Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

TÍTULO DE PATENTE NO. 267160

Titular(es): CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL I.P.N.

Domicilio(s): Av. Instituto Politécnico Nacional, Número 2508, Colonia San Pedro Zacatenco, 07360, Distrito Federal, MÉXICO

Denominación: SISTEMA DE NAVEGACIÓN PARA PERSONAS CON DEBILIDAD VISUAL BASADO EN LOCALIZACIÓN SATELITAL.

Clasificación: Int.Cl.8: A61H3/06; G01C21/20; G01S5/14; G08G1/005; G10L13/00

Inventor(es): PABLO ROGELIO HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ; HÉCTOR PÉREZ PONCE

SOLICITUD

Número:	Fecha de presentación:	Hora:
PA/a/2005/011796	3 de noviembre de 2005	10:50

PRIORIDAD

País:	Fecha:	Número:

ESTA PATENTE CONCEDE A SU TITULAR EL DERECHO EXCLUSIVO DE EXPLOTACIÓN DEL INVENTO RECLAMADO EN EL CAPÍTULO REIVINDICATORIO Y TIENE UNA VIGENCIA IMPRORROGABLE DE VEINTE AÑOS CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA DE PRESENTACIÓN DE LA SOLICITUD, QUE ESTARÁ SUJETA AL PAGO DE LA TARIFA CORRESPONDIENTE.

Fecha de expedición: 2 de junio de 2009

EL DIRECTOR DIVISIONAL DE PATENTES

QUÍM. FABIÁN R. SALAZAR GARCÍA

MX/2009/47061

267160 2005/11796

02/06/09

SISTEMA DE NAVEGACIÓN PARA PERSONAS CON DEBILIDAD VISUAL BASADO EN LOCALIZACIÓN SATELITAL

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

Campo de invención

La presente invención se relaciona con los sistemas de ayuda para la ubicación y desplazamiento autónomo de personas con problemas visuales en zonas urbanas.

Antecedentes de la invención

El término debilidad visual, está definido como una limitación funcional de la vista que incluye a una limitación no severa, que representa una dificultad para ver palabras y letras y a una limitación severa, que imposibilita verlas.

Dentro de la categoría de limitación severa se encuentra el término "*Ceguera*", empleado cuando una persona puede ver sólo hasta 6 metros de distancia lo que una persona normal podría ver hasta 60 metros o cuando el campo visual de una persona no rebasa los 20 grados.

Según los datos registrados por el INEGI en el año 2000, 467,040 personas padecen problemas de debilidad visual en México de las cuales 76,679 habitan en el área metropolitana de la Ciudad de México.

Uno de los objetivos primordiales de las personas que sufren problemas de debilidad visual es la de lograr independencia en su movilidad cuando se desplazan por una zona urbana. Esta independencia es obstaculizada principalmente por la falta de información en un formato utilizable por personas que presentan una debilidad visual. La mayoría de la información utilizada para poder navegar dentro de una zona urbana se codifica de manera visual, como es el caso de mapas, nombres de calles, semáforos y la mayoría de la información vial.

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

Actualmente existen dos métodos que tratan este problema: recurrir a instructores de movilidad y orientación, quienes predominantemente trabajan con bastones largos como herramienta de trabajo e Instructores de Perros Guía. Estas ayudas son catalogadas como ayudas primarias y su función principal es la de proveer información sobre el ambiente que se encuentra enfrente del usuario y que puedan evitar situaciones de peligro. De lo anterior surge el planteamiento acerca del tipo de información que podría proporcionar una ayuda electrónica de viaje para una persona con debilidad visual que esté más allá de la información que la persona haya adquirido a través de sus sentidos restantes en conjunción con el bastón largo y el perro guía

Se pueden encontrar tres tipos de problemas básicos en el uso de las ayudas primarias: orientación con respecto al ambiente general, orientación con respecto al ambiente local y la detección de obstáculos que no puedan ser detectados por las ayudas primarias.

En este documento se reporta el diseño de un sistema electrónico que pueda ser utilizado como ayuda secundaria, es decir, que trabaje en conjunto con las ayudas primarias y que ataque el primer problema básico, que se refiere a la orientación con respecto al ambiente general.

Actualmente existen 2 productos comerciales que también atacan este problema. Estos son: *"Braille-Note (Grupo Sendero, Canada)" y "Trekker (VisuAide, EUA)".* Estos son sistemas que utilizan localización satelital a través del sistema GPS (*Global Positioning System,*Sistema Global de Posicionamiento) para determinar la posición del usuario y a través de un PDA (*Personal Digital Assistant, sistema de ayuda personal digital*) dan información al usuario sobre su ubicación.

Para el caso del primer sistema "Braille-Note", la manera de ingresar datos se hace a través de un teclado Braille y la respuesta del sistema se da por medio de un altavoz. Cabe mencionar que este sistema utiliza una PDA con un diseño especialmente dirigido a personas con debilidad visual ya que no cuenta con una

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

pantalla para el despliegue de datos o mensajes sino con una interfaz Braille como salida.

En el caso del sistema "Trekker *(VisuAide, EUA)*", el usuario ingresa sus comandos por medio de los botones frontales de la PDA y recibe información a través de un altavoz que va conectado a la interfaz de audio de la PDA. Este sistema utiliza archivos de audio para grabar los puntos de interés que el usuario desee generar, por lo que el consumo de memoria se incrementa.

Las diferencias principales de estos sistemas con el presentado en esta solicitud radican en:

a) La manera de interactuar entre el sistema y el usuario. En lugar de utilizar teclados Braille o botones frontales como lo hacen los sistemas mencionados, el desarrollado utiliza voz para comandar al sistema.

b) La manera de interactuar entre los dispositivos que conforman al sistema.

c) Los comandos y la información que proporciona el sistema se dan en idioma español.

d) El sistema utiliza archivos de texto y el portapapeles de la PDA para almacenar la información de puntos de interés en espacios pequeños de memoria.

e) Cuenta con el mapa de la zona metropolitana de la ciudad de México procesado para proporcionar una mayor resolución.

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

Breve descripción de figuras

Figura 1. Diagrama a bloques del sistema de navegación para personas con debilidad visual basado en localización satelital. El hardware está compuesto por un GPS(Global Positioning System), una PDA(Personal Digital Assistant) y un sistema inalámbrico de comunicación del tipo Bluetooth. La interacción bidireccional sistema-usuario se hace mediante voz y en el idioma español.

Descripción detallada de la invención

El objetivo principal de este sistema es el de poder orientar a una persona con debilidad visual dentro del área de una zona urbana, conduciéndolo de un lugar a otro a través de una ruta confiable por medio de información auditiva. El usuario podrá solicitar, con su propia voz, la ubicación de lugares de interés personal. De esta forma se reduce la necesidad de asistencia externa, y que aumentará en consecuencia la independencia del usuario. Todo el intercambio de información entre el usuario y el sistema se lleva a cabo a través de un dispositivo de manos libres que funciona con tecnología inalámbrica del tipo *Bluetooth* (Sistema inalámbrico de comunicación por radiofrecuencia). De esta manera el usuario recibe información de manera auditiva e ingresa información y comanda al sistema mediante su voz. Todo se hace en idioma español. El sistema utiliza un sintetizador de voz para generar las salidas del sistema y un programa de reconocimiento de voz para capturar las entradas al sistema.

El sistema está basado en localización satelital para determinar la posición del usuario dentro de una zona urbana. Esto se logra con el uso de un GPS comercial (Global Positioning System), el cual envía la información adquirida a una PDA (Personal Digital Assistant) o comúnmente llamada "Agenda Electrónica" en donde se compara la posición del usuario con una base de datos que contiene las coordenadas de las esquinas de la zona obtenidas del programa comercial Mapsonic, cuya información ha sido procesada para producir un mapa optimizado para esta aplicación. Una vez comparada la posición, el usuario sabe en qué calle o

esquina está ubicado y puede solicitar al sistema, con su voz, que genere rutas a otros destinos con sólo indicar los nombres de las calles a las que desea ir.

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

De igual manera, también se pueden generar rutas a púntos de interés personal indicando el nombre de estos puntos mediante voz. Estos puntos de interés son generados por el usuario, quien entrena al sistema emitiendo los nombres correspondientes con su voz y que son almacenados en una base de datos, de manera que el sistema puede ser personalizado. Después de haber generado las rutas, el sistema guía al usuario para que recorra esta ruta y llegue a su destino. Durante el recorrido, el usuario será advertido de la proximidad de esquinas y de la dirección que tenga al caminar, es decir, si el usuario deja de caminar de manera paralela a la calle será notificado para que corrija su dirección. El usuario, al ingresar a una calle, será informado del nombre de la calle a la que ingresó y de igual manera al arribar a una esquina se le dirán los nombres de las calles que se cruzan en esa esquina, de manera que el usuario tenga una idea de la geometría de la esquina. Las rutas generadas no son las más cortas, sino las más convenientes debido a que se toma en cuenta la seguridad de las calles para la generación de las mismas. El algoritmo utilizado para generar las rutas es el "Algoritmo de Dijkstra" con una modificación especial para poder adaptarlo a las condiciones de cómputo de la PDA.

El sistema consiste de tres dispositivos:

- Un GPS que utiliza la tecnología WAAS (*Wide Area Augmentation System*, sistema de detección satelital con alta resolución).

- Una PDA que ejecute el sistema operativo WindowsCE.

- Un dispositivo de manos libres con tecnología *Bluetooth* (Sistema inalámbrico de comunicación por radiofrecuencia).

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

El sistema GPS utiliza la tecnología WAAS para poder obtener la ubicación del usuario con una resolución menor a 3 metros. Por medio de comunicación serial (RS-232) se comunica con la PDA para entregar la latitud, longitud y dirección de viaje del usuario. Una vez recibida la información, la PDA la procesa y genera información hablada en español que es enviada al dispositivo de manos libres inalámbrico para que la reciba el usuario. Además de recibir información, el usuario puede generar instrucciones habladas para que sean ejecutados por la PDA. Estas instrucciones son transmitidas desde el dispositivo de manos libres hacia la PDA. La comunicación entre la PDA y el dispositivo de manos libres se lleva a cabo utilizando comunicación de radiofrecuencia del tipo *Bluetooth.*

La PDA es la encargada de realizar todo el procesamiento de información, el GPS es utilizado como sensor de posicionamiento, y el dispositivo de manos libres utilizado como conducto de información para generar entradas y salidas al sistema.

La interfaz usuario-máquina está establecida por medio de programas de síntesis y de reconocimiento de voz. El programa de reconocimiento de voz es la entrada para nuestro sistema, mientras que el programa de síntesis de voz es la salida del sistema. La interacción de estos programas externos con nuestro programa principal se lleva a cabo a través de archivos de texto y el portapapeles de la PDA.

El programa de reconocimiento de voz se encarga de activar programas secundarios que se encuentran vinculados a los comandos pedidos por el usuario. Estos programas secundarios generan un archivo de texto con la entrada que se desea ingresar al sistema. El programa principal monitorea constantemente la existencia de algún archivo de texto, de manera que cuando lo encuentre toma su contenido y genera la acción correspondiente al comando pedido.

Por otro lado, el programa de síntesis de voz es activado por el programa principal después de haber grabado en el portapapeles la información que desea externar. El programa de síntesis de voz lee la información del portapapeles y la convierte a audio.

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

El diagrama a bloques del sistema se muestra en la figura 1.

El programa principal es el encargado de mantener una comunicación continua con el GPS de manera que se conozca la posición del usuario en cada instante. Esta posición es entonces comparada con un mapa electrónico de una zona urbana para determinar así, en qué calle o esquina se encuentra ubicada la persona. Además, esta posición también es comparada con una base de datos que contiene la posición de puntos clave de interés personal, la cual ha sido previamente generada por el usuario. De esta manera, cuando el usuario pasa cerca de uno de estos puntos clave, será informado por el sistema. El usuario también será avisado previamente sobre la llegada a una esquina para que tome sus respectivas precauciones. Al arribar a la esquina, el sistema le dirá cuántas calles se intersectan en este lugar, mencionado el nombre de las calles y posteriormente, cuando salga de esa esquina, se le mencionará el nombre de la calle a la que ha accedido. De esta manera, el usuario sabrá a cada momento su posición y podrá crear el nombre de la calle donde se encuentra ubicado y la distancia a la que se encuentra de la esquina hacia la cual camina. El sistema además de monitorear la posición del usuario también monitorea su dirección de viaje, de manera que si su dirección varía más de 30 grados con respecto a la línea paralela a la acera, el usuario será informado para que ajuste su dirección.

El usuario puede pedir, con su voz, que se le guíe para ir a otro punto en particular, ya sea una esquina o un punto clave. Cuando esta petición se genera con la voz del usuario, el programa principal buscará la mejor ruta para llegar al punto deseado y guiará al usuario para que llegue a su destino final. Mientras el usuario es guiado, también obtiene información sobre su dirección de manera que se mantenga caminando de forma paralela a las aceras y cuando una intersección esté cerca se le avisa previamente para que tome sus precauciones. El algoritmo de búsqueda de rutas también considerará el nivel de inseguridad que presentan los caminos e irregularidad de las aceras entre otros factores.

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

El usuario puede ingresar nuevos puntos clave y borrar puntos clave existentes de manera que la base de datos sea personalizada. Todo el intercambio de información entre el usuario y el sistema desarrollado se realiza utilizando voz en idioma español. Para esto se utiliza un sistema de mános líbres que utiliza la tecnología inalámbrica del tipo *Bluetooth*, de manera que el GPS y la PDA sean guardados en una bolsa de viaje y se mantenga la comunicación vía RF con el sistema de manos libres.

El software del sistema fue desarrollado en el lenguaje de programación Embedded Visual Basic de Microsoft el cual puede ser descargado gratuitamente desde el sitio de Internet de Microsoft. Los programas desarrollados en este lenguaje sólo pueden ser ejecutados en PDA que operen con el sistema operativo Windows CE. Debido a que este software no genera archivos ejecutables es necesario instalar previamente el Software "Embedded Visual Basic Runtime" para que los programas puedan ser ejecutados en la PDA. El programa también puede ser descargado gratuitamente desde el sitio de Microsoft.

Comunicación con GPS

El módulo de comunicación con el GPS es el encargado de mantener un puerto de comunicación serial RS-232 abierto por medio del cual se establece la conexión con el GPS. A través de esta conexión, el GPS manda la posición del usuario mediante el protocolo NMEA 0183, el cual codifica información tal como latitud, longitud, altitud, velocidad, dirección y relación señal a ruido de la señal proveniente de cada uno de los satélites. Esta información es entonces recibida y decodificada por este módulo para que pueda ser utilizada por el resto del programa.

El puerto serial de la PDA utilizado para realizar la comunicación con el GPS depende del tipo de GPS que sea utilizado. Para el caso en que se utilice un GPS sin sistema de comunicación *Bluetooth*, el puerto serial utilizado es el COM1, mientras que para el caso del GPS con *Bluetooth* se utiliza el puerto serial COM8.

Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

Los parámetros de configuración necesarios para establecer la comunicación serial RS-232 son los siguientes:

- 4800 bps
- 8 bits de datos
- 1 bit de parada
- Sin paridad

La decodificación de la información proveniente del GPS se realiza a través del componente *activeX "GpsTools"*, el cual también se encarga de establecer la comunicación serial con el GPS. Este programa contiene un módulo de programación en *Embedded Visual Basic*, el cual guarda en variables definidas la información proveniente del GPS, para que posteriormente pueda ser utilizada por el resto del programa.

Generalmente, esta forma contiene objetos de texto en donde se depositan los valores obtenidos de la comunicación establecida con el GPS. No obstante, también contiene código referente a la licencia necesaria para el uso del componente *activeX GpsTools* y código para la inicialización de la comunicación serial con el GPS. Esta comunicación se realiza a través del componente "PortEnabled" del objeto "objParser".

A esta forma se accede de manera automática para inicializar la comunicación con el GPS al momento de iniciar el programa, por lo que su uso es transparente para el usuario. No obstante, esta forma podrá ser accesada en caso de que sea necesario verificar la comunicación con el dispositivo GPS.

Protocolo NMEA 0183

El protocolo NMEA 0183 codifica la información cuando es transmitida desde un GPS de la siguiente manera:

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

$GPGGA,111111,1926.781,N,09908.8894,W,1,09,2.0,2230,M,39.9,M,,*42
$GPGSV,3,1,10,01,01,027,00,07,32,340,44,08,60,170,49,10,11,267,38*72
$GPGSV,3,2,10,11,16,080,40,13,28,017,43,27,55,107,48,28,57,240,48*76
$GPGSV,3,3,10,29,22,223,42,31,19,137,41*7C
$GPRMC,111111,A,1926.781,N,09908.8894,W,7.1922228,142,111111,6.2,E*49

Como se puede observar, la información transmitida se encuentra en formato de texto. Cada línea comienza con el símbolo "$" lo cual indica el inicio de línea y terminan con <CR><LF> (*carriage return y line feed*). En el código "GP***", GP indica que se trata información proveniente de un GPS; esta porción es llamada "*Talker Identifier*". Los siguientes tres caracteres identifican el tipo de información que será transmitida y son llamados "*Sentence Identifier*". Para la primera línea tenemos la siguiente codificación:

GGA Global Positioning System Fix Data. Time, Position and fix related data for a GPS receiver

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

```
$--GGA,hhmmss.ss,llll.ll,a,yyyyy.yy,a,x,xx,x.x,x.x,M,x.x,M,x.x,xxxx*hh
1) Time (UTC)
2) Latitude
3) N or S (North or South)
4) Longitude
5) E or W (East or West)
6) GPS Quality Indicator,
0 - fix not available,
1 - GPS fix,
2 - Differential GPS fix
7) Number of satellites in view, 00 - 12
8) Horizontal Dilution of precision
9) Antenna Altitude above/below mean-sea-level (geoid)
10) Units of antenna altitude, meters
11) Geoidal separation, the difference between the WGS-84 earth
ellipsoid and mean-sea-level (geoid), "-" means mean-sea-level below
ellipsoid
12) Units of geoidal separation, meters
13) Age of differential GPS data, time in seconds since last SC104
type 1 or 9 update, null field when DGPS is not used
14) Differential reference station ID, 0000-1023
15) Checksum
```

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

Para la segunda, tercera y cuarta se tiene:

GSV Satellites in view

```
1 2 3 4 5 6 7 n
```

```
$--GSV,x,x,x,x,x,x,x,...*hh
1) total number of messages
2) message number
3) satellites in view
4) satellite number
5) elevation in degrees
6) azimuth in degrees to true
7) SNR in dB
more satellite infos like 4)-7)
n) Checksum
```

Y para la última se tiene:

RMC Recommended Minimum Navigation Information

```
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
```

```
$--RMC,hhmmss.ss,A,llll.ll,a,yyyyy.yy,a,x.x,x.x,xxxx,x.x,a*hh
1) Time (UTC)
2) Status, V = Navigation receiver warning
3) Latitude
4) N or S
5) Longitude
6) E or W
7) Speed over ground, knots
8) Track made good, degrees true
9) Date, ddmmyy
10) Magnetic Variation, degrees
11) E or W
12) Checksum
```

El *Checksum* se indica después del símbolo "*" y son dos números hexadecimales que representan la operación lógica OR exclusiva de todos los caracteres entre el símbolo "$" y "*" sin incluir estos.

IMPI Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

Creación de Mapa Electrónico (Base de Datos).

El mapa electrónico fue creado utilizando el programa "Mautly GPS Simulator", el cual toma un mapa en formato de mapa de bits (bitmap) como referencia para poder obtener las coordenadas (latitud y longitud) de todas las esquinas contenidas en él. Esta imagen del mapa es calibrada por medio de la herramienta "GpsTools Studio", la cual realiza regresiones para poder obtener una relación entre la posición en píxeles de una imagen (x,y) con su correspondiente latitud y longitud. De esa manera se obtiene un aproximado de las coordenadas de las calles y esquinas del mapa.

El software *Mautly GPS Simulator* simula el funcionamiento de un GPS, genera un código compatible con el protocolo NMEA 0183 y lo transmite a través del puerto serial de la computadora personal. La información enviada con el protocolo NMEA es la posición que tiene el cursor dentro de la imagen del mapa mencionado anteriormente, la cual es recibida por la PDA que ejecuta el software "Mapsonic". Este es un software comercial para GPS que trabaja con un mapa de la ciudad de México. Este software recibe la posición del GPS y la muestra en pantalla en un mapa. De esta manera se puede saber de manera precisa la posición del centro de todas las esquinas de nuestro mapa. Dicho de otra manera, con la imagen en formato de mapa de bits calibrado obtenemos una aproximación de la posición de las esquinas y utilizando el programa *Mautly GPS Simulator* y el software *Mapsonic* obtenemos la posición exacta de las esquinas.

Módulo de interacción con el usuario

El módulo de interacción con el usuario establece la comunicación oral entre el sistema y el usuario a través de dos programas comerciales; uno es un programa de síntesis de voz el cual es utilizado como interfaz de salida y el otro es un programa de reconocimiento de voz el cual es la interfaz de entrada. De esta manera todos los comandos ingresados por el usuario y todos las direcciones dadas por el software se hacen de manera hablada en idioma español.

IMPI
Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

Síntetizador de Voz

El software de síntesis de voz utilizado es: "Digit Pocket (Elan Speech, Francia)". Este software convierte el contenido del portapapeles a audio por medio de un sintetizador de voz. Un problema que presenta este software para poder reproducir de manera automática el contenido del portapapeles es el de necesitar el pulso del botón "PLAY" después de haber grabado en el portapapeles la información que va ha ser reproducida. Por esta razón, se hace necesario el uso de un módulo de simulación de interacción humana en nuestro programa para poder ejecutar de manera automática la reproducción del audio. De esta manera, primeramente se almacena la información de texto que se desea leer en el portapapeles, posteriormente se ejecuta el programa "Digit Pocket" y finalmente se simula el clic del Mouse sobre el botón de reproducción.

En el programa principal, se utiliza la función *texttospeech ("Texto a leer")* para activar el programa "Digit Pocket", almacenar el texto a leer en el portapapeles y activar un temporizador llamado "TmrTesttoSpeech" el cual simulará el pulso del botón "Play" después de 850 milisegundos de haber activado el programa "Digit Pocket".

Reconocimiento de Voz

El software de reconocimiento de voz utilizado es: "NeuVoice Navigator (Neuvoice Limited, Inglaterra)". Este software le asigna un comando de voz a algún programa en particular de manera que cuando se realice el reconocimiento y se identifique este comando, se ejecutará el programa vinculado al comando.

Por lo tanto, se han creado subprogramas que al ser ejecutados crean un archivo de texto cuyo contenido especifica la función que debe de realizar el programa principal. De la misma manera se generaron archivos que graban números o letras en el archivo de texto para poder así buscar nombres de calles o puntos de interés mientras son deletreados.

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

El programa NeuVoice cuenta con un subprograma llamado "NeuVoice Manager" donde se seleccionan los subprogramas que van a hacer vinculados a algún comando de voz. Esto se realiza seleccionando la opción "Nuevo" en el menú del programa lo cual abrirá una pantalla. Haciendo clic en la opción de "Adicionar" puede buscar con el explorador el programa que será vinculado al comando de voz.

Una vez seleccionado el programa se deberá entrenar el comando de voz. Esta fase requiere de la participación de una persona para el manejo de la PDA. De la lista de programas que tengamos seleccionados se tiene que seleccionar y dejar sostenido el lápiz en el programa que deseamos entrenar, así una lista se abrirá. De dicha lista se tiene que seleccionar la opción "Train Voice Tag". Posteriormente una ventana pedirá que digamos el nuevo comando de voz, el cual será vinculado al programa. De esta manera los comandos de voz pueden ser personalizados para cada usuario.

Después de haber entrenado los subprogramas, el programa principal de nuestro sistema ejecutará el programa "NeuVoice Navigator" cada vez que requiera tener interacción con el usuario. Cuando se requiera que el usuario ingrese algún dato, un sonido "ding" se escuchará en la bocina de manos libres y una ventana se mostrará en la pantalla indicando al usuario que el programa requiere una entrada.

Programas Externos

El programa principal debe de hacer un llamado a programas externos para poder interactuar con el usuario. La manera de hacer esto es a través de un módulo de ejecución de software externo llamado "Shell.bas".

Este módulo abre procesos a través de la librería "Coredll". La manera de utilizarse es a través de la función *shell ("nombre del programa a abrir, parámetros")*. Este módulo fue obtenido de manera gratuita de la red internet (http://www.devbuzz.com/).

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

Módulo de Simulación de Interacción Humana

Este módulo es llamado "SimMouseClick.bas" y su función es simular el movimiento del Mouse que, para el caso de la PDA, será la simulación del uso del lápiz o *stylus*. Esta simulación se genera creando eventos en la librería "Coredll" y su uso es bastante sencillo. Para posicionar el Mouse en un determinado lugar dentro de la pantalla se debe llamar a la función *MoveMouse X,Y* donde X y Y indican la posición. Para simular el clic del Mouse se llama a la función *LeftClick( )*.

Como se puede observar, en el módulo existen otras opciones como es el caso de "*RightClick*" y "*MiddleClick*", esto se debe a que el módulo fue desarrollado para aplicaciones en PC, aunque direccionando los eventos a la librería "Coredll" puede ser utilizado en la PDA. Este módulo fue obtenido de manera gratuita de la red (http://www.devbuzz.com/)

Módulo de Reproducción de Audio

Este módulo llamado "BasVoiceRec.bas" tiene la función de grabar y reproducir archivos de audio. Dentro de nuestro sistema únicamente la función de reproducción de archivos de audio es utilizada. Cuando se genera el sonido "bip", antes de lanzar el programa de reconocimiento de voz, se hace uso de esta función. La manera de utilizar esta función es: *PlaySoundFile "nombre del archivo"*. Este módulo fue obtenido de manera gratuita de la red (http://www.devbuzz.com/)

Programas Secundarios

Los programas secundarios son programas que son activados por el software de reconocimiento de voz y su función es la de crear un archivo de texto que contenga la instrucción seleccionada por el usuario. Este archivo de texto es nombrado "commands.txt" y se crea en la carpeta "\My Documents" en la PDA. Otro archivo también es generado al mismo tiempo y su función es la de indicar al programa principal que se ha generado una entrada por el usuario. El nombre del archivo es

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

"*ready*" y también es generado en la carpeta "\My Documents". El contenido de este archivo es el mensaje "ready". De esta manera el programa principal busca en la carpeta "\My Documents" la existencia de este archivo, y si lo encuentra entonces abre el archivo "commands.txt" leyendo su contenido; dependiendo de la información obtenida de éste, se realiza la acción pedida.

En total se cuenta con 48 programas secundarios de los cuales 10 están relacionados con los dígitos numéricos, 27 están relacionados con las letras del abecedario, y 11 están relacionados a funciones especiales.
Las funciones especiales son:

- Borrar.vb .- borra el carácter previamente introducido
- Cancelar.vb .- Cancela la operación actual
- Espacio.vb .- inserta un espacio
- Listo.vb .- avisa al sistema que se ha terminado de ingresar un nombre
- Si.vb .- respuesta afirmativa
- No.vb .- respuesta negativa
- Borrarwaypoint.vb .- se pide borrar un punto clave
- Guardarwaypoint.vb .- se pide agregar un punto clave a la base de datos
- Rutawaypoint.vb .- se solicita una ruta a un punto clave
- Ruta.vb .- se solicita una ruta a una esquina
- Posición.vb .- se solicita la ubicación del usuario

A cada uno de estos subprogramas se les debe de asignar un comando hablado con el programa "Neuvoice Manager". A continuación se muestra sugerencias para la asignación de comandos hablados:

0.- cero
1.- uno
2.- dos
3.- tres

Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

4.- cuatro
5.- cinco
6.- seis
7.- siete
8.- ocho
9.- nueve
A.- árbol
B.- burro
C.- casa
D.- dedo
E.- elefante
F.- foco
G.- gato
H.- hormiga
I.- invierno
J.- jorobado
K.- kilo
L.- limón
M.- mamá
N.- nota
Ñ.- eñe
O.- otoño
P.- piedra
Q.- quinqué
R.- rápido
S.- sal
T.- tarde
U.- ubre
V.- viernes
W.- Walter
X.- Xochimilco
Y.- i griega

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

Z.- zapato
Borrar.- borrar
Borrarwaypoint .- borrar punto clave
Guardarwaypoint.- guardar punto clave
Ruta.- buscar ruta
Posición.- posición
Cancelar.- cancelar
Espacio.- separación
Si.- afirmativo
No.-negativo

Esta asignación se realizó utilizando palabras que presentaran baja posibilidad de ser confundidas entre sí por el programa de reconocimiento de voz tratando con esto de elevar la eficiencia en el reconocimiento de palabras, inclusive en ambientes ruidosos.

Conexión con dispositivo de manos libres *Bluetooth*

Las PDA con conexión *bluetooth* no vienen configuradas para re-dirigir el audio hacia un dispositivo de manos libres. Por lo tanto, es necesario modificar el registro:

HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\Widcomm\BtConfig\Services\0005\Enabled

del valor 0 a valor 1 para poder hacer uso de este tipo de conexión. Existe un *patch* en Internet que permite hacer este cambio a través de un archivo ejecutable en la PDA. Este *patch* se llama "*Bluetooth* Headset Match 1.0" y puede ser descargado de la página de Internet http://www.pocketgear.com.

El término "re-dirigir el audio" se refiere a que todo el audio generado en la PDA será escuchado únicamente en el parlante del dispositivo de manos libres y el micrófono integrado de la PDA quedará deshabilitado debido a que ahora se utilizará el micrófono del dispositivo de manos libres.

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

Una vez que la PDA puede re-dirigir el audio al dispositivo de manos libres, el siguiente paso es "emparejar" el dispositivo de manos libres con la PDA. Esto se hace para crear un vínculo único de conexión entre estos dos dispositivos de manera que la conexión no pueda ser intervenida por otro dispositivo *bluetooth* y que en posteriores conexiones los dos dispositivos se busquen y establezcan la conexión automáticamente sin intervención del usuario. Este proceso se requiere hacer una sola vez.

Para poder establecer la conexión entre el dispositivo de manos libres y la PDA, primero se debe de activar la comunicación *bluetooth* en la PDA y entrar al menú "Administrador de *Bluetooth*", opciones que se encuentran al hacer clic en el icono de *Bluetooth* en la pantalla "hoy" de la PDA.

Al ingresar al menú del *Administrador de Bluetooth*, se tiene que seleccionar la opción "Nuevo" y después "Conectar" para ingresar al *Asistente de Conexión.*

Dentro del Asistente de Configuración hay que seleccionar la opción "Conecte los auriculares y micrófono" y pulsar sobre la flecha de "Siguiente".

En la siguiente pantalla se debe dar un clic donde dice "Puntee aquí para elegir un dispositivo". Para realizar la conexión, el dispositivo de manos libres *bluetooth* debe de encontrarse en la modalidad de emparejamiento (véase instrucciones de uso del dispositivo de manos libres).

Posteriormente se debe de seleccionar el icono correspondiente al dispositivo de manos libres y dar doble clic, entonces la PDA se comunicará con el dispositivo de manos libres y se pedirá que ingrese la clave de emparejamiento que regularmente es "0000" (véase instructivo de dispositivo de manos libres). Al finalizar se creará un icono para la conexión creada.

Emparejados lo dos dispositivos, el usuario deberá oprimir el botón principal de este dispositivo para escuchar toda la información proveniente de la PDA en el

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

dispositivo de manos libres; se hace lo mismo para detener la comunicación. El volumen se controla desde el mismo dispositivo de manos libres.

Algunas de las características que ofrece la comunicación *bluetooth* son:

- Es inalámbrico
- Se evita interferencia debido a las señales de baja potencia que se generan 1mW lo que permite un alcance de 10 metros con una frecuencia de transmisión de 2.45 gigahertz
- La conexión entre dispositivos se realiza de manera automática, los dispositivos se encuentran entre sí y establecen la comunicación.

Programa Principal

El programa principal consta de dos formas:

- FrmMain
- FrmWaypoints

La forma "FrmMain" es utilizada principalmente para establecer la comunicación con el GPS y decodificar la información proveniente de éste. Toda la información es almacenada en variables de texto para que pueda ser utilizada por el resto del programa.

La forma "FrmWaypoints" es la encargada de sincronizar todos los procesos generados por el sistema. Principalmente está conformada por dos módulos:

- TmrCommands
- TmrExplore

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

El primer módulo tiene como función generar el protocolo de interacción con el usuario. Este módulo es el que constantemente se encuentra buscando la existencia del archivo "Ready" el cual es generado cuando el usuario genera una entrada. Cuando el bloque lo encuentra, abre el archivo "Command.txt" contenido.

Todas las funciones son solicitadas oprimiendo el botón externo "iTask" de la PDA. Este botón llama a una programa externo que genera un "bip" indicando al usuario que puede ingresar su comando y ejecuta el programa de reconocimiento de voz. El programa ejecutado es: "Command.vb".

El usuario pude solicitar cualquiera de las siguientes funciones:

- Obtener su posición actual
- Generar ruta a un cruce de esquina
- Generar ruta a un punto de interés personal
- Almacenar un nuevo punto de interés personal
- Eliminar un punto de interés personal

Con excepción de la primera función, todas las funciones de entrada generan un ciclo de interacción entre el sistema y el usuario. En general, el módulo solicitará que el usuario deletree el nombre de las calles o puntos de interés mientras que éste es buscado en la base de datos. Cuando se encuentran 5 o menos opciones de nombres que correspondan con el ingresado, el módulo le leerá al usuario estas opciones para que él seleccione la que está buscando. Generalmente el usuario tendrá que ingresar máximo 3 letras del nombre buscado antes de que se genere la lista de nombres. Cuando el usuario seleccione el nombre de calle, el módulo pedirá la confirmación de éste al usuario. Si el usuario desea generar una ruta a una esquina, el módulo repetirá este proceso para obtener el nombre de la calle que cruza con la primera. Al terminar de obtener los nombres el módulo llamará a las funciones correspondientes con la función pedida por el usuario.

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

La búsqueda de nombres se realiza de la siguiente manera:

Cuando el usuario ingresa la primera letra del nombre de la calle o punto de interés, el módulo abre la base de datos que contiene los nombres de todas las calles y la base de datos que contiene los nombres de todos los puntos de interés personal y almacena en un arreglo todos los nombres cuyo nombre comience con la letra indicada. Posteriormente el bloque indica al usuario que ingrese la siguiente letra con la cual el módulo buscará en el arreglo de palabras obtenidas los nombres que coincidan con las dos letras ingresadas y actualizará el arreglo. Este ciclo continuará hasta que el usuario detenga el proceso mediante el comando "Terminado" o hasta que se encuentren menos de 6 nombres de calles que correspondan con las letras ingresadas.

En este momento el módulo mencionará las opciones al usuario a través de una lista numerada, de la cual el usuario tendrá que seleccionar el número que corresponda al nombre de la calle o punto de interés que busca. Al indicar el número de calle, el módulo confirmará la opción ingresada, preguntando si la calle seleccionada es la que el usuario está buscando realmente. El usuario deberá responder con un "Afirmativo" o un "Negativo" a esta pregunta. En caso de que la respuesta del usuario sea un "Negativo", el proceso para deletrear el nombre se repetirá. Si la respuesta del usuario es "Afirmativo", entonces el módulo repetirá el proceso de selección de nombres únicamente si se busca algún cruce. Cuando se tengan los dos nombres de las calles, el sistema busca en la base de datos la esquina formada por estas calles; si existe, entonces se obtiene el número de esquina del cruce pedido.

En caso de que la esquina pedida no existiera, el usuario sería informado. Para el caso de buscar puntos de interés, se abre la base de datos de puntos clave y se busca el punto de interés pedido por el usuario. Cuando éste es encontrado, se obtiene el número de esquina al que se encuentra vinculado. Estos números de esquina obtenidos son utilizados para poder llamar al algoritmo de búsqueda de rutas.

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

El usuario tiene la opción de detener el proceso de búsqueda en cualquier momento diciendo el comando "Cancelar" cuando el módulo solicite el ingreso de alguna letra o confirmación. Si por alguna razón la letra ingresada no corresponde a la pedida por el usuario, éste puede decir el comando "Borrar" para que la letra previamente obtenida sea borrada. Ahora, si el programa de reconocimiento de voz no reconoce la letra indicada, un sonido de error será generado y el proceso de petición de letras se detendrá. El usuario deberá solicitar de nuevo la función inicialmente pedida, antes de continuar deletreando el nombre de calle o punto de interés. La intención de esto es la de permitir al usuario que continúe con el deletreo de calles cuando se haya alejado de la fuente de ruido que haya intervenido en el reconocimiento de voz.

Por último, cuando la lista de nombres sea generada, se leerán todas las opciones al usuario. Si por alguna razón el usuario quisiera que se repitiera la lectura de las opciones, éste deberá de quedarse callado, es decir, no responder a la selección de calles de manera que se genere un error en el reconocimiento de voz y se repita la lectura de calles.

Cuando la opción de búsqueda de rutas sea solicitada, después de haber adquirido los nombres de calles o el nombre del punto de interés al que se desee ir, se hace un llamado a la función *Dijkstra (punto inicial, punto final)* donde el punto inicial corresponde al número de la esquina hacia la que se dirige el usuario en el momento de solicitar la búsqueda de rutas y punto final se refiere al número de esquina correspondiente al cruce de calles solicitado por el usuario o a la esquina más cercana a la que se encuentre el punto de interés personal. Entonces la función "Dijkstra" busca la ruta más conveniente para llegar a la esquina pedida. En este momento el módulo "TmrExplore" es activado. Durante el tiempo de uso del módulo "TmrCommands", se deshabilita al módulo "TmrExplore".

El módulo "TmrExplore" es el encargado de determinar la posición del usuario en cada instante a partir de la información obtenida del GPS. La información utilizada por este módulo es la latitud, longitud y orientación con respecto al norte magnético

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

de la tierra. La primera vez que se recibe señal del GPS, esto es al iniciar el sistema por primera vez o después de haber perdido la señal de los satélites, es necesario que el usuario camine en dirección a una de las esquinas de la calle para poder determinar su ubicación correctamente. Esto es necesario debido a que el programa busca la esquina más próxima al usuario que se encuentre en la misma dirección en la que está caminando y posteriormente busca la esquina más próxima pero a 180 grados de la dirección del usuario. De esta manera se encuentran dos nombres de esquina que comparten un nombre de calle en común. Así se determina en qué calle se encuentra ubicado el usuario. Si por alguna razón el usuario se encontrara ubicado en una esquina mientras se realiza la ubicación inicial, el sistema le pedirá al usuario que se aleje de la esquina caminando sobre una de las calles.

Después de ubicar la posición inicial del usuario, las esquinas se guardan en arreglos que conectan a la esquina hacia la que se dirige el usuario. Esta información es obtenida de la base de datos y es utilizada en el momento en que el usuario llegue a esta esquina y se desplace hacia otra nueva. Cuando esto suceda el sistema calculará la dirección que existe entre la esquina que se dejó y todas las almacenadas en el arreglo y se compararán con la dirección de viaje del usuario. De esta manera se podrá determinar la nueva esquina hacia la que se dirige el usuario y por ende se podrá determinar el nombre de la calle en la que se encuentra el usuario.

El manejo de información se realiza de esta manera con la intención de reducir el tiempo de cómputo de la PDA. Debido a que ahora sólo se accesa a la base de datos una sola vez cuando se llega a una esquina, se obtienen las esquinas que se conectan con la esquina a la cual se ha llegado. Posteriormente, se abre la base otra vez para obtener las coordenadas de dichas esquinas y poder calcular la dirección existente entre ellas. De esta manera se realizan, como máximo, 6 operaciones de cálculo de dirección, la cuales corresponden al número de esquinas conectadas. De otro modo se tendrían que hacer operaciones de dirección y distancia con cada una de las esquinas almacenadas en la base de datos.

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

Esto disminuye radicalmente el tiempo de procesamiento. Esta ventaja se puede apreciar comparando el tiempo que le toma al sistema hacer la primera ubicación con respecto al tiempo que le toma hacerlo con las ubicaciones subsecuentes.

Una vez que se tiene determinado la esquina hacia la que se dirige el usuario y la esquina que deja detrás, el módulo se dedica a monitorear la distancia hacia la próxima esquina, así como la dirección de viaje del usuario. De manera que cuando el usuario se encuentre a 40 metros del cruce, un "bip" intermitente empezará a sonar, avisando al usuario de la proximidad de la esquina para que éste tome sus precauciones. Y en cuanto el usuario este a menos de 20 metros del cruce se le indicará el nombre de la esquina a la que se ha arribado. Hay que recordar que la posición del cruce es el centro del cruce de calles, de manera que si se tiene un radio de 20 metros se cubrirán las 4 esquinas del cruce.

La dirección de viaje del usuario también es monitoreada para poder corregir su dirección en caso de que deje de caminar paralelamente con respecto a la calle y para saber si giró más de 180 grados cambiando de esquina destino. Cuando en usuario camina a más de 30 grados hacia la derecha o izquierda de la dirección de la calle, entonces un "bip" intermitente más agudo es emitido señalando al usuario peligro. Este "bip" dejará de sonar cuando el usuario corrija su posición y se encuentre caminado dentro de la tolerancia anteriormente mencionada. Cuando el usuario da una vuelta de 180 grados, el programa deja de monitorear la distancia hacia la cual se dirigía el usuario y ahora mide la distancia hacia la nueva esquina.

Si se ha solicitado la generación de búsqueda de rutas, la modalidad de navegación estará activada, por lo que cada vez que se arribe a una esquina, el usuario recibirá información sobre cuantos grados tendrá que girar a la derecha o a la izquierda para llegar al siguiente cruce que se encuentre dentro de la ruta calculada.

Si por alguna razón el usuario tomara otra calle que se encuentre fuera de la ruta, el sistema automáticamente recalculará una nueva ruta para llevarlo a su destino. El usuario puede salir del modo de navegación ingresando el comando "Cancelar".

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

Por otro lado, el programa principal monitorea continuamente la señal proveniente del GPS. Si ésta llegara a faltar debido a la ausencia de suficientes satélites, el usuario sería informado cada 20 segundos hasta recuperar de nuevo la señal de satélites. De esta manera el usuario conocerá en cada momento la confiabilidad del sistema. Si el usuario llegará a salirse de la cobertura del mapa electrónico también será informado.

La función de "Posición", está diseñada para informar al usuario sobre el nombre de la calle donde se encuentra y los metros de distancia que existen en su posición actual y el centro del cruce.

Las funciones de Ingreso y Eliminación de Puntos de Interés generan una secuencia que permite al usuario ingresar el nombre completo del punto de interés. Este nombre tiene que ser deletreado y al finalizar se debe ingresar el comando "Terminado". Una vez ingresado este nombre, si la función seleccionada fue la de ingresar el punto, se calculará la distancia existente entre el punto clave y las esquinas, de manera que el número de la esquina más próxima será guardada junto con la información del punto de interés. De esta manera cuando se busquen rutas, primero se llegará a la esquina vinculada al punto clave y después se llegará al punto clave.

La base de datos de punto clave es almacenada en un archivo tipo csv (comma separated values) llamado "Waypoint.csv" el cual es guardado en la carpeta "\My Documents" y contiene la siguiente información:

- Tipo de punto clave (información que será útil en versiones posteriores del sistema)
- Nombre del punto de interés
- Latitud
- Longitud
- Número de esquina vinculado

Ahora bien, si la función solicitada fue la de borrar punto de interés, entonces se buscará en la base de datos el punto interés que cuyo nombre sea igual al ingresado por el usuario y será eliminado de la base de datos.

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

4/6/50

IMPI
Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

Reivindicaciones.

1. En un sistema de navegación para personas con debilidad visual basado en localización satelital, de los del tipo que se integran por un sistema de detección satelital con alta resolución, una agenda electrónica, un dispositivo de manos libres con tecnología de comunicación inalámbrica por radiofrecuencia, un programa sintetizador de voz que es utilizado como interfaz de salida y un programa de reconocimiento de voz que es utilizado como interfaz de entrada, un método para ejecutar de manera automática la reproducción de audio en el programa sintetizador de voz, que se caracteriza porque comprende las etapas de:
   a) Generar un archivo de texto que contenga una instrucción seleccionada por el usuario,
   b) Generar al mismo tiempo que se genera el archivo de texto de la etapa a), un archivo que indique a un programa principal que se ha generado un archivo de texto,
   c) Leer el contenido del archivo de texto de la etapa a),
   d) Activar un temporizador por medio del programa principal, y
   e) Simular un clic de mouse sobre un botón de reproducción.
2. El método para ejecutar de manera automática la reproducción de audio en el programa sintetizador de voz de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el archivo de texto que se genera en la etapa a) comprende información de una función específica que debe realizar el programa principal.
3. El método para ejecutar de manera automática la reproducción de audio en el programa sintetizador de voz de acuerdo con la reivindicación 2, en donde una función específica del programa principal es establecer comunicación con el sistema de detección satelital con alta resolución y decodificar la información proveniente de éste.
4. El método para ejecutar de manera automática la reproducción de audio en el programa sintetizador de voz de acuerdo con la reivindicación 1, en donde a efecto de que el programa principal detecte el archivo que indica que se ha generado un archivo de texto, el programa principal se encuentra buscando constantemente la existencia de dicho archivo.

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

5. El método para ejecutar de manera automática la reproducción de audio en un programa sintetizador de voz de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el temporizador que se activa en la etapa c) por medio del programa principal, cuando éste ha detectado la existencia de un archivo de texto, simulará el pulso de un botón después de 850 milisegundos de haber sido activado.

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

Resumen.

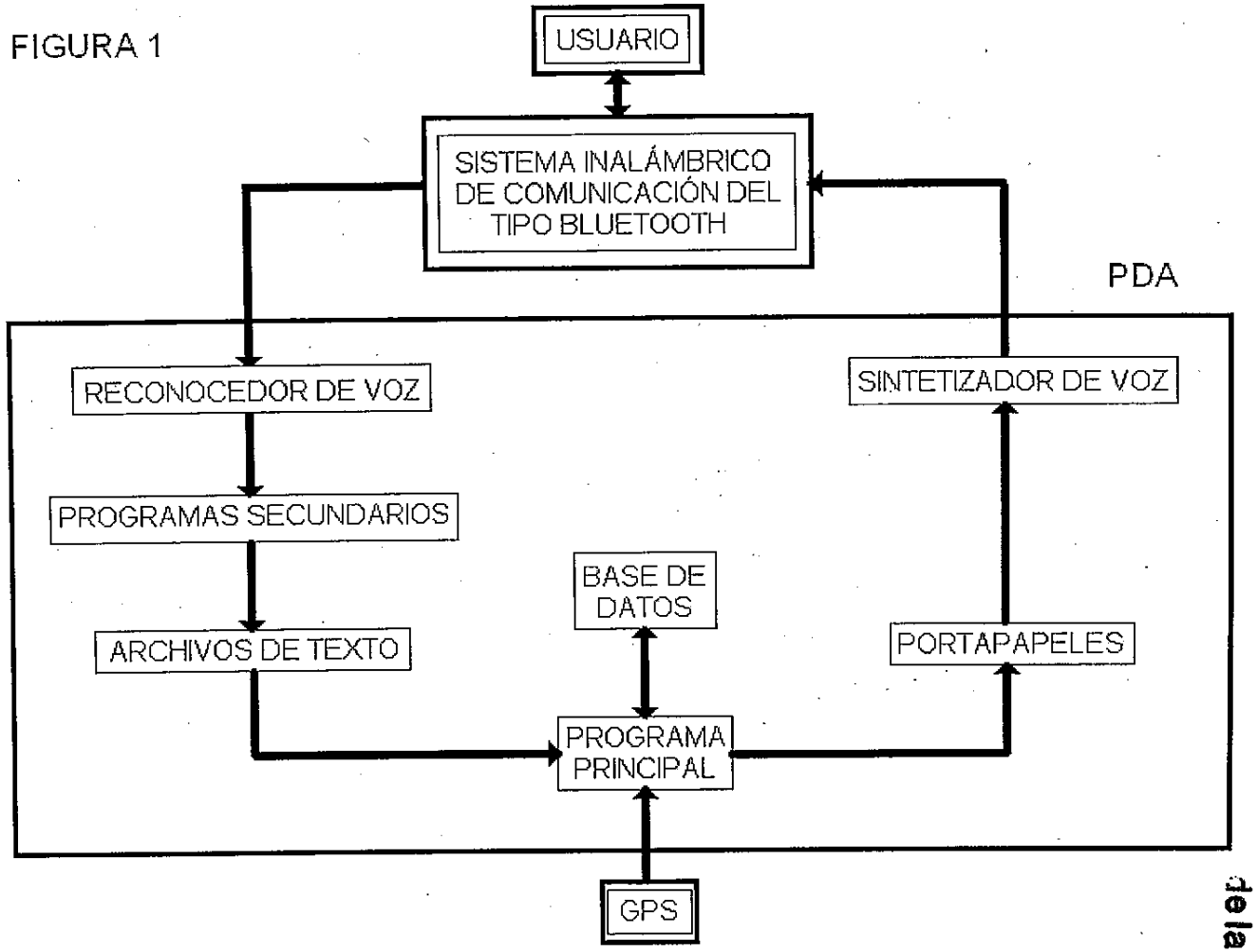
Se ha diseñado un sistema para asistir a personas con problemas de debilidad visual para que puedan viajar en zonas urbanas sin asistencia externa. El sistema usa los beneficios de un sistema de navegación GPS (Global Positioning System) y una PDA (Personal Digital Assistant), comúnmente llamada "Agenda Electrónica". El usuario interactúa con el sistema a través de voz tanto para dar indicaciones como para recibir información, lo cual se logra con la implementación de un método para ejecutar de manera automática la reproducción de audio en un programa sintetizador de voz, además con el uso de un dispositivo de manos libres que utiliza tecnología Bluetooth (tecnología inalámbrica de comunicación digital), el usuario genera comandos hablados en español para el establecimiento de rutas a destinos seleccionados y recibir instrucciones habladas, también en español. El sistema monitorea siempre la posición y la dirección de viaje del usuario.

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

Resumen

Se ha diseñado un sistema para asistir a personas con problemas de deficiencia visual para que puedan viajar en zonas urbanas sin asisténcia externa. El sistema usa los beneficios de un sistema de navegación GPS (Global Positioning System) y una PDA (Personal Digital Assistant), comúnmente llamada "Agenda Electrónica". El usuario interactúa con el sistema a través de voz tanto para dar indicaciones como para recibir información. Con el uso de un dispositivo de manos libres que utiliza tecnología Bluetooth (tecnología inalámbrica de comunicación digital), el usuario genera comandos hablados en español para el establecimiento de rutas a destinos seleccionados y recibir instrucciones habladas, también en español. El sistema monitorea siempre la posición y la dirección de viaje del usuario. El usuario sabrá en todo momento su posición a través del nombre de la calle y la distancia a la que se encuentra de la esquina hacia la que camina. El sistema cuenta con alarmas audibles para indicar la proximidad de las esquinas y para caminar de manera paralela a las calles. El sistema ha incorporado parámetros de riesgo a las calles para facilitar el establecimiento de rutas convenientes. El usuario puede personalizar al sistema ya que podrá ingresar sus propios puntos de interés. El sistema cuenta con algoritmos que facilitan el procesamiento de la información y mejoran el aprovechamiento de la memoria digital y de las características de operación de la PDA.

FIGURA 1



Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial
IMPI