

DISPOSITIVO HÁPTICO DE RECONOCIMIENTO MULTISENSORIAL PARA PERSONAS CIEGAS Y CON BAJA VISIÓN

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un dispositivo electrónico portátil de interacción háptico-auditiva para reconocimiento multisensorial, en particular, la presente invención pertenece al campo de los Sistemas Embebidos y la Interacción Humano-Computadora, con una aplicación específica y principal en el dominio de las Tecnologías de Asistencia para personas con discapacidad visual. En más detalle, se basa en un sistema embebido que interactúa con el mundo físico a través de sensores y actuadores.

La invención permite a las personas ciegas y con baja visión, utilizar las habilidades hápticas y auditivas para acceder de forma autónoma a información multisensorial que enriquezca la exploración, el aprendizaje y el disfrute de objetos. Con relación a lo anterior el dispositivo permite por ejemplo tanto el conocimiento cercano y a detalle de aves, sus partes y características físicas, como la manipulación de representaciones tridimensionales de proteínas, funciones, gráficas y demás objetos que, a través del dispositivo, son integrados con experiencias auditivas que complementan la exploración y el aprendizaje inclusivo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención nace como respuesta a la necesidad de herramientas didácticas que requieren las personas con discapacidad visual para apoyar sus procesos de enseñanza-aprendizaje para el disfrute de la avifauna, por medio de sus habilidades hápticas y táctiles. Los infantes con discapacidad visual no pueden asociar lo que están aprendiendo tal y como lo hace un niño vidente al poder relacionar imágenes con lo que aprende, por ende, surge la necesidad de desarrollar un dispositivo que permita la interacción de estímulos senso-auditivos. Específicamente, se tiene la necesidad de contar con instrumentos que faciliten el aprendizaje multisensorial, de preferencia un dispositivo de interacción háptico-auditiva diseñado como una herramienta de tecnología de asistencia para personas ciegas y con baja visión que sirva como puente entre objetos físicos del mundo real y contenido multimedia digital, minimizando la necesidad de una interfaz.

En la actualidad la producción de mediaciones tecnológicas para el aprendizaje, el conocimiento y la vida independiente de las personas con ceguera o baja visión se encuentra muy limitada a las áreas de la orientación espacial, la movilidad y el uso del sistema braille, por ende, la exploración tridimensional de la habilidad háptica integrada a las capacidades auditivas es un terreno aún muy poco explorado por la tecnología.

En busca de una respuesta técnica a este planteamiento, se consultaron diferentes documentos de patentes relacionadas, tales como el documento RU2727558, el cual describe una tecnología diseñada al procesamiento, visualización, conversión informática y posterior lectura de información cartográfica en personas ciegas o con discapacidad visual. Permite a los usuarios ciegos o con discapacidad visual leer e interpretar mapas, dibujos y otras fuentes de información gráfica mediante el uso de mapas táctiles analógicos con etiquetas RFID. La invención se basa principalmente en una computadora personal (PC) con software general y de aplicación, el proceso comienza con el procesamiento de datos geoespaciales y la preparación de la información cartográfica. La PC se utiliza para generar un mapa táctil analógico, donde los símbolos táctiles se crean únicamente basándose en la localización espacial de los objetos del mapa (puntos, líneas, regiones) en forma de al menos tres elementos gráficos de relieve: puntos, circuitos lineales, objetos cerrados y flechas de información. Se crea un modelo digital 3D del mapa táctil analógico utilizando estos elementos gráficos de relieve. Las etiquetas RFID se proyectan sobre el modelo digital 3D en las ubicaciones de los elementos gráficos en relieve, y se almacenan las coordenadas de la etiqueta RFID y los identificadores correspondientes de los objetos cartográficos. El mapa táctil analógico se imprime en 3D y las etiquetas RFID se aplican a los elementos gráficos en relieve correspondientes. El mapa táctil analógico con etiquetas RFID se vincula a un terminal móvil de usuario que tiene un módulo de interfaz descargado. Sin embargo, esta divulgación se enfoca principalmente en señales diseñadas para interpretar información cartográfica mediante el uso de mapas táctiles analógicos con etiquetas RFID, excluyendo la exploración de capacidades hápticas de exploración asistida de manera autónoma al ser conjugado con los objetos 3D, el audio descripción y la exploración con el tacto hacen que la multisensorialidad implicada en el dispositivo háptico del presente desarrollo sea un factor diferencial.

Otra solución técnica considerada es el documento CN110559127, en donde se enseña el sistema inteligente de asistencia a personas ciegas basado en guía

auditiva y táctil. El dispositivo consta de un módulo de adquisición de sonido, un módulo de grabación, un módulo de procesamiento de información, un módulo de estimulación auditiva y un módulo de estimulación táctil. El módulo de adquisición de sonido adquiere una señal de sonido externa y la envía al módulo de procesamiento de información. El módulo de grabación adquiere información de la imagen de la escena externa y la envía al módulo de procesamiento de información. El módulo de procesamiento de información analiza y procesa la señal de sonido externa y la información de la imagen de la escena, y envía el resultado del procesamiento a los módulos de estimulación auditiva y táctil mediante un algoritmo de distribución de información auditiva y táctil. Sin embargo, esta tecnología no tiene la configuración del sistema háptico de la presente invención que emplea tecnología NFC para la adquisición de señales e identificación de objetos.

Asimismo, otra solución técnica se encuentra en el documento ITBA20100016, en donde se describe un sistema de voz para navegación, identificación y reconocimiento de objetos por radiofrecuencia para personas ciegas: compuesto por una unidad portátil UP y etiquetas RFID. El sistema permite a los usuarios navegar e identificar objetos a su alrededor simplemente hablando, facilitando la interacción con el entorno. Utiliza un dispositivo portátil llamado UP 1, que se comunica con etiquetas RFID especiales adheridas a los objetos, lo que permite el reconocimiento y la entrega de información en tiempo real; sin embargo, se enfoca principalmente en la combinación de comandos de voz con tecnología de radiofrecuencia, creando una forma intuitiva y sin contacto para localizar y aprender sobre objetos en diversos entornos, pero no incluye tecnología NFC para la adquisición de señales e identificación de objetos, tampoco cuenta con capacidades hápticas de exploración asistida de manera autónoma al ser conjugado con los objetos 3D, la audio descripción y la exploración con el tacto.

Finalmente, se tiene la solución técnica encontrada en el documento US20240062548, en donde se enseña un sistema de asistencia vital para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual. El sistema integra tecnología de vanguardia en detección y estimulación sensorial con detección y alcance de luz (LiDAR), aprendizaje automático y navegación háptica avanzada para proporcionar a las personas con discapacidad visual un mapa háptico en tiempo real del entorno tridimensional y descripciones auditivas de los objetos dentro de dicho entorno. Al permitir que las personas con discapacidad visual perciban los objetos de su entorno mediante retroalimentación háptica y

auditiva; no obstante, no emplea tecnología NFC para la adquisición de señales e identificación de objetos, y tampoco cuenta con la versatilidad y la portabilidad del presente desarrollo que emplea una batería Li-po para su autonomía.

Después de haberse consultado a fondo el estado de la técnica se puede concluir que no existe un dispositivo electrónico portátil que permita a las personas con discapacidad visual el aprendizaje multisensorial enriquecido desde las capacidades hápticas de exploración asistida de manera autónoma al ser conjugado con los objetos 3D, la audio descripción y la exploración con el tacto, lo que indica la ausencia de herramientas didácticas en la actualidad diseñadas exclusivamente para tal fin.

La presente invención logra solucionar esta necesidad mediante la innovación didáctica de un dispositivo electrónico portátil de interacción háptico-auditiva que permite a un usuario no vidente explorar un objeto o entorno etiquetado con una tarjeta de comunicación de campo cercano (NFC). Al acercar el dispositivo a la etiqueta, este la reconoce y notifica al usuario mediante una respuesta multisensorial. Asimismo, las etiquetas NFC o “fichas hápticas” cuentan con réplicas impresas en 3D de los objetos, conceptos o lugares entre otras intenciones de exploración, a través de las fichas se materializa la interacción háptica del usuario con el dispositivo que posteriormente es enriquecida de manera auditiva con la información precargada. Posteriormente, el usuario puede seleccionar y reproducir una de las múltiples pistas de audio asociadas a esa etiqueta específica, utilizando para ello botones físicos de fácil localización táctil.

Un objetivo de la invención es la exploración de capacidades hápticas de exploración asistida de manera autónoma, ya que los dispositivos encontrados y rastreados se centran mayoritariamente en la orientación espacial y movilidad de personas ciegas y el uso del sistema braille en tanto para lectura como para escritura, sin embargo, la exploración háptica enriquecida es un terreno muy poco explorado actualmente y al ser conjugado con los objetos 3D, la audio descripción y la exploración con el tacto hacen que la multisensorialidad implicada en el dispositivo de la presente invención sea un factor diferencial con el estado de la técnica actual.

Otro objetivo es superar la imitación de interacción unidireccional en sistemas NFC y ausencia de menús navegables táctiles. Además, resuelve la incapacidad de los

sistemas NFC tradicionales para ofrecer múltiples opciones de contenido desde una sola etiqueta, implementando un modelo "Objeto a Menú Auditivo" con selección mediante botones físicos.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FIGURAS

Los aspectos que se consideran característicos de la presente invención se establecerán con particularidad en las reivindicaciones anexas. Sin embargo, la invención misma, tanto por su configuración como por su funcionamiento, juntamente con otros objetos y ventajas de esta, se comprenderán mejor en la siguiente descripción, cuando se lea en relación con las figuras que se acompañan, en las cuales:

Las figuras 1A y 1B son vistas en perspectiva de la estructura general del dispositivo háptico de la presente invención.

La figura 2 es una vista despiezada de las Figs. 1A-B.

Las figuras 2A y 2B ilustran las vistas laterales izquierda y derecha del dispositivo háptico de la Fig. 2.

Las figuras 3A y 3B ilustran las vistas frontal y trasera del dispositivo háptico de las Figs. 1A-B.

Las figuras 4A y 4B muestran un diagrama esquemático de la placa de circuito impresa (PCB) del dispositivo, en donde se puede observar el módulo de carga y protección de sobrecarga, la batería de polímero de litio, el microcontrolador Raspberry PI Zero 2w, el bus de conexión Molex, el Amplificador de audio, los pulsadores, la pantalla OLED y el conector de audio.

Las figuras 5A y 5B son una ilustración del prototipo del dispositivo háptico de la presente invención en donde se puede observar, el espacio para la tecnología NFC, los indicadores LED, los pulsadores multimedia A, B, C y el pulsador de administración.

Las figuras 6A y 6B muestran el modelamiento 3D de la ficha háptica para reconocimiento de avifauna, con un ejemplar de *Rupornis magnirostris* o Gavilán caminero a través del dispositivo de la presente invención.

La figura 6C muestra un ejemplo de modelamiento 3D de la ficha háptica para el reconocimiento de la molécula de la cafeína $C_8H_{10}N_4O_2$, a ser empleada con fines instructivos en procesos académicos a través del dispositivo de la presente invención.

La figura 6D muestra un ejemplo de modelamiento 3D de la ficha háptica para el reconocimiento háptico de lugares emblemáticos como la torre Coltejer a ser empleada con fines en el turismo a través del dispositivo de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

De acuerdo con las Figuras 1A-3B, la presente invención se refiere a un dispositivo electrónico portátil de interacción háptico-auditiva (10), diseñado como una herramienta de tecnología de asistencia para personas con discapacidad visual y de baja visión. Su función principal es servir como un puente entre objetos físicos (21) del mundo real y contenido multimedia digital, minimizando la necesidad de una interfaz visual.

El dispositivo permite a un usuario no vidente explorar un objeto (21) o entorno etiquetado con una etiqueta o tarjeta (20) de comunicación de campo cercano (NFC). Al acercar el dispositivo (10) a la etiqueta (20), este la reconoce y notifica al usuario mediante una respuesta multisensorial. Posteriormente, el usuario puede seleccionar y reproducir una de las múltiples pistas de audio asociadas a esa etiqueta específica, utilizando para ello botones (7) físicos de fácil localización táctil.

El dispositivo (10) es una ayuda didáctica para el reconocimiento y la exploración háptica enriquecida, permitiendo a través de las fichas hápticas (20) explorar objetos (21) y conceptos explícitos desde el tacto de representaciones 3D que puedan ser complementadas desde el audio hasta el sentido háptico. Actividades como el avistamiento de aves pueden verse fortalecidos con este dispositivo en la medida que tradicionalmente esta actividad solo se hace con referentes auditivos como vocalizaciones y cantos de las especies, pero la experiencia de poder “tocar un ave”

lo permite este dispositivo a través de sus fichas hápticas (20), configurables para diferentes tipos de especies y lugares.

El dispositivo (10) responde a la necesidad de generar medios que enriquezcan y potencien la exploración háptica en personas con baja visión y ceguera, a través de una mediación portable que permita su uso de manera autónoma.

Como se observa en las Figuras 6A-6D, debido al funcionamiento del dispositivo (10) tiene usos puntuales en la educación ya que permite acercar conceptos abstractos a experiencias hápticas intencionadas en ámbitos como las ciencias, el dispositivo posibilita adelantar ejercicios de reconocimiento de aves debido a su dinámica de fichas hápticas intercambiables (20), las cuales pueden ser configuradas con cabezas, picos o cuerpos completos que apoyadas en el componente auditivo pueden brindar información detallada sobre las diferentes especies. El dispositivo puede ser configurado para que en las fichas hápticas (20) se cuente con réplicas a escala 3D de aves, lugares, monumentos y espacios a los cuales les corresponden pistas de audio que profundizan la información táctil.

Además, el dispositivo puede integrar los estímulos hápticos (tocar, sentir) con estímulos multisensoriales a través de la configuración de las fichas hápticas (20) a objetos (21) que puedan ofrecer una experiencia multisensorial a texturas, temperatura, sensaciones, emociones, olores, etc. Dicha integración se ejecuta técnicamente a través de la sincronía entre la ficha háptica y sus características de relieve y forma con la etiqueta NFC que reconoce el dispositivo, pues la información auditiva se sincroniza en cada una de las fichas a través de audio descripciones detalladas de las características físicas del objeto a reconocer en cada caso dependiendo de las formas que contiene la ficha háptica. Consiguiendo de esa manera que la experiencia de exploración sensorial sea enriquecida a través de la exploración táctil apoyada con descripciones auditivas del objeto o forma que se busque reconocer, posibilitando la integración de estímulos sensoriales de tipo auditivo-táctil en los usuarios.

El dispositivo (10) funciona a través del reconocimiento de fichas hápticas (20) dotadas de réplicas en 3D de diferentes objetos (21) o intenciones de exploración, las mencionadas fichas cuentan con un chip NFC que permite una vez empalmadas al dispositivo, acceder a pistas de audio que profundizan la descripción, explicación o guía del objeto representado en 3D de la tarjeta. El dispositivo cuenta en su

interfaz con guías accesibles que le permiten a la persona con baja visión o ceguera manipular sus pulsadores para acceder a la información enlazada al chip NFC y reconocida por el dispositivo.

Debido a su capacidad, el dispositivo también puede funcionar sin fichas hápticas, pues tiene el alcance necesario para que el dispositivo reconozca un TAG NFC presente en estaciones, lugares y demás sitios en donde se hayan programado intenciones comunicativas de exploración, por ende, también permite su uso en la exploración de sitios o modelos 3D a gran escala que superan las dimensiones portables de la carcasa del dispositivo.

La presente tecnología se relaciona con un dispositivo electrónico (10) que pertenece al campo de los Sistemas Embebidos y la Interacción Humano-Computadora, con una aplicación específica y principal en el dominio de las Tecnologías de Asistencia para personas con discapacidad visual. Este dispositivo permite a las personas ciegas y con baja visión, utilizar las habilidades hápticas y táctiles para acceder a información multisensorial enriquecida en el disfrute, goce y aprendizaje de las aves, lugares, monumentos y otros conceptos académicos.

Entre las principales características del dispositivo, se destaca que es un dispositivo portátil (10) y de total autonomía, tanto el sistema embebido como los módulos del sistema, los periféricos y los componentes electrónicos asociados requieren alimentación eléctrica para su funcionamiento como se observa en las Figuras 4A y 4B. Para facilitar su portabilidad, el dispositivo puede alimentarse mediante una batería recargable (6) de Polímero de Litio (LiPo) de 3.7V a 2200 mAh. Además, el dispositivo cuenta con un booster (19), el cual es un módulo convertidor DC-DC Step-Up para elevar el voltaje de la batería a 5V. También cuenta con un cargador de batería de litio con protección diseñado específicamente para cargar este tipo de baterías de manera segura y eficiente, protegiendo de sobrecargas. Se conecta por micro-USB a la fuente de carga.

El dispositivo háptico cuenta además con una unidad central de procesamiento (15), la cual es un microcomputador de placa única Raspberry Pi Zero 2W, que se monta directamente sobre una placa de circuito impresa (2) (PCB por su sigla en inglés) que proporciona suficiente potencia computacional para aplicaciones avanzadas de procesamiento de señales, manejo de sensores, y control de interfaces. Logra esto manteniendo un consumo energético bajo, apenas de

0.5W a 1.7W, lo que permite su integración en dispositivos autónomos o portables sin sacrificar rendimiento.

En cuanto al sistema operativo, es una versión basada en una distribución Linux Lite, optimizada para hardware de bajo consumo que marca una ventaja sobre microprocesadores o microcontroladores clásicos. Esta versión, facilita el acceso a paquetes para el uso de lenguajes de alto nivel como Python, C++, Node entre otros, Apropiado para usos IoT.

El dispositivo también cuenta con un módulo NFC (4) para Lectura/escritura de etiquetas NFC y para identificar cada etiqueta. Emplea tecnología de identificación por radiofrecuencia RFID con una sub-categoría NFC, esta es la tecnología de comunicación inalámbrica central que actúa como puente entre los objetos físicos y el sistema digital, permitiendo la identificación de tarjetas u objetos etiquetados. En particular, se emplea un módulo NXP PN532, y una antena de inducción de cobre laminada, y se conectan a la placa de circuito impresa (2) mediante un bus de comunicación I²C. Además, cuenta con unas fichas o tarjetas hápticas (20) las cuales son intercambiables, dotadas de réplicas 3D (21) a escala de la información a conocer (objetos, lugares, animales, moléculas, gráficos entre otros) en las cuales se encuentra insertado un chip NFC que permite a través de las fichas/tarjetas la interacción háptica del usuario.

La invención emplea una interfaz de usuario, donde la información digital es accedida y manipulada directamente a través de objetos físicos. El objeto que contiene el identificador único (UID) del NFC, no solo es un activador, es además la clave de acceso a contenido interactivo. El ecosistema incluye un servidor de administración web, que se ejecuta localmente en el propio dispositivo (10), una característica propia de los sistemas embebidos modernos conectados, es permitir la gestión remota del contenido sin depender de la nube o software externo. Además, el dispositivo emplea una pantalla OLED (5) de 0.96 pulgadas (2.43 cms) con controlador y conectada al bus I²C. El dispositivo cuenta con un pulsador/botón (12) que permite a un usuario administrar y gestionar el contenido de las tarjetas y los archivos de audio asociados.

Con esta tecnología se busca superar la imitación de interacción unidireccional en sistemas NFC y ausencia de menús navegables táctiles. Además, resuelve la incapacidad de los sistemas NFC tradicionales para ofrecer múltiples opciones de

contenido desde una sola etiqueta, implementando un modelo "Objeto a Menú Auditivo" con selección mediante pulsadores o botones físicos (7).

Soluciona la dependencia de múltiples dispositivos y la falta de movilidad en soluciones de accesibilidad, al integrar todas las funciones en una única unidad compacta y autónoma. Además, resuelve la barrera técnica para actualizar contenido en sistemas embebidos, al incorporar un servidor web ligero auto-alojado que permite la gestión remota e intuitiva de datos y archivos de audio a través de una interfaz web estándar.

El dispositivo háptico (10) soluciona la incertidumbre del usuario con discapacidad visual y de baja visión sobre el estado del sistema, mediante un protocolo de retroalimentación multisensorial que proporciona confirmaciones claras y simultáneas a través de vibración y sonido. El dispositivo emplea un motor de vibración de masa excéntrica para respuesta háptica de detección.

El dispositivo (10) electrónico ergonómico de interacción háptico-auditiva cuenta con una estructura principal (1), la cual es una carcasa impresa en 3D o inyectada, fabricada en un material termoplástico, preferentemente PETG, elegido por su resistencia al impacto y durabilidad y diseñada a medida para ser compacta, robusta y ergonómica como se observa en el prototipo de las Figs. 5A y 5B. Los componentes electrónicos están interconectados a través de una placa de circuito impreso (2) personalizada y alojados dentro de la carcasa ergonómica (1). Esta placa actúa como la placa madre, que recibe y conecta todos los periféricos y la batería a través de buses de conexión como se observa en las Figs. 4A y 4B. El dispositivo cuenta con una ventana de ventilación (13) del tipo rejilla que permite la circulación de aire para enfriar los componentes internos y evitar el sobrecalentamiento durante su operación como se ilustra en la Figura 3B y poder mantener un rendimiento óptimo.

El microcontrolador (15) es el circuito programable que cuenta con entradas y salidas digitales y analógicas, utilizadas para programar las diferentes funciones que necesitan de electricidad para operar, como la detección de estímulos mecánicos en los pulsadores A, B, C (7) como interruptores táctiles para todas las funciones de interacción, control de volumen, encendido/apagado del dispositivo, selección de audios y modo de operación; el accionamiento de indicadores visuales (8) a través de diodos emisores de luz (LEDs) de 3mm para la identificación de detección de tarjeta (20) y reproducción de audio. El dispositivo cuenta con un decodificador de

audio para la amplificación de las señales de sonido con soporte para audífonos 3.5 mm. El amplificador (17) emplea un protocolo de sonido digital I²S para convertir audio digital a analógico para auriculares. El contenido de audio se consume a través del puerto de auriculares (18) estándar de 3.5mm, permitiendo el uso de auriculares personales para una experiencia inmersiva y privada.

El dispositivo (10) ha sido diseñado y optimizado para funcionar de manera fiable al usuario en el dominio de discapacidad visual y de baja visión mediante las siguientes etapas:

Interacción Táctil: El usuario sostiene el dispositivo (10), guiado por la ergonomía de la carcasa (1), localizando la zona de lectura NFC (4) en la parte superior y los botones (7) en el costado izquierdo. Una vez encendido el dispositivo, entra en un estado de escucha activa y espera constante, el cual tiene dos "sentidos" siempre activos:

- El NFC: Continuamente emite una señal de baja energía preguntando si hay presencia de una tarjeta o TAG NFC cerca.
- El tacto de los Botones: Constantemente verifica si alguno de los botones físicos ha sido presionado.

Distancia de Lectura NFC: Acercamiento a una tarjeta o etiqueta NFC a una distancia máxima de 4 cm para una detección fiable. En esta etapa de reconocimiento, cuando un usuario acerca una tarjeta NFC, el dispositivo la detecta y lee su identificador único (UID) por medio de un lector NFC (11), que es como el carné de identidad de esa tarjeta. Inmediatamente, el procesador busca este UID en la base de datos interna. Si encuentra el UID, confirma que es un TAG NFC conocido y procede. Si no lo encuentra, simplemente ignora la tarjeta y vuelve al estado de escucha activa.

Retroalimentación Sensorial: El dispositivo proporciona confirmación inmediata de la detección de tarjeta y de la selección de botones a través de vibraciones, sonidos audibles y respuesta gráfica en la pantalla (5). En esta etapa de confirmación multisensorial, una vez validada la tarjeta, el procesador ejecuta un protocolo de retroalimentación diseñado para comunicar el éxito al usuario sin necesidad de que vea nada. Desencadenando tres acciones simultáneas, para garantizar al usuario que su acción fue exitosa:

- i) Envía un pulso eléctrico al motor de vibración (respuesta háptica).
- ii) Envía una señal de audio para reproducir un sonido corto de confirmación (respuesta auditiva).
- iii) Envía datos a la pantalla OLED para mostrar el nombre asociado y enciende un LED de presencia NFC (respuesta visual).

Espera de instrucciones: Con la tarjeta reconocida, el dispositivo entra en un nuevo estado: "esperando instrucción". Ahora sabe qué tarjeta es y espera a que el usuario le diga qué quiere hacer presionando uno de los botones (A, B o C) (7).

Ejecución de la Acción: Cuando el usuario presiona un botón, el dispositivo lo detecta y el procesador vuelve a consultar la base de datos con una pregunta más específica: "Para la tarjeta que está activa, ¿qué audio corresponde al botón presionado?". La base de datos le devuelve la ruta exacta del archivo de audio correspondiente. Finalmente, el procesador carga ese archivo y lo reproduce, completando el ciclo de interacción.

El dispositivo (10) de la presente invención se puede cargar con contenido por medio de una interfaz de administración web (servidor web) para gestionar/almacenar y actualizar archivos de texto y audio en la base de datos de manera remota por protocolo SSH. El servidor web basado en Flask, se ejecuta localmente en el propio dispositivo, para permitir la gestión remota del contenido sin depender de la nube. El principal propósito de esta herramienta de creación de contenido es permitir que se almacene en el dispositivo nuevas tarjetas y les asocie nuevos contenidos de audio en formatos comunes como MP3, WAV a través de conectividad Wi-Fi en la misma red del dispositivo.

El procesador del dispositivo, que también actúa como un pequeño servidor web, recibe una solicitud y le presenta a un administrador la interfaz de inicio de sesión y gestión para crear una nueva entrada, gestionando los campos vacíos con los siguientes datos: i) El nombre del ave; ii) El identificador único (UID) de la nueva tarjeta NFC que representará a esa ave; y iii) Tres campos para cargar archivos de audio, etiquetados como "Audio A", "Audio B" y "Audio C". en formato mp3.

Al completar y guardar los campos de texto y audio, la interfaz web empaqueta toda esta información de textos y archivos y la envía al procesador del servidor web que corre en el dispositivo y realiza las siguientes tareas:

i) Almacenamiento de Archivos: Guarda los tres archivos de audio en una carpeta específica dentro de la memoria SD del dispositivo; y

ii) Actualización de la Base de Datos: Abre la base de datos interna y ejecuta un conjunto de comandos para registrar la nueva información de los archivos y son copiados a la tarjeta microSD del dispositivo.

Este proceso garantiza que la nueva información y sus respectivos audios queden vinculados con el ID respectivo en la memoria SD del dispositivo. Una vez completado el proceso, el nuevo contenido está disponible instantáneamente.

Ejemplo de Operación:

1. Fase de Preparación -Administrador:

- Un administrador utiliza la Interfaz de administración Web para registrar una nueva tarjeta NFC con el UID_{123-ABC} bajo el nombre "Águila".
- Carga tres archivos de audio: descripcion.mp3 (para el botón A), canto.mp3 (para el botón B) y habitat.mp3 (para el botón C).
- La interfaz de administración guarda estos archivos en la memoria microSD del dispositivo y actualiza la base de datos interna, creando los vínculos entre el UID_{123-ABC} y las rutas de estos tres archivos.

2. Fase de Interacción ---Usuario Final o usuario No Vidente:

- El usuario se encuentra con un modelo de un águila que tiene la tarjeta NFC con el UID_{123-ABC} incrustada.
- El usuario acerca el modelo en 3D al dispositivo portátil y lo encaja en el espacio dispuesto para esto.

El procesador del dispositivo lee el UID_{123-ABC}. Lo busca en la base de datos interna que fue previamente actualizada por el administrador y encuentra una coincidencia.

- El dispositivo vibra, enciende un LED, envía datos a la pantalla OLED y emite un sonido, confirmando que el "Águila" ha sido reconocida.

3. Cierre del Ciclo:

- El usuario, interesado en el sonido del ave, presiona el botón "B".
- El procesador consulta de nuevo la base de datos, preguntando: "Para el UID_{123-ABC}, ¿qué audio corresponde al botón B?".

- La base de datos le devuelve la ruta al archivo canto.mp3.
- El dispositivo reproduce el sonido del canto del águila.