caponio, Horacio Rios, Eduardo González Mendivi, "An Introduction to Augmented Reality with Applications in Aeronautical Maintenance", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5970856>
- [59] Dennis Brown, Simon Julier, Yohan Baillot, "An Event-Based Data Distribution Mechanism for Collaborative Mobile Augmented Reality and Virtual Environments", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1191117>
- [60] Michael R. Lyu, Irwin King, T.T. Wong, Edward Yau, P.W. Chan, "ARCADE: Augmented Reality Computing Arena for Digital Entertainment", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1559626>
- [61] William Chang, Qing Tan, "Augmented Reality System Design and Scenario Study for Location-based Adaptive Mobile Learning", <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5692452>
- [62] Christian A.L. Waechter, Daniel Pustka, Gudrun J. Klinker, "Vision based People Tracking for Ubiquitous Augmented Reality

- Applications”,
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5336452>
- [63] Eric W Tatham, “Optical Occlusion and Shadows in a ‘See-through’ Augmented Reality Display”,
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=781548>
- [64] Damien Perritaz, Christophe Salzmann, Denis Gillet, “Quality of Experience for Adaptation in Augmented Reality”,
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5346772>
- [65] Xinyu Li, Dongyi Chen, Shiji Xiahou, “Ubiquitous Augmented Reality System”,
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5362439>
- [66] Yusuke Nakazato, Masayuki Kanbara, Naokazu Yokoya, “Wearable Augmented Reality System Using Invisible Visual Markers and an IR Camera”,
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1550809>
- [67] Amy Boos, Qinyin Qiu, Gerard G. Fluet, Sergei V. Adamovich, “Haptically facilitated bimanual training combined with augmented visual feedback in moderate to severe hemiplegia”,
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6090849>
- [68] F. Javier Toledo, J. Javier Martínez, F. Javier Garrigos, J. Manuel Fernández, “FPGA IMPLEMENTATION OF AN AUGMENTED REALITY APPLICATION FOR VISUALLY IMPAIRED PEOPLE”,
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1515826>
- [69] Flávio Ribeiro, Dinei Florêncio, Philip A. Chou, Zhengyou Zhang, “Auditory Augmented Reality: Object Sonification for the Visually Impaired”,
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6343462>
- [70] Masayuki Hara, Solaiman Shokur, Akio Yamamoto, Toshiro Higuchi, Roger Gassert, Hannes Bleuler, “Virtual Environment to Evaluate Multimodal Feedback Strategies for Augmented Navigation of the Visually Impaired”,
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5627611>
- [71] Ying Wu, Thomas S. Huang, “Vision-Based Gesture Recognition: A Review”,
http://reference.kfupm.edu.sa/content/v/i/vision_based_gesture_recogniti on__a_revi_291732.pdf
- [72] Siddharth S. Rautaray, Anupam Agrawal, “Design of Gesture Recognition System for Dynamic User Interface”,
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6208628>
- [73] Jonathan Alon, Member, Vassilis Athitsos, Quan Yuan, Stan Sclaroff, “A Unified Framework for Gesture Recognition and Spatiotemporal Gesture Segmentation”,
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4589214>
- [74] Zhou Ren, Jingjing Meng, Junsong Yuan, “Depth Camera Based Hand Gesture Recognition and its Applications in Human-Computer-Interaction”,
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6173545>
- [75] Youwen Wang, Cheng Yang, Xiaoyu Wu, Shengmiao Xu, Hui Li, “Kinect Based Dynamic Hand Gesture Recognition Algorithm Research”,
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6305680&tag=1>
- [76] Carlos Alberola, Francisco Juan, Juan Ruiz, Rafael Socas, “HUMAN HAND POSTURES AND GESTURES RECOGNITION: TOWARDS A HUMAN-GESTURE COMMUNICATION INTERFACE”,
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=819583>
- [77] Markus Modzelewski, Esteban Bayro Kaiser, “Hand gesture recognition interface for visually impaired and blind people”,
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6211097>
- [78] Thad Starner, Steve Mann, Bradley Rhodes, Jeremy Levine, Jennifer Healey, Dana Kirsch, Roz Picard, Alex Pentland, “Augmented Reality Through Wearable Computing”,
<http://www.cc.gatech.edu/fac/Thad.Starner/p/journal/augmented-reality-through-wearable-computing.pdf>
- [79] Jeff Wilson, Bruce N. Walker, Jeffrey Lindsay, Craig Cambias, Frank Dellaert, “SWAN: System for Wearable Audio Navigation”,
<http://sonify.psych.gatech.edu/~walker/publications/pdfs/2007iswc-wilson-et-al-submitted.pdf>
- [80] Abdelsalam (Sumi) Helal, Steven Edwin Moore, Balaji Ramachandran, “Drishti: An Integrated Navigation System for Visually Impaired and Disabled”,
<http://www.cs.umd.edu/class/fall2006/cmcs828s/PAPERS.dir/wearableConf-1.pdf>
- [81] Jan Kleindienst, Tomáš Macek, Ladislav Serédi, Jan Šedivý, “Vision-Enhanced Multi-Modal Interactions in Domestic Environments”,
http://ui4all.ics.forth.gr/workshop2004/files/ui4all_proceedings/adjunct/interactive_applications/103.pdf
- [82] Fausto J. Sainz Salces, David England, Paul Vickers, “HOUSEHOLD APPLIANCES CONTROL DEVICE FOR THE ELDERLY”,
<http://dev.icad.org/Proceedings/2003/SainzSalcesEngland2003.pdf>
- [83] Carlos Ramos, Juan Carlos Augusto, Daniel Shapiro, “Ambient Intelligence—the Next Step for Artificial Intelligence”,
http://gecad.isep.ipp.pt/GECAD/Files/Publications/Publications/P_187/introduction_AmI.pdf
- [84] Hani Hagras, Victor Callaghan, Martin Colley, Graham Clarke, Anthony Pounds-Cornish, Hakan Duman, “Creating an Ambient-Intelligence Environment Using Embedded Agents”,
<http://www3.di.uminho.pt/~pjm/2006-07/MIEBSI/Aulas/Aml/01363729.pdf>
- [85] Kai Richter, Michael Hellenschmidt, “Interacting with the Ambience: Multimodal Interaction and Ambient Intelligence”,
<http://www.w3.org/2004/02/mmi-workshop/richter.pdf>
- [86] P. L. Emiliani, C. Stephanidis, “Universal access to ambient intelligence environments: Opportunities and challenges for people with disabilities”,
http://www.csd.uoc.gr/~hy564/files/bibliography/1-jp_1.pdf

VIII. BIOGRAFÍA



Gastón Bruno nació en Buenos Aires, Argentina, el 01 de enero de 1984. A sus 15 años decidió estudiar y trabajar en SIEMENS, donde obtuvo sus títulos de Bachiller en Bienes y Servicios y de Técnico Electrónico en Telecomunicaciones. Se graduó luego de Licenciado en Informática y actualmente está finalizando una Maestría e IT en la Universidad de Palermo. Su experiencia docente inicia en 2005 en la Facultad de Ingeniería de esta misma Universidad. Se ha especializado en el ámbito de infraestructura IT, para desempeñarse profesionalmente en la actualidad como arquitecto regional de soluciones IT en Hewlett-Packard y como Chief Information Officer en General Plastic Corp. S. A.