

Método implementado por computador que incorpora anteojos con sensores de luz infrarroja para invidentes

Sector tecnológico

La presente solicitud de patente se refiere a un método implementado por computador que incorpora anteojos con sensores de luz infrarroja para ser empleados por invidentes y que, por su configuración, le permiten reconocer obstáculos u objetos ubicados a su alrededor. De esta manera la persona pueda interactuar con su entorno sin causarse algún daño.

Tecnología anterior

Muchos estudios y trabajos han buscado mejorar la calidad de vida de las personas invidentes. Se han desarrollado diferentes dispositivos que les permiten identificar obstáculos y, dentro de ellos, se encuentran aparatos que cuentan con emisores de sonido (normalmente ubicados en anteojos) y mecanismos de captura de las ondas rebotadas que le informan al usuario sobre la presencia de barreras en su desplazamiento. También son frecuentes cámaras de vídeo que procesan imágenes e informan al usuario. El uso de sensores ultrasónicos y cámaras de vídeo abarcan el mayor porcentaje de los modelos en el mercado.

Ejemplo de lo anterior, es el antecedente WO9717043A1 que sugiere anteojos que incorpora sensores infrarrojos o ultrasónicos que funcionan con vibraciones o con sonidos estéreos planos. RU2679866C1 también indica el uso de sensores infrarrojos y cámaras de vídeo. Algunos otros antecedentes relacionan complementos a estos aditamentos tales como mecanismos de vibración o de emisión de sonido estéreo

plano. Otros también incorporan dispositivos de inteligencia artificial y/o procesamiento de imágenes.

Lo existente en la técnica adolece de varios problemas. En muchas ocasiones la información sobre la distancia generalmente es dada por señales sonoras intermitentes que perturban la fuente de información esencial para los usuarios.

Dispositivos más complejos buscan brindar a los invidentes imágenes tridimensionales del entorno con perfilómetros ópticos que pueden incorporar señales láser y proporcionan información hasta muchos metros. Sin embargo, la cantidad de información involucra equipos bastante voluminosos tales como mecanismos sonoros que ocupan un muy alto porcentaje del oído de los invidentes. También la cantidad de elementos hace que los dispositivos de ayuda sean muy pesados. En los casos en que se emitan luces o se incorporen cámaras grandes o que se empleen mecanismos de sonido importantes, causan que el usuario no pase desapercibido, lo que pueda generar condiciones psicológicas desfavorables.

En muchos casos la tecnología resulta muy costosa para la persona promedio, lo que causa su no empleo. En otros casos, cuando se trabajan ultrasonidos, la débil definición angular, junto con los ecos parásitos, no permiten alcanzar rangos adecuados para su correcto empleo.

Por tanto, resulta necesario desarrollar un producto que suministre, de manera efectiva, rápida y a bajo costo, la información más relevante del entorno, tales como dirección y proximidad de los objetos.

Descripción detallada de la invención

La presente solicitud de patente relaciona unos anteojos para invidentes que incorpora tres sensores de luz infrarroja de tiempo de vuelo (TOF por sus siglas en inglés), ubicados en serie y comunicados mediante una interfaz I2C a una placa de programación, un altavoz y un micrófono. Mediante señales ultrasónicas se

determina la distancia a la que se encuentran un objeto, con un rango de 4 metros en dirección frontal, lateral derecha y lateral izquierda. De esta manera, en aproximadamente 1 segundo, se realiza un escáner de 180 grados. El sistema transmite la información al usuario mediante audios en 3D pregrabados para indicar proximidad alertando direcciones y distancias a las que el usuario se encuentra de un objeto o por medio de voces pregrabadas en modo monoaural.

Los sensores TOF miden la distancia que hay con el objetivo al cronometrar el viaje de ida y vuelta de los fotones al desplazarse desde el sensor hasta el objeto y volver al sensor. Gracias a la industria de los videojuegos, este tipo de tecnología se ha vuelto mucho más económica. Quizás el uso más conocido de los sensores ToF sea el controlador de juegos *Microsoft's® Kinect*.

En la presente invención se emplearon los sensores infrarrojos de tiempo de vuelo, los cuales manejan muchas más ventajas que los sensores ultrasonido o infrarrojos convencionales. Los sensores de ultrasonido deben incorporar un altavoz y un micrófono. El altavoz envía un sonido ultrasónico hacia el objetivo que se quiere detectar y un micrófono escucha el eco, luego el controlador puede calcular la distancia que viajó el sonido desde el altavoz hasta el micrófono. Esto es posible porque se conoce la velocidad del sonido y es constante si la presión del aire no cambia mucho. La velocidad del sonido a nivel del mar es de 340 m/s. Una distancia de un metro conduce a una diferencia de $2/340$ m que equivale a 6 milisegundos, que pueden ser fácilmente detectados por cualquier placa de programación como Arduino. Pero también significa que debe esperar 6 milisegundos para obtener el resultado, debido a que no se sabe qué tan lejos está el obstáculo y el alcance puede ser de hasta 4 metros, incluso tiene que esperar a 30 milisegundos para estar seguro de que no tendrá un eco de regreso, estos 30 milisegundos en un proyecto de precisión para el desplazamiento de una persona cuya visión es nula puede significar información importante omitida.

Por estas razones la presente invención emplea, de manera preferente, tres sensores —uno para cada dirección (izquierda, derecha o de frente)— que trabajan en

paralelo, de tal manera que se puedan medir varias direcciones con el mismo sensor, ya que se necesita 1 segundo para escanear 180 grados. En tal sentido, los sensores presentados en el presente invento son sensores de luz infrarroja de Tiempo de vuelo (TOF) que son más rápidos que los sensores infrarrojos y los sensores ultrasónicos convencionales. Por sus propiedades físicas permite realizar 50 tomas por segundo sin tener un espacio de espera, ya que la luz es mucho más rápida que el sonido. La persona media versada en la materia no tendrá ninguna dificultad en considerar 2, 3, 4, 5, o 6 sensores cumpliendo las mismas funciones.

Otro de las grandes limitaciones de los sensores de ultrasonido que resuelve la presente invención son:

- La no posibilidad de emplear el sensor al aire libre porque la brisa del viento puede influir en el desplazamiento de la onda del sonido y afectar la medición.
- La no posibilidad de trabajar con el sensor de ultrasonido en temperaturas diferentes a las de calibración, ya que el sonido varía su velocidad dependiendo de la temperatura.
- Errores de medición por la disposición de los objetos.
- En ciertos ángulos, las ondas de sonido emitidas se reflejan en objetos lisos, por lo que el eco no se puede generar y no se puede producir la lectura de la distancia. El sensor ultrasónico ignorará la existencia de este objeto.
- Generación de múltiples reflejos Este fenómeno es común al detectar esquinas u objetos de estructura similar. La onda de sonido es recibida por el sensor después de varios rebotes, por lo que el valor de detección real no es el valor de distancia verdadero. Estos problemas pueden resolverse utilizando múltiples bobinas ultrasónicas que se disponen en ángulo. Al detectar el valor de retorno de múltiples ondas ultrasónicas, se utiliza para detectar la lectura correcta. Sin embargo, son soluciones muy complejas.
- El problema de cruce, el cual se causa cuando las ondas de sonido emitidas por la X ultrasónica se reflejan y son obtenidas especularmente por los sensores Z y Y. En dicho momento, Z y Y calculan el valor de distancia basado

en esta señal, de modo que no se puede obtener la medición correcta. La solución es codificar la señal de cada sensor.

Los sensores manejados en esta propuesta son más veloces y más precisos que los sensores ultrasonido convencionales. Tienen una precisión superior que los sensores de ultrasonidos e infrarrojos convencionales y no se ve alterado por las condiciones del ambiente como los ecos o la reflectancia de los objetos. Por otro lado, el ángulo de medición es relativamente estrecho. Esto es una ventaja especialmente donde se desea leer la distancia justo en frente del sensor. El sensor por su reducido tamaño permite trabajar en serie o por comunicación I2C. Consecuentemente, se puede incorporar un conjunto de sensores en la montura de las gafas cubriendo un rango de trabajo completo y donde el peso de 1 gr no es representativo.

Esta invención considera, de manera preferente, trabajar tres sensores. Para evitar puntos ciegos los sensores se programan para que, si dos sensores detectan el mismo objeto, el cálculo de la distancia del objeto se realiza con una ponderación. Si los tres sensores detectan un obstáculo estos direccionan el sonido como si de un objeto frontal se tratara. Esto es especialmente importante para grandes obstáculos. La figura 1 ilustra esto.

La presente invención gestiona dos modos de comunicación con el usuario por medio de auriculares flexibles. El primero es por medio de tonos pregrabados – particularmente audios en tres dimensiones (3D)— que orientan al usuario de modo muy diferente a los antecedentes que se centran en sonidos planos estéreos y modifican el tiempo de intermitencias y variación de volumen en relación a si un objeto se aleja o se acerca. Estos tonos pregrabados fueron desarrollados por medio de estudios de frecuencias y pruebas de orientación con usuarios voluntarios en programas de edición de audio. En el segundo modo, la comunicación se realiza por medio de una voz humana pregrabada en modo «monoaural», alertando direcciones y distancias. Este último modo de comunicación está especialmente diseñado para las personas que no pueden detectar los sonidos estéreo con facilidad o con invidentes que presentan también algún tipo de problema auditivo.

Consecuentemente, el método de la presente solicitud de patente contempla:

- Enviar desde, entre 2 y 6 sensores infrarrojos de tiempo de vuelo (TOF), señales infrarrojas
- Recibir de los sensores, las señales infrarrojas enviadas y devueltas por obstáculos frente al usuario
- Procesar la información en los sensores y convertirla en audios 3D y/o en voces humanas pregrabadas
- Enviar los audios 3D y/o voces humanas pregrabadas a audífonos

Donde los sensores están conectado en serie o por medio de comunicación I2C. Los sensores por su propiedad de programación se puede conectar con varios sensores del mismo tipo y componentes electrónicos ya sea por medio serial o por medio de comunicación I2C dato que no se contempla en otros proyectos. Esto hace que se pueda conectar varios sensores en el cuerpo de las gafas sin interrupciones o entrelaces y además permite conectar componentes de ubicación tal como un giroscopio, un acelerómetro y un bluetooth, una tarjeta Wifi y un GPS si se necesita enviar o recibir información inalámbrica.

Este dispositivo se diseñó con el fin de ser una herramienta adicional de desplazamiento para personas invidentes, en conjunto del uso de perros guías o de bastones blancos, ya que estos se encargan de detectar irregularidades en el terreno y el entorno ubicadas por debajo de la cintura, mientras que las gafas son pensadas para ofrecer información del entorno desde la cintura hasta el rostro.

Resumen de las figuras

La figura 1 reseña la manera en que se ubican los sensores de la presente invención sobre unos anteojos, específicamente tres, y su campo de cubrimiento en relación con los demás sensores.

Formas de llevar a cabo la invención

Dispositivos como los de la presente invención se probaron en diferentes ambientes y fueron evaluados por usuarios invidentes bajo diferentes condiciones. Emplear audio 3D (en lugar de usar sonido plano) permite simular en el oyente el encontrarse en un espacio de inversión virtual, haciendo que el usuario se introduzca en un plano representando las posiciones de los objetos que lo rodean por medio de tonos que tienen dirección virtual. Para lograrlo se relacionó la distancia obtenida por el sensor con respecto al espacio virtual del simulador y se extrajeron los audios de cada posición. A continuación se presentan las coordenadas obtenidas por cada lapso de distancia del sensor en un ensayo realizado.

Medidas del sensor (mm)	Medidas en espacio virtual (pts.)	Coordenadas (pts.)		
		Eje X	Eje Y	Eje Z
1200	9,5	0	1	5
800	6,3	0	1	2
600	4,7	0	1	-0
400	3,2	0	1	-2
300	2,4	0	1	-2
200	1,6	0	1	-3
100	0,8	0	1	-4

En los resultados de detección de objetos las gafas entregaron una eficiencia del 91% permitiendo a las personas invidentes y voluntarios videntes con la vista cubierta por una venda a encontrar los objetos elevados y evitarlos apropiadamente.

Personas	Obstáculos	Detectados y evitados	Colisionados o falsas alarmas	Porcentaje de Eficiencia (%)
Usuario 1	34	30	4	88
Usuario 2	25	25	0	100
Usuario 3	27	23	4	85

Usuario 4	31	27	4	87
Usuario 5	36	34	2	94
Usuario 6	25	21	4	84
Usuario 7	78	75	3	96
Usuario 8	15	14	1	93
Usuario 9	27	24	3	89
Usuario 10	30	28	2	93
Promedio				91