

Dispositivo de ecolocalización para personas con limitaciones visuales.

SECTOR TECNOLÓGICO

La presente invención pertenece al campo de los dispositivos o métodos que permiten a los pacientes oculares reemplazar la percepción visual directa por otro tipo de percepción, particularmente se refiere a un dispositivo de ecolocalización para personas con limitaciones visuales que permite orientarse en su entorno con seguridad y ergonomía; conformado por una carcasa de dos partes con circuitos electrónicos, una fuente de alimentación, microcontrolador embebido, botones de interface, mecanismo zumbador, medidor de batería, módulo de ultrasonido, potencia de vibrador, transductores, sensores y baterías extraíbles.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Se conocen de la invención dispositivo de ecolocalización para personas con limitaciones visuales enfocados a ir fijos en un lugar del cuerpo, por ejemplo son accesorios que se fijan a los bastones, que se usan en gorras, gafas o que se amarran a brazos y piernas, pero no se evidencian dispositivos libres que permitan apuntarse hacia cualquier lugar sin importar si es arriba, abajo, al frente o atrás como lo propone la solución de la nueva invención, que presenta un salto técnico al ofrecer alto grado de libertad y lo hace el único al romper los paradigmas y limitaciones de los dispositivos para personas con limitaciones visuales, ya que no refuerza esta sensación de limitación, por el contrario da una sensación de libertad al usuario.

La mayoría de dispositivos actuales se enfocan en detectar obstáculos cuando estos entran en una zona mínima de alerta, el nuevo dispositivo cuenta con una resolución menor que un centímetro permite que genera más de 400 posibles vibraciones para indicarle el usuario de una forma muy precisa a que posible distancia se encuentra un objeto, por lo que no solo detecta obstáculos, si no que permite al usuario generar una idea de la distancia aproximada a la que se encuentra cada objeto en su entorno lo que le permite crear una percepción bastante acertada de su entorno para poder moverse con seguridad por este. La propuesta del nuevo dispositivo de ecolocalización es el único en incorporar una 30 función matemática para vibración que tiene una precisión tan elevada en las lecturas de distancia, sistemas como la detección del retroceso de un vehículo tienen tres zonas de distancias definidas, por lo que manifiestan tres sonidos diferentes de proximidad.

Mientras los dispositivos conocidos solo ofrecen una detección a nivel de tierra y una altura máxima de la cabeza del usuario, la nueva invención es el único dispositivo que brinda al usuario la libertad y posibilidad de generar un mapa 3D de su posición con respecto al lugar donde se encuentra de una forma cómoda, ágil, sin llenar el cuerpo de sensores, y sobre todo haciendo uso de las mismas bondades del cuerpo humano que gracias al gran ángulo de giro de la muñeca de la mano permite al dispositivo censar inclusive techos y copas de árboles de una forma anatómica y no incómoda para el usuario sin representar tampoco una limitación física a su movilidad como en el caso del documento WO2017013473A1.

El documento WO2017013473A1 se refiere a un dispositivo que se usa como pulsera en las dos extremidades de los brazos, ubicando un transductor en cada extremidad, por lo que su ángulo de medición esta estrictamente limitado a mantener los brazos en posición baja y frente a la persona limitando así el ángulo de medición solamente al frente de la persona. El antecedente ni tiene un espacio destinado para hacer un recambio de baterías por lo que su uso esta estrictamente limitado a la carga de su batería y por obligación tendrá que destinar un tiempo a realizar esta recarga, limitando así el tiempo en que se puede hacer uso continuo del dispositivo; como solución a este problema la nueva invención tiene una batería extraíble y remplazable que permite hacer un alto de menos de un minuto para intercambiar las baterías y posteriormente seguir utilizándolo toda una nueva jornada.

El documento WO2017013473A1 hace uso de dos transductores, un emisor y un receptor ubicados en extremos opuestos del cuerpo, lo que puede representar un problema en el momento en el que el usuario decida levantar uno de sus brazos para poder beber un poco de agua o para llevar un objeto puesto que en este momento se perderá la emisión o recepción de la señal de recibida, obligando así al usuario a mantener en todo momento sus brazos quietos y dejando al dispositivo sin la posibilidad de medir en caso de cambiar el ángulo de los dos brazos, de manera que la solución propuesta por el antecedente WO2017013473A1 está limitado el ángulo de detección debido a que se encuentra sujeto a las extremidades de los brazos; por lo que este dispositivo no permitiría realizar un escaneo libre del entorno, a diferencia de la nueva invención del dispositivo de ecolocalización diseñado para la muñeca y así aprovechar la libertad de movimiento y el gran ángulo de giro de esta, permitiendo al usuario escanear tanto objetos frente a él, como objetos de mayor altura como árboles, aires acondicionados, candelabros o incluso conocer la altura del techo del recinto donde se encuentra.

La nueva invención de dispositivo de ecolocalización es en un solo dispositivo que incorpora ya el emisor y receptor de uso en una sola mano, brinda al usuario la posibilidad de realizar cualquier otra actividad o tarea con el otro brazo, e inclusive de cambiar el dispositivo de mano si llegara a ser necesario que permite además realizar un escaneo gradual y preciso de su entorno para crear un mapa mental del entorno que le permita moverse con mayor confianza, solución que no se evidencia en ninguno de los antecedentes conocidos.

El documento US10251788B1 presenta un dispositivo con múltiples sensores ubicados en cabeza, pecho, muñecas y pies que se propone como una solución incómoda para el usuario debido a la cantidad de componentes a tener en cuenta para usar y mantener en óptimas condiciones el dispositivo; presenta un dispositivo que hace uso de múltiples microcontroladores en los diferentes dispositivos de cada extremidad puede complicar el uso del dispositivo en general en caso de que uno de los extremos llegue a resultar dañado por una eventualidad, también puede complicar una eventual reparación en caso de ser necesario.

El documento US10251788B1 presenta la información al usuario mediante una matriz bidimensional que hace uso de presión, mientras que nuestro dispositivo de ecolocalización lo presenta mediante vibraciones configuradas mediante una función matemática especialmente diseñada para personas con limitaciones visuales. Además, el dispositivo del documento US10251788B1 al hacer uso de más de cinco microcontroladores se convierte en un dispositivo de uso exclusivo para adultos debido a la gran cantidad de información que presenta al mismo tiempo, pudiendo llegar a ser confuso para el usuario al percibir más de cinco señales en forma de una matriz por presión.

A diferencia del dispositivo presentado en el documento US10251788B1, la nueva propuesta de dispositivo de ecolocalización hace uso de un solo microcontrolador el cual puede ser fácilmente remplazado en caso de un daño o de necesitarse una reparación del dispositivo y permite brindar la información completa del entorno con un solo transductor en tiempo real al usuario para que el usuario cree su propio mapa mental del espacio donde se encuentra permitiéndole un mayor control de la información recibida y en caso de ser necesario permitiéndole a este analizar un punto en específico de alguna zona enfocando el dispositivo de ecolocalización hacia esa zona.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Las figuras anexas ilustran el alcance que se propone la invención dentro de la siguiente propuesta de dispositivo de ecolocalización para personas con limitaciones visuales.

La figura 1 muestra una perspectiva del cuerpo del dispositivo de ecolocalización.

La figura 2 muestra una vista frontal del cuerpo plástico del dispositivo de ecolocalización.

La figura 3 muestra tarjeta de circuito impreso del dispositivo de ecolocalización.

La figura 4 muestra un escenario de uso del dispositivo de ecolocalización.

La figura 5 muestra un plano eléctrico de conexiones del dispositivo de ecolocalización.

La figura 6 muestra un diagrama de ejecución del dispositivo de ecolocalización.

El dispositivo de ecolocalización para personas con limitaciones visuales consta de un cuerpo físico ergonómico el cual se presenta en la figura 1 el cual protege los circuitos electrónicos internos del dispositivo, sus sensores y baterías los cuales se presentan en la figura 3.

El Cuerpo físico del dispositivo consta de una estructura tubular frontal (200) de material plástico acoplada a una estructura tubular posterior (201) con geometría externa se similares características, con una superficie superior plana (207) y una superficie curva (204) inferior que se ajusta ergonómicamente a la muñeca del usuario (301). En la parte frontal de la estructura tubular frontal (200) tiene dos transductores (101) (102) y en la cavidad (205) formada por la unión de la estructura tubular frontal (200) y la estructura tubular posterior (201) se aloja en su interior, una tarjeta eléctrica (100) en la parte inferior y en su parte superior baterías extraíbles (203). La estructura tubular posterior (201) tiene unas cavidades circulares (206) que albergan las baterías extraíbles (203) y las sujetan sin permitir el movimiento de las baterías extraíbles (203) y en su parte posterior tiene una tapa (202) deslizable para el acceso y cierre de las baterías extraíbles (203).

Como se puede apreciar en la figura 1 el cuerpo del dispositivo es ensamblado por las dos piezas (200 y 201) para alojar internamente los componentes (100 y 203), una vez se encuentran los componentes en su interior la tapa de material plástico (202) es la encargada de permitir que se puedan intercambiar las baterías y una vez estas se intercambian por unas recién cargadas o nuevas se vuelve a colocar en su lugar mantener toda la integridad del dispositivo y sus componentes.

En la figura 2 se presenta el cuerpo frontal del dispositivo, donde se puede apreciar los transductores (101 y 102) los cuales actúan como emisores y receptores de la señal de ultrasonido que es la encargada de medir las distancias frente al dispositivo. Todo el cuerpo principal e interno del dispositivo de ecolocalización se soporta sobre el cuerpo físico del dispositivo.

En la figura 3 se muestran los componentes internos de la tarjeta electrónica (100) que consta de múltiples fases y etapas cada una con componentes determinados que permiten el funcionamiento del dispositivo.

Las fases que permiten el funcionamiento del dispositivo de ecolocalización se pueden resumir en:

Fase 1: Fuente de alimentación conformada por un conector para los cables de la batería de 8.4 voltios, un condensador C12 de 330 nF para estabilización de voltaje de entrada, un condensador C11 de 100 nF para estabilización del voltaje de salida y un regulador de voltaje U2 KIA 7805 para regular y estabilizar el voltaje de alimentación del dispositivo.

Fase 2: microcontrolador embebido conformado por un Microcontrolador U1 Atmega 328P, condensadores de acople para estabilidad C1 y C2 de 22 pF, un Cristal X1 de 16 mHz para ejecutar la señal de reloj del microcontrolador, un condensador C2 de 4700 uF permite estabilidad y filtro de ruido del microcontrolador, una resistencia R10 de 10 kOhm permite mantener el voltaje en alto y permitir la ejecución del microcontrolador, un interruptor ON/OFF marcado como RST permite reiniciar el dispositivo en caso de error y un conector de programación y revisión del sistema marcado como ATHOM_CONNECTOR1 para uso exclusivo de la empresa Athom.

Fase 3: Botones de interfaz conformados por una resistencia R7 de 10 kOhm permite mantener el voltaje en alto del botón de MODO de operación, un interruptor ON/OFF marcado como MODO permite intercambiar entre los diferentes modos de operación y una resistencia R8 de 10 kOhm permite mantener el voltaje en alto del botón de STATUS DE LA BATERIA para conocer el nivel de carga del dispositivo.

Fase 4: Potencia para el buzzer "zumbador" conformado por un piezoeléctrico para la emisión de sonido BUZZER1 permite al usuario (301) conocer cuando la batería está críticamente baja mediante la emisión de sonido, un transistor Q2 de la referencia 2N2222A que permite activar y desactivar el sonido del Piezoeléctrico, una resistencia R6 de 1 kOhm para permitir al micro la activación del transistor Q2 y una resistencia R5 de 10 kOhm que permite garantizar el estado apagado del transistor cuando el microcontrolador no ha dado la instrucción de encenderlo.

Fase 5: mecanismo para medición de la batería está conformado por una resistencia R9 de 10 kOhm permite reducir el valor de voltaje de 8.4 voltios a 4.2 voltios para permitir la lectura de voltaje del micro controlador y una resistencia R11 de 10 kOhm que permite evitar que el voltaje reducido por

la resistencia caiga hasta los cero voltios y lo mantiene estable en el 50% del valor nominal del voltaje de la batería.

Fase 6: Módulo de ultrasonido HC-SR04 conformado por un módulo comercial de ultrasonido de la referencia HC-SR04 incorpora los transductores (101 y 102) utilizados en la transmisión y recepción de la señal de ultrasonido para determinar distancia.

Fase 7: mecanismo de potencia para el motor vibrador conformado por un opto acoplador U7 de la referencia 4N25 permite aislar la señal de activación del microcontrolador garantizando así un funcionamiento óptimo y protegiendo el microcontrolador de errores en su ejecución, una resistencia R2 de 220 Ohm que permite la activación del opto acoplador con la señal del microcontrolador, un conector de dos canales marcado como VIBR para la conexión los cables del motor vibrador, un diodo de protección D1 de la referencia 1N4004 para evitar contracorrientes generadas por el motor vibrador, un condensador C4 de 22 pF para ayudar al diodo a mitigar las subidas y bajadas de voltaje creadas por las contracorrientes del motor vibrador, una resistencia R4 de 1 kOhm permite limitar la corriente que ingresa al motor vibrador cuando este se activa y así ayudar a que la vibración sea mejor percibida por el usuario (301) y más controlada, un diodo de protección D2 de la referencia 1N4004 permite contener contracorrientes que quieran devolverse al circuito de fuente de alimentación explicado en la fase 1 y así ayudar a mantener la estabilidad y correcta ejecución del dispositivo, un transistor Q1 de la referencia 2N2222A permite activar o desactivar el motor vibrador de forma precisa y controlada para generar la vibración exacta que permite al usuario (301) detectar las distancias, una resistencia R1 de 1 kOhm para permitir al micro la activación del transistor (7.8) de forma segura mediante el uso del opto acoplador y una resistencia de 10 kOhm para permitir mantener apagado el transistor mientras el microcontrolador no de la orden de activarlo.

En la figura 3 se muestran los componentes de la tarjeta de circuito con las siete fases que conforman la totalidad de la tarjeta y en la figura 5 se presenta el plano eléctrico de conexiones junto con las referencias de los componentes y sus respectivas nomenclaturas para efectos explicativos.

La fuente de alimentación de la Fase 1 compuesta de un regulador de voltaje (111) y los condensadores (117) de estabilización de fuente, está diseñada en simulador de circuitos que tolera todos los ruidos existentes y creados por el dispositivo, probada y verificada con equipos de medición como osciloscopios con el fin de garantizar que esta fase pueda tomar el voltaje de las baterías que

corresponde a 8,4 voltios y convertirlo correctamente en un voltaje de 5.0 voltios para todo el microcontrolador y electrónica de potencia para motores vibradores.

La fase 2 del microcontrolador embebido ejecuta de forma correcta y precisa las mediciones con módulo transductor HC-SR04 (101 y 102) mientras controlaba de forma segura el motor vibrador (106) haciendo uso del elemento de protección y aislamiento llamado opto acoplador (112), una vez diseñada y simulada la Fase 2 se verificó con equipos de medición como osciloscopios para verificar que los componentes como los condensadores y cristales de oscilación (115) funcionaran correctamente y permitieran al microcontrolador ejecutarse de forma satisfactoria. El puerto de programación ATHOM_CONNECTOR1 (103) es quien permite la carga del código en la tarjeta.

La fase 3 de botones de interfaz consta de los botones (108, 109 y 110) y son quienes permiten la comunicación con la fase 2 del microcontrolador embebido y permiten el control del dispositivo, los botones son especialmente diseñados y simulados con el objetivo de permitir un correcto funcionamiento cuando el motor vibrador genere ruidos electrónicos en el dispositivo. Una vez simulados el dispositivo es sometido a pruebas de laboratorio con equipo de medición del tipo osciloscopio para verificar su correcto funcionamiento en un entorno real.

La fase 4 de mecanismo de potencia para el buzzer o zumbador es la encargada de generar los sonidos de alerta en caso de descarga del dispositivo, esta fase recibe la orden directa de la fase 2 del microcontrolador embebido y mediante las resistencias (113), el transistor (107) y el zumbador (104) son los encargados de generar el sonido para alertar al usuario (301). La fase 4 es simulada y corroborada en laboratorio con osciloscopio para verificar que su comportamiento real sea idéntico al simulado y permita así cumplir con el propósito de alertar al usuario (301).

La fase 5 de mecanismo de medición de la batería hace uso de las resistencias (113) quienes mediante simulación se escogieron para regular el voltaje de las baterías y mantenerlo en un umbral perfecto para que el microcontrolador embebido fase 2 haga la lectura del voltaje de la batería (203) y así conocer de cuanta carga dispone el dispositivo. Esta fase es simulada y verificada con osciloscopio para garantizar un funcionamiento optimo y correcto.

La fase 6 del módulo de ultrasonido HC-SR04 es el módulo de uso comercial encargado de censar la distancia entre el dispositivo y el objeto próximo a este, este módulo comercial consta de dos transductores (101 y 102) quienes emiten y reciben la señal de ultrasonido (302) del dispositivo

(200), la señal (302) viaja desde el dispositivo (200) hasta llegar a un objeto como un árbol (300) en donde la señal rebota con el objeto y retorna al dispositivo nuevamente, en donde el microcontrolador embebido censa este tiempo que tarda la señal en regresar y con base ese tiempo realiza el cálculo de la distancia aproximada a la que se encuentra el objeto.

La fase 7 del mecanismo de potencia para el motor vibrador (106, 112 y 116), es controlada por el microcontrolador embebido de la Fase 2, que se basa en la lectura realizada por la fase 6 módulo de ultrasonido HC-SR04, una vez el microcontrolador ha determinado la distancia, este verifica si se encuentra en modo interior o exterior y ajusta la función matemática para convertir este valor en un pulso de vibraciones que se manifiestan por el mecanismo de potencia de la Fase 7 para el motor vibrador, de manera que toma la señal del micro controlador que llega aislada por un opto acoplador y la convierte en activaciones y desactivaciones del motor vibrador (106), estas vibraciones el usuario (301) las percibe como vibraciones suaves, o vibraciones muy fuertes dependiendo de que tan cerca este el objeto más próximo, y gracias al ajuste de la ecuación se puede calibrar el dispositivo para que opere en espacios interiores o exteriores con el mayor grado de sensibilidad posible y permitiéndole al usuario (301) detectar más fácilmente los entornos.

En la figura 6 se presenta el diagrama de ejecución del dispositivo, una vez el dispositivo enciende la fuente de alimentación (fase 1) se encarga de generar los voltajes necesarios para el funcionamiento del dispositivo y del microcontrolador, el microcontrolador embebido (fase 2) se enciende y empieza automáticamente la ejecución del diagrama de ejecución de la figura 6, en donde en primera instancia verifica el estatus del botón (108) para identificar si el usuario (301) ha solicitado conocer el estado de la batería del dispositivo. En caso de que el botón este activo y el usuario (301) quiera conocer el estado de la batería, el microcontrolador embebido realizara la lectura de la batería (203) haciendo uso de la fase 5 mecanismo de medición de la batería, esta fase reduce el voltaje de la batería (203) a un voltaje seguro para que la fase 2 de microcontrolador embebido pueda leer el voltaje de la batería sin sufrir daños o generar algún error por el elevado voltaje de la batería.

Una vez se ha realizado la lectura de la batería gracias a la fase 5 mecanismo de medición de la batería, la fase 2 de microcontrolador embebido se comunica con la fase 7 mecanismo de potencia del motor vibrador (106) para emitir las señales de vibración que permiten al usuario (301) conocer el estado de la batería, si la batería se encuentra al 100% se emitirán 4 vibraciones largas, en caso de encontrarse la batería al 75% se emitirán 3 vibraciones largas, en caso de encontrarse la batería

al 50% se emitirán 2 vibraciones largas, en caso de encontrarse la batería al 25% se emitirá una vibración larga y si la batería se encuentra por debajo del 25% la fase 2 de microcontrolador embebido se comunicara con la fase 4 mecanismo de potencia para el buzzer quien es la encargada de emitir un sonido como advertencia de que el dispositivo está próximo a descargarse.

En caso de no requerirse la lectura de la batería, el microcontrolador embebido se comunicara con la fase 6 módulo de ultrasonido HC-SR04 para realizar la lectura de la distancia del objeto más próximo, la fase 6 se encarga de emitir un señal de ultrasonido la cual viaja hasta el objeto próximo y rebota en este para regresar hasta el receptor ultrasónico con transductores (101 y 102), este módulo se encarga de transmitir las señales a las fase 2 del microcontrolador embebido en donde el microcontrolador tomara el dato de la distancia, revisara si los botones de la fase 3 se encuentran en modo interior o modo exterior y así mismo ajustara la ecuación matemática para transmitir el patrón de vibración al usuario (301), esta ecuación fue especialmente diseñada, probada y verificada de la mano de voluntarios invidentes con el objetivo de desarrollar una ecuación que brindara al usuario (301) la mayor sensibilidad posible al dispositivo y precisión en la lectura para que pueda guiarse de forma segura en su entorno.

La fase 3 dictamina que el dispositivo se encuentra en modo interior, el microcontrolador adaptara la función de vibración a un máximo de 1.5 metros, mientras que, si la fase 3 dictamina que el dispositivo se encuentra en modo exterior, adaptara la función de vibración para un máximo de 4 metros. Esta función de vibración se estudió con el objetivo de hallar las mínimas y máximas vibraciones que el ser humano es capaz de detectar. Una vez se dictaminan los Hertz mínimos y máximos que el ser humano detecta fase 2 de microcontrolador embebido ajusta este máximo de vibraciones o máximo de Hertz a la distancia interior que seria 1.5 metros o a la distancia exterior que seria 4 metros, de esta forma el usuario (301) obtiene una lectura demasiado precisa del entorno que lo rodea, y dicha lectura se puede establecer a un rango corto de 1.5 metros o a un rango largo de 4 metros.

El mecanismo de vibraciones cobija un rango muy amplio de posibilidades, por lo que con cada centímetro de proximidad es una vibración un poco más y más fuerte. Lo que permite al usuario (301) identificar con bastante precisión la distancia a la que se encuentra el objeto más próximo. Una vez definida la función de vibración, el microcontrolador embebido se comunica con la fase 7 mecanismo de potencia del motor vibrador (106), para crear de forma segura y precisa las vibraciones que el usuario (301) percibirá en sus manos para guiarse.