

CASCO CON SENSORES DE PROXIMIDAD PARA INVIDENTES

Clave de registro: CIN2016A20075 Área de conocimiento: Ciencias fisicomatemáticas y de las ingenierías.

Disciplina: Mecatrónica, Robótica

Tipo: Investigación experimental

Asesores: Víctor García Valdovino & Edgar Quintana Rodríguez

Fragoso Martínez Diego, Lui Angie, Medleg Hoyo Marcia, Rivera Hid Jorge Antonio, Santillán Uribe Ernesto

ESCUELA TOMÁS ALVA EDISON Ciudad de México, Febrero 16 del 2016

Resumen

El casco con sensores de proximidad para invidentes es un proyecto pensado especialmente para apoyar a las personas con discapacidad visual. Este dispositivo se construyó a partir de materiales de calidad pero de bajo costo. Desde su inicio nuestro objetivo fue crear una herramienta útil de uso cotidiano para aquellas personas con pérdida total o parcial de la visión, sin tener que invertir fuertes cantidades monetarias. La parte central del diseño se desarrolló mediante sensores de distancia y sonido, estos están conectados a una bocina que genera un sonido de frecuencia aguda señalando la proximidad de un objeto. Actualmente, existen otros dispositivos sensoriales en forma de bastón y lentes diseñados para transitar en las calles y poder detectar obstáculos, sin embargo, hay obstrucciones que resultan imposibles de detectar con estos dispositivos, pero nuestra propuesta ofrece valor agregado, al colocar una bocina que emite un sonido agudo de alerta, siendo una señal útil para el portador, pero también representa un foco de atención para todos aquellos que se encuentren en un diámetro aproximado de cinco metros, generando una expectativa de ayuda, apoyo, empatía y coexistencia entre el usuario y las demás personas.

Nuestro objetivo es que nuestro dispositivo auxilie a las personas carentes de visión y se convierta en una herramienta útil y cotidiana, que sea fácil de usar y que a su vez se vuelva un gadget indispensable, supliendo necesidades primarias de sus usuarios, al alertarlos de cualquier obstáculo físico que ponga en riesgo su integridad, haciéndoles una rutina más segura.

Abstract

The helmet with proximity sensors is a project specially thought for help persons with a visual disability. For the construction of this gadget we used quality and low price materials. Since the beginning of the project our objective was to create a helpful and daily use hardware for people with partial or total loose of their eyesight without spending big amounts of money. The central part of the design was to develop with the help of proximity sensors. This sensors are connected to a speaker that generates an acute frequency sound preventing the proximity of an object with this warning. Now a days in the market

exists other gadgets like canes or glasses designed for walking in the street and detect obstacles.

But in the streets there exists some objects that result impossible to detect with this devices because they are even higher. Our project offers a value added. We chose to add a little speaker that transmits an acute sound, this will help the user and the people that is in an approximate diameter of five meters. This will provoke a state of help, empathy and coexisting in the people around the user.

Our objective is that the software helps to the people that do not have the sense of vision. And this will be helpful, easy, indispensable and daily use gadget. This hardware will supply the mainly needs of the user, warning of every physic obstacle that can attempt in the integrity of the blind people, doing their routines.

Introducción

Para poder ubicarnos en la experiencia de las personas con discapacidad visual, hagamos el siguiente ejercicio: Cierra los ojos, que todo se torne oscuro. Imagínate que vas a estar así durante el resto de tu vida, pero para este ejercicio digamos que sólo será por unas hora; además debes seguir el curso normal de tu vida cotidiana por lo que tienes que salir de tu casa, y al estar en completa oscuridad valerte con los 4 sentidos restantes (oído, tacto, olfato y gusto); las cosas comienzan a complicarse pues no sabes en qué momento puedes cruzar la acera, si hay una coladera abierta, un escalón, un charco, una persona enfrente, un obstáculo, una rampa, o peor aún no sabes que tan próximo a ti esté el automóvil que escuchas, si es que emite algún sonido pues la tecnología ahora hace automóviles silenciosos, no sabes en qué dirección se mueve, qué tan rápido va, si te está viendo cruzar la calle, hacia dónde puedes correr y no puedes confiar tu vida en las manos del conductor...No sabes cuál es el nombre de la calle de la izquierda o a la derecha, para nosotros con lo descrito hasta ahora tenemos un conflicto, ansiedad, inseguridad e impotencia, sabemos que nosotros no estamos educados para movernos con alguna discapacidad en una ciudad.

Esta desesperación y falta de accesos e infraestructura urbana es a la que se enfrentan millones de personas en el mundo moderno, a las que hemos segregado, que sufren discriminación en el ambiente laboral, social, y personal, estos son unos de los pocos problemas que se puede llegar a encontrar un invidente en el transcurso de toda su vida.

En la historia de la humanidad ha habido un importante número de personas con diferentes discapacidades, en este proyecto nos vamos a enfocar al grupo de los invidentes de México. Estas grandiosas personas han tenido que aprender a moverse por sus casas, plazas, medios de transporte, parques, centros comerciales y también aprender a adquirir nuevos conocimientos de manera no tradicional como sería el de leer de una manera no gráfica sino táctil, entre otros. En México es poco común encontrar empatía y apoyo a los discapacitados. Por ejemplo, en la Colonia Del Valle, donde se ubica nuestra escuela, apenas hace poco menos de un año habilitaron las banquetas para que terminaran con rampa. En Europa, en países como Suiza, Italia, Alemania, Holanda, entre otros, la mayoría de las calles tienen bordes de líneas y puntos para que

los invidentes sepan que se encuentran próximos al límite de la banqueta, y los semáforos emiten sonidos con los que se anuncia la duración de la posibilidad de cruzar la avenida. Este tipo de infraestructura no se ha adoptado en México y excluye a sus ciudadanos invidentes, pero también limita el acceso a turistas extranjeros con capacidades diferentes. Insistimos en que este trabajo no solamente busca brindar una herramienta a los invidentes sino concientizar a los jóvenes para promovamos una cultura incluyente y amigable con todos las diferencias que caracterizan a los individuos.

Pero hablemos un poco de historia. Durante la Segunda Guerra Mundial, el doctor Richard Hoover fue una persona que se dio cuenta de que los bastones para los invidentes eran demasiado cortos, pesados y no eran tan eficientes para la hora de evadir obstáculos. Él fue el creador de los bastones que hoy en día llevan su nombre, que han ayudado a los invidentes a tener una vida un poco más segura y una manera más eficiente de trasladarse de un lugar a otro. Es común que los invidentes se desplacen con la ayuda de una persona, un perro o una vara, gracias al descubrimiento del doctor en la actualidad se ha mejorado su prototipo que consistía en el “Bastón blanco”, también conocido como “Hoover”. Este útil artefacto está fabricado por tubos de aluminio hueco recubierto con material plástico, en la parte inferior tiene una puntera metálica cambiabile y en la parte superior una empuñadura de goma. Estas pueden ser plegables o rígidas. La plegable no es muy recomendable ya que se llega a desgastar con más rapidez y no predice bien las transmisiones táctiles a diferencia del rígido. Es recomendable que la medida del bastón llegue hasta el usuario hasta la apófisis xifoides del esternón. Es importante que la persona con la discapacidad respete este rango porque si no puede ser que el artefacto no le ayude a detectar los obstáculos correctamente o que adquiera una mala postura y adquiera un problema físico. (Mora, F., 2015).

Éste bastón tiene dos diferentes técnicas de uso para asegurarse de que el usuario lo utilice de manera correcta, estas técnicas están divididas en diferentes ramas. Una de ellas es la técnica diagonal y la otra es la rítmica. Principalmente la técnica diagonal es usada por los invidentes en interiores desconocidos. El bastón se coloca de manera diagonal, esta posición sirve como parachoques. No obstante la técnica rítmica es la que funciona para desplazarse de forma segura e independiente en el exterior. En éste caso

el bastón se coloca enfrente de la persona para localizar obstáculos y deformidades de la superficie en dónde camina. Para esta técnica es necesario tomar en cuenta la toma correcta del bastón, la posición del brazo, el movimiento de la muñeca, el arco que es la distancia del bastón del cuerpo y el ritmo al caminar. (Mora, F., 2015).

En la actualidad ya se han creado nuevos prototipos basados en el de Hoover, pero ahora estos llevan integrado un sensor para detectar obstáculos, de esta manera va a ser más satisfactoria la vida de una persona invidente. Gracias a la tecnología hemos podido resolver una “diferencia” más de las personas invidentes ya que con los sensores que van incluidos en los bastones les hacen llegar con anticipación la información de que cerca de ellos hay un obstáculo. (Barsa, R., 2015)

Con la aplicación de nuestro casco combinado con este nuevo bastón, buscamos aumentar de forma positiva la interacción del usuario con el medio en que se desarrollen sus actividades cotidianas, no buscamos remplazar las tecnologías existentes a fin de aumentar la seguridad del usuario complementándolas.

Nuestro dispositivo está orientado a avisar de riesgos que se encuentren a 360° por encima de la cintura, esto será muy efectivo para prevenir golpes en la cabeza, o para la detección de barandales elevados que se encuentren fuera del alcance efectivo del bastón.

Planteamiento del problema

De acuerdo con los datos arrojados en agosto de 2014, según un estudio realizado por la OMS aproximadamente 285 millones de personas a nivel mundial tienen discapacidad visual, 39 millones de estas son ciegas y 246 millones presentan baja visión. (Organización Mundial de la Salud, 2014)

Respecto de los 285 millones de personas con discapacidad visual, señalada anteriormente, el 90% de ellas están en países donde los ingresos son bajos y en consecuencia las personas no acceden oportunamente a la corrección de errores de refracción (miopía, hipermetropía, astigmatismo y presbicia) ya que el acceso a médicos especializados, tratamientos oculares, e incluso acceder a anteojos suelen ser considerados como necesidades accesorias y poco prioritarias, siendo la falta de

atención oportuna uno de los rubros más importantes a nivel mundial de discapacidad visual, finalmente hay que destacar que una de las causas principales de ceguera en estos países de ingresos medios a bajos, son las cataratas. (Organización Mundial de la Salud, 2014)

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) al año 2010, la segunda discapacidad en México es la visual, el 43.24% de la población (alrededor de 48 millones de personas) requieren de servicios de cuidado de salud visual y alrededor de 1.4 millones de menores de 15 años sufren de ceguera irreversible. (AMFECCO, 2010)

Aunque en el mundo las personas con discapacidad visual son muchos, actualmente podríamos afirmar que nuestro entorno social, cultural y político está diseñado para ser apreciado con la vista, ya que aproximadamente un 80% de la información y estímulos se diseñan para la vista, por lo que un 95% de las personas afirman que la visión es el sentido más valioso que poseen. (AMFECCO, 2010) Esto consideramos para muchas de esas personas con discapacidad puede generar un sentido de exclusión, por lo que en el ánimo de ser incluyentes consideramos que podemos contribuir a que accedan y disfruten con mayor seguridad de este mundo excluyente con la creación de un casco con sensores de proximidad para invidentes.

Hipótesis

La utilización del casco con sensores de proximidad para invidentes con apoyo del bastón Hoover aportará mayor seguridad y movilidad a las personas con discapacidad visual en México, ya que tendrán una visión sensorial de 360° con la cual anticiparán obstáculos que pongan en riesgo su integridad, podrán atravesar avenidas sin depender de otras personas, y les dará una vida más independiente y confiable.

Justificación

Este proyecto está orientado a ayudar a las personas débiles visuales o ciegas; para que con el uso de este *casco con sensores de proximidad para invidentes*, complementándolo con el bastón de ceguera, les demos una herramienta más para que les emita una alerta indicando la proximidad de obstáculos a fin de que anticipen su reacción en el desarrollo

de su rutina. Este gadget busca auxiliar, facilitar a que las personas con discapacidad visual lleven a cabo sus actividades con mayor seguridad y confianza.

Como nuestro objetivo es ayudar al mayor número de personas con esta discapacidad visual, queremos que nuestro proyecto sea lo más económico y amigable para el usuario. Por ello será un gadget simple que se limite únicamente a emitir alertas en rango de 360° con distancia de 5m¹.

Los tratamientos médicos son muy caros y no todas las personas pueden acceder a ellos. Por este motivo buscaremos desarrollar nuestro gadget con los mejores materiales pero con un precio accesible al consumidor. Reiteramos que para nosotros es importante ayudar y se considera que mediante el uso de este casco con sensores de proximidad para invidentes podemos incluso ayudar a que los usuarios tengan acceso a mejores oportunidades de empleo desarrollándose en sus actividades laborales con mayor habilidad y destreza, ya que los ubicará espacialmente dentro de su entorno.

Debemos siempre buscar ayudar a todas las personas que no han sido tan afortunadas y no darles la espalda. Por ello buscaremos minimizar sus deficiencias visuales y darles nuevas herramientas que sean accesibles y las puedan emplear en sus actividades diarias. Asimismo debemos generar conciencia entre la demás población, y los gobernantes para crear instalaciones más adecuadas y que todas las personas con capacidades diferentes se sientan en un ambiente incluyente dentro de una sociedad plural. A fin de disminuir o aminorar la brecha de la discriminación tanto en el acceso al empleo como en las instalaciones urbanas.

Objetivos generales y específicos

El diseño de un prototipo de apoyo visual que impacte al mayor número de personas con discapacidad visual, a través de un gadget simple de recarga constante que se limita a señales de proximidad.

Crear un prototipo de emisión de señales/alertas de proximidad para personas invidentes o débiles visuales amigable, económico y de fácil acceso.

¹ El desarrollo de la investigación determinara el rango de distancia de los sensores.

Fundamentación Teórica

Durante la historia de los invidentes se han creado dispositivos para facilitar su movimiento en un medio, ya sea su casa, la calle, sistemas de transporte, etc. Uno de los más conocidos son el bastón blanco o el perro guía. Pero los que muy pocos conocen es el casco para invidentes o gafas, estos grandiosos artefactos lo han desarrollado varias personas en diferentes proyectos, cada uno de estos prototipos tienen diferentes objetivos o casi los mismos, pero cada uno tiene algo especial.

Un gran ejemplo es el de las gafas inteligentes para invidentes, este fue creado por Stephen Hicks. Su objetivo es que estas gafas por medio de un sistema de cámaras y un software, para que con éste las personas con discapacidad visual pudieran evitar objetos próximos y a la vez que los pudieran reconocer. Hicks desarrolló éste prototipo en la Universidad de Oxford. La gran ventaja de este artefacto es que es muy práctico y no ocupa demasiado espacio. Sin embargo no hay gente que quiera colaborar en el desarrollo de éste artefacto. (Javier, 2015)

Uno de los artefactos también creados para las personas invidentes fue un casco, este invento lo creó un grupo de estudiantes en Ingeniería en Sistemas Computacionales del ITESO. A este casco lo que le añadieron fue un servidor para que le pudiera mencionar algunas instituciones al usuario. También le agregaron una lógica difusa, de esta manera le ayudarán más al invidente a elegir caminos más seguros y le daría indicaciones por medio de unos audífonos diciéndole hacia dónde virar, si hay que subir o bajar algún escalón o escaleras. Para detectar los objetos cercanos están pensando en utilizar el Kinect de Microsoft colocándolo a la altura del pecho para así enviar la instrucción a los audífonos y así la persona evitará cualquier percance. La gran mejora del aparato es que tiene la tecnología de la lógica difusa, pero una gran contra es el de la cámara del Kinect, ya que podría llegar a ser molesta para el usuario. (Universia, 2011)

"Lentes inteligentes para invidentes"

Este proyecto que fue desarrollado en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación propone unas gafas inteligentes que logran detectar objetos cercanos

por medio de ultrasonidos. También logran detectar y diferenciar billetes de distintas denominaciones al igual que el color de ropa.

Estas gafas funcionan con el apoyo de una Tablet, GPS y algoritmos integrados que proponen ser más avanzados que los Google glass. Esta idea surge de una tesis de doctorado propuesta en el Unidad Guadalajara sobre el uso de visión estereoscópica.

Estos lentes nos muestran una serie de características que pueden ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas con pérdida total o parcial de la vista. Brindando mayor independencia al paciente. Con la ayuda de ultrasonidos que logran eliminar los obstáculos en movimiento. Pero también nos muestra una serie de requerimientos que podrían dificultar la finalidad de los lentes.

Comenzando por el uso de una Tablet, que a pesar de ser controlada por comando de voz, se podría convertir en un posible obstáculo ya que como es bien sabido este tipo de dispositivos llegan a tener fallas que perjudican el uso correcto de este hardware. Y la persona con problemas visuales podría tener dificultades con su uso y practicidad. Otro problema es que la batería solo llega a durar 4 horas de uso continuo.

Otra desventaja es que este dispositivo se dirige más a personas que cuentan con un cierto grado de visión parcial. Ya que mucho de la descripción del hardware nos habla de distintas funciones que sin una visión parcial no se podría lograr.

Por último, el precio es de rango elevado oscilado entre los 14,500 y 21,800 pesos. Esto provoca una poca accesibilidad para los compradores.

En general este hardware es muy bueno y muestra unas características que logran satisfacer distintas necesidades de las personas con ceguera. Lo que se podría mejorar es eliminar el uso de la Tablet y la prolongación de la batería ya que la batería se agota en tan solo 4 de las 12 horas que una persona se mantiene activa en promedio. (Redacción Quo, 2015)

"Ray dispositivo"

Rayo es un dispositivo de orientación con ultrasonido. Este pequeño aparato emite señales táctiles y o auditivas. Pero este hardware sirve como como complemento del

bastón convencional. Emite señales de ultrasonido parecidas a la de la linterna y permite detectar obstáculos. Muestra un diseño ligero de 60 g., funciona con baterías AAA y logra reconocer obstáculos hasta una distancia de 2.85 m. Y le emite una señal auditiva o de vibración al usuario.

Este hardware logra cumplir con muchas características necesarias, pero su gran sencillez aumenta los riesgos y accidentes para el usuario. Y como este hardware sirve como complemento resulta imposible su uso unitario. Las únicas mejoras podrían ser dirigidas hacia el diseño. (CareTec, s.f.)

"Retriever"

Este proyecto muestra la creación de unos lentes que buscan sustituir el bastón convencional que utilizan las personas invidentes. El diseño es muy convencional ya que se asimila a los lentes comunes de Sol. Cuenta con baterías a los costados. Busca que el usuario no se sienta invadido por el aparato y pueda continuar utilizando el sentido más importante que es el oído. Algo que lo diferencia de los demás es que cuenta con un botón de emergencia que transmite una señal para recibir auxilio en ese momento. Este aparato fue diseñado al principio únicamente para pacientes con ceguera total. Pero surgió una variante para personas con ceguera parcial. (S.J, 2014)

Este aparato muestra muchas fortalezas aunque no nos habla sobre la durabilidad de la batería y la distancia a la que reconoce los objetos. (S.J, 2014)

En la Universidad de Miguel Hernández (UMH) de Elche han desarrollado un prototipo de bastón inteligente que detecta obstáculos que están por arriba de la cintura, lo cual es de mucha utilidad para las personas invidentes, ya que les ayuda a cuidar su integridad física, ese prototipo se logró llevar a cabo gracias a la colaboración de invidentes. El concepto de éste prototipo es el de evitar además de obstáculos que se encuentran en el suelo también los que se encuentran por arriba de la cintura, evadiendo así el mayor número de obstrucciones. Igual que en los casos mencionados anteriormente, el bastón cuenta con unos sensores que detectan objetos cercanos, para avisar sobre la aproximación de algún objeto, el bastón tiene una pulsera que vibra para mantenerte consciente de tu aproximación con el objeto, otra gran ventaja de este prototipo es que

solo pesa 130 gramos y se ajusta al individuo dependiendo de sus necesidades. Este prototipo fue realizado gracias a los investigadores de Neuroingeniería Biomédica de la UMH. (E FE: FUTURO, 2013)

Metodología de la investigación

El proyecto consta de cinco fases.

Fase 1. Investigación bibliográfica.

En esta etapa se recopiló y analizó información sobre sensores, cascos y sobre todo una de las necesidades de estas personas ya que la información de este tema es muy importante para generar un sustento para el proyecto.

Fase 2. Formalizar el documento.

En esta etapa se analizó y descarto información poco valiosa que al principio pensamos que podía ser de utilidad pero al seguir investigando logramos reducir la información y con esto acotar el tema para poder continuar con una investigación más profunda y detallada.

Fase 3. Conocimiento de personas invidentes y entrevistas

Se realizaron encuestas a personas invidentes para conocer su discapacidad desde su punto de vista ya que en este tema no existe mejor opinión al respecto que la de una persona que vive con esta dificultad para estar informados de mejoras, actualizaciones de nuestro dispositivo para mejorar su seguridad; también queremos conocer su opinión acerca de las diferencias que marcaría este dispositivo sobre el uso conjunto del bastón.

Fase 4. Diseño y Construcción del prototipo

Primero identificamos los materiales que necesitábamos para llevar a cabo el diseñamos del casco, después de obtener los materiales, una vez con los materiales planeamos el casco, cableamos todos los componentes para después poder soldarlos una vez que los fijamos provisionalmente al casco.

Fase 5. Fase experimental

En esta fase estuvimos experimentando con nuestro prototipo para poder ajustar y mejorarlo para que sea capaz de detectar todos los obstáculos en el lugar para que cumpla completamente con su función.

Resultados obtenidos

Al terminar el diseño y armado del prototipo del casco realizamos pruebas con este. Comenzamos realizando pruebas con nosotros, con los ojos vendados y dirigiéndonos directo hacia algún obstáculos que se encontrara por encima de nuestra cadera para probar que el casco nos diera una señal de alerta. Las siguientes pruebas se realizaron con una gran diversidad de objetos algunos anchos, largos, angostos y con esto logramos observar que tenía problemas para detectar algunos objetos que no estuvieran en su campo de visión y encontramos varios puntos ciegos por lo que tuvimos que arreglar la posición del sensor hicimos otra prueba para ver si la detección era mejor que antes por lo que en las siguientes pruebas logramos hacer más responsivo el sensor, cuando logramos hacer esto posteriormente lo probamos otra vez aproximándonos al obstáculo sin para ver si la detección había mejorado después de varios intentos logramos conseguir un punto donde la localización era muy precisa con muy poco margen de error después siguiendo un especie de circuito con los ojos cerrados y vendados para poder experimentar de lleno el casco y para ver si la navegación era posible y lográbamos sentirnos capaces de evitar el mayor número de obstáculos, después de realizar varias pruebas encontramos que no estaba completamente calibrado por lo que en movimientos bruscos parecía no detectar correctamente pero para tener una detección completa de todos los obstáculos en la habitación, después de estar experimentando para afinar detalles en el casco logramos una muy buena detección de obstáculos en el cuarto en que estábamos probando.

Conclusiones

Aunque logramos obtener muy buenos resultados con este casco, aún necesita más desarrollo para que esta idea con un gran potencial necesita estar completamente listo para que podamos garantizar su correcto funcionamiento en cualquier circunstancia

cotidiana en la vida de una persona débil visual o invidente, para poder certificar su seguridad en todo momento cuando el casco esté en uso en esta gran ciudad y cause accidentes.

Referencias libros

- Martínez, A. (2012). *Bastón blanco para prevenir obstáculos*. Instituto politécnico nacional.
- Barsa, R. (08/09/2015). *Introducción y conceptos básicos de la instrumentación biomédica*. Universidad de Alcalá.
- García, C. (2012). *Guía de atención educativa para estudiantes con discapacidades visuales*. México: Instituto de educación de Aguascalientes.
- Eaton Corporation C.S.F. *Sensores: Interruptores limitadores, proximidad y fotoeléctricas*. Cúter-Hammer.
- Mora, F. (2015). *Las personas ciegas y el uso del bastón*.

Referencias de revistas

- Luna, M. (7 de septiembre del 2015). *Tecnología y discapacidades; Una Mirada pedagógica*, vol. (14).
- Gismondi, G. (2010) *Ingeniería biomédica. Artículos Originales*, vol. (24)
- Escudero, S, JC. (2, julio-diciembre, 2011). *Discapacidad visual y ceguera en el adulto: Revisión de tema. Artículo de Revisión*, vol. (30), pp. 170-180.
- Anónimo. (2015). *El futuro del bastón blanco: tecnología inteligente por y para ciegos*. El diario.es.

Referencias de sitios web

AMFECCO. (2010). Estadísticas de problemas visuales en México. Obtenido de AMFECCO.org: http://www.amfecco.org/article_estadisticas.php

CareTec. (s.f.). *CareTec*. Recuperado el 23 de 11 de 2015, de <http://www.caretec.at/Movilidad.479.0.html?&cHash=a82f48fd87&detail=3131>

B, Javier,. (15 de 04 de 2015). *OpenMind*. Obtenido de <https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia-para-invidentes-mas-alla-del-braille/>

Organización Mundial de la Salud. (Agosto de 2014). Organización Mundial de la Salud. Obtenido de Ceguera y discapacidad visual: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>

Redacción Quo. (31 de Enero de 2015). Quo. Obtenido de <http://quo.mx/noticias/2015/01/31/lentes-inteligentes-para-invidentes>

S.J. (08 de Enero de 2014). *Retriever, las gafas inteligentes que se convierten en el perro guía para ciegos.* Obtenido de ABC Tecnología: <http://www.abc.es/tecnologia/informatica-hardware/20131129/abci-gafas-retriever-ciegos-201311281415.html>

Universia. (13 de 10 de 2011). Universia. Obtenido de <http://noticias.universia.net.mx/ciencia-nt/noticia/2011/10/13/877831/estudiantes-sistemas-desarrollan-casco-invidentes.html>

E FE: FUTURO. (02 de 07 de 2013). *E FE: FUTURO.* Obtenido de Científicos españoles diseñan un bastón inteligente para invidentes: <http://www.efefuturo.com/noticia/cientificos-espanoles-disenan-un-baston-inteligente-para-invidentes/>