



(12) **DEMANDE DE BREVET CANADIEN**
CANADIAN PATENT APPLICATION

(13) **A1**

(86) **Date de dépôt PCT/PCT Filing Date:** 2022/10/13
(87) **Date publication PCT/PCT Publication Date:** 2023/04/20
(85) **Entrée phase nationale/National Entry:** 2024/04/09
(86) **N° demande PCT/PCT Application No.:** EP 2022/078572
(87) **N° publication PCT/PCT Publication No.:** 2023/062157
(30) **Priorité/Priority:** 2021/10/15 (FR FR2110987)

(51) **Cl.Int./Int.Cl. G01C 21/20** (2006.01)
(71) **Demandeurs/Applicants:**
RUNBLIND, FR;
ECOLE POLYTECHNIQUE, FR;
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE, FR
(72) **Inventeurs/Inventors:**
LE BORGNE, PHILIPPE, FR;
ALOUGES, FRANCOIS, FR;
FERRAND, SYLVAIN, FR
(74) **Agent:** NORTON ROSE FULBRIGHT CANADA
LLP/S.E.N.C.R.L., S.R.L.

(54) **Titre : SYSTEME DE GUIDAGE D'UN UTILISATEUR PAR UN SIGNAL SONORE, ET PROCEDE DE GUIDAGE CORRESPONDANT**

(54) **Title: SYSTEM FOR GUIDING A USER VIA AN AUDIO SIGNAL, AND CORRESPONDING GUIDING METHOD**

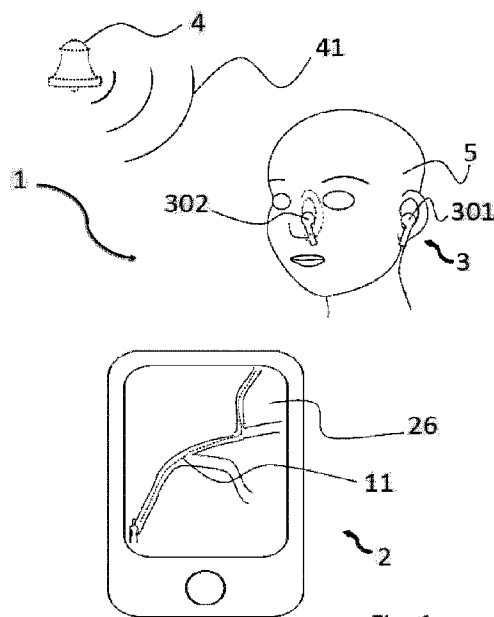


Fig. 1

(57) **Abrégé/Abstract:**

La présente invention concerne un système de guidage (1) d'un utilisateur, comprenant un terminal informatique portable (2) et un dispositif audio stéréophonique (3), destiné à être associé à la tête de l'utilisateur (5), communiquant l'un avec l'autre sans fil. Le dispositif audio (3) est équipé de capteurs inertiels et d'un moteur de rendu binaural. Le terminal informatique portable (2) comprend un logiciel générant des données d'instructions de guidage associant une description d'un signal sonore à diffuser, et une indication relative à la position virtuelle de ce signal sonore. Le moteur de rendu binaural génère un signal sonore (41) spatialisé, diffusé à l'utilisateur (5) par le dispositif audio (3), en fonction des données d'instructions de guidage, transmises par le terminal informatique portable (2) par communication sans fil, et de données des capteurs inertiels (3).



(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
20 avril 2023 (20.04.2023)(10) Numéro de publication internationale
WO 2023/062157 A1(51) Classification internationale des brevets :
G01C 21/20 (2006.01)(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2022/078572(22) Date de dépôt international :
13 octobre 2022 (13.10.2022)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR2110987 15 octobre 2021 (15.10.2021) FR(71) Déposants : **RUNBLIND** [FR/FR] ; 73 rue Léon
Bourgeois, 91120 Palaiseau (FR). **ECOLE POLY-
TECHNIQUE** [FR/FR] ; Route de Saclay, 91120 Palaiseau
(FR). **CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE** [FR/FR] ; 3 rue Michel-Ange, 75794 Pa-
ris cedex 16 (FR).(72) Inventeurs : **LE BORGNE, Philippe** ; 238 rue de Charen-
ton, 75012 Paris (FR). **ALOUGES, François** ; 23 rue Col-
bert, 92350 Le Plessis-Robinson (FR). **FERRAND, Syl-
vain** ; 24 rue des Longchamps, 91650 Breuillet (FR).(74) Mandataire : **BOUAN DU CHEF DU BOS, Louis-Pa-
terne** ; 34 rue de Bagneaux, 45140 Saint Jean de La Ruelle
(FR).(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,
MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: SYSTEM FOR GUIDING A USER VIA AN AUDIO SIGNAL, AND CORRESPONDING GUIDING METHOD

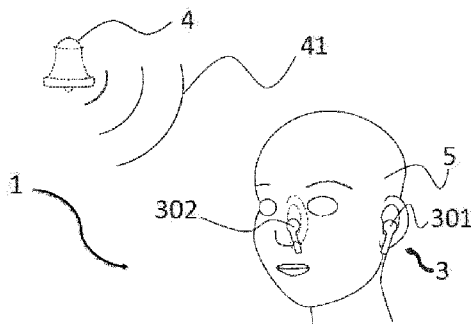
(54) Titre : SYSTÈME DE GUIDAGE D'UN UTILISATEUR PAR UN SIGNAL SONORE, ET PROCÉDÉ DE GUIDAGE
CORRESPONDANT

Fig. 1

(57) Abstract: The present invention relates to a system (1) for guiding a user, comprising a portable computer terminal (2) and a stereophonic audio device (3) that is intended to be associated with the head of the user (5), the terminal and the device communicating with each other wirelessly. The audio device (3) is equipped with inertial sensors and with a binaural rendering engine. The portable computer terminal (2) comprises software that generates guiding-instruction data associating a description of an audio signal to be delivered, and an indication relative to the virtual position of this audio signal. The binaural rendering engine generates a spatialized audio signal (41), which is delivered to the user (5) by the audio device (3), depending on the guiding-instruction data, transmitted by the portable computer terminal (2) via wireless communication, and on data of the inertial sensors (3).

(57) Abrégé : La présente invention concerne un système de guidage (1) d'un utilisateur, comprenant un terminal informatique portable (2) et un dispositif audio stéréophonique (3), destiné à être associé à la tête de l'utilisateur (5), communiquant l'un avec l'autre sans fil. Le dispositif audio (3) est équipé de capteurs inertiels et d'un moteur de rendu binaural. Le terminal informatique portable (2) comprend un logiciel générant des données d'instructions de guidage associant une description d'un signal sonore à diffuser, et une indication relative à la position virtuelle de ce signal sonore. Le moteur de rendu binaural génère un signal sonore (41) spatialisé, diffusé à l'utilisateur (5) par le dispositif audio (3), en fonction des données d'instructions de guidage, transmises par le terminal informatique portable (2) par communication sans fil, et de données des capteurs inertiels (3).

WO 2023/062157 A1

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

Description

Titre de l'invention : Système de guidage d'un utilisateur par un signal sonore, et procédé de guidage correspondant

Domaine de l'invention

- [0001] La présente invention concerne le domaine des systèmes de guidage, permettant d'assurer le guidage d'un utilisateur se déplaçant selon un itinéraire.
- [0002] En particulier, la présente invention concerne de tels dispositifs de guidage dans lesquels les indications permettant le guidage de l'utilisateur sont communiquées à celui-ci exclusivement ou non exclusivement par des signaux sonores.
- [0003] L'invention concerne également un procédé de guidage permettant de guider efficacement un utilisateur à l'aide de signaux sonores.

Art antérieur

- [0004] De très nombreux systèmes de guidage sont connus pour guider des utilisateurs. Certains de ces systèmes de guidage sont spécifiquement adaptés au guidage d'un utilisateur se déplaçant dans un véhicule. Ces systèmes de guidage fournissent alors à l'utilisateur des indications sur les directions à emprunter, notamment au niveau de chaque intersection. Ces indications sont communiquées à l'utilisateur sous une forme visuelle, par exemple par l'intermédiaire d'un écran et sous une forme sonore, par la diffusion d'une voix de synthèse ou préenregistrée donnant à l'utilisateur des indications de direction.
- [0005] Ces systèmes de guidage s'avèrent peu pratiques d'utilisation pour les utilisateurs, notamment pour ceux se déplaçant à pied. En effet, un utilisateur se déplaçant à pied, ou à l'aide de véhicules tels qu'une bicyclette ou une trottinette, ne peut pas facilement consulter un écran lui fournissant des indications visuelles de guidage. Par ailleurs, les systèmes de guidage existants ne permettent pas une prise en compte de la position de l'utilisateur, ni de son orientation, suffisamment précise pour permettre le guidage d'un piéton.
- [0006] Enfin, les indications sonores de guidage par une voix nécessitent par ailleurs une attention soutenue de l'utilisateur, et ne sont pas toujours suffisamment intuitives pour permettre un guidage efficace, surtout quand elles ne sont pas complétées par les indications visuelles d'un écran.
- [0007] Il a été imaginé de guider des utilisateurs, notamment des piétons, en leur diffusant, par le biais d'écouteurs, un son stéréophonique localisé virtuellement dans la direction vers laquelle l'utilisateur doit être guidé.
- [0008] De tels systèmes de guidage peuvent par exemple être mis en place en utilisant des casques de réalité augmentée, qui sont des équipements complexes nécessitant une

connectique importante avec du matériel informatique puissant.

- [0009] Des écouteurs sans fil, connectés à des terminaux informatiques par des réseaux radio, souvent selon la norme Bluetooth, sont depuis quelques années disponibles. Certains de ces écouteurs sans fil disposent de capteurs inertiels, comme par exemple des accéléromètres, des gyroscopes ou des plateformes inertielles, leur permettant de détecter et de mesurer la position ou les mouvements de la tête de l'utilisateur qui les porte. De tels écouteurs peuvent ainsi générer des sons binauralisés, qui sont virtuellement situés dans une direction physique définie très précisément, indépendamment de la position de la tête de l'utilisateur.
- [0010] Le document US 10 598 506 B2 propose ainsi un système de guidage dans lequel de tels écouteurs sans fil comprendraient à la fois des équipements de mesure de la position de la tête de l'utilisateur, un système de guidage définissant une direction de guidage vers laquelle orienter l'utilisateur et un moteur de rendu binaural permettant la génération d'un son localisé virtuellement dans cette direction de guidage, en tenant compte de la position de la tête de l'utilisateur.
- [0011] Une telle solution, bien qu'apparemment efficace, n'a pas été proposée sur le marché. En effet, elle nécessite l'utilisation d'écouteurs sans fil présentant des capacités de traitement informatique très importantes, supérieures aux capacités des équipements actuellement sur le marché, pour assurer simultanément le fonctionnement du système de guidage et la génération d'un son binauralisé. Elle nécessite également que de tels écouteurs sans fil comprennent un équipement de géolocalisation ou reçoivent des données de géolocalisation d'un équipement associé. De tels équipements de géolocalisation sont des composants relativement coûteux et consommant une énergie relativement importante. Leur intégration à des écouteurs sans fil représenterait donc une augmentation du coût de ceux-ci et une diminution de l'autonomie de leur batterie.
- [0012] Enfin, pour assurer un guidage efficace d'un utilisateur, et notamment pour tenir à sa disposition les informations à jour sur les lieux où il passe, il est nécessaire que le système de guidage ait une connexion continue, ou quasi-continue, avec les réseaux distants, par exemple avec le réseau internet. Là encore, l'intégration dans des écouteurs sans fil de composants permettant une telle connexion entraîne une augmentation du coût, de la puissance de traitement nécessaire, du volume et de la consommation énergétique des écouteurs. En conséquence, les écouteurs ne sont généralement pas équipés de telles capacités de connexion.
- [0013] Il a été imaginé, dans la demande de brevet US 2020/0264006 A1, une autre solution de guidage d'un utilisateur par son binaural dans laquelle le moteur de rendu binaural est placé dans un terminal portable porté par l'utilisateur, tel qu'un téléphone portable, qui est connecté par une liaison de type Bluetooth avec les écouteurs sans fil. Ce terminal peut alors recevoir des informations relatives à la position de la tête de

l'utilisateur, qui lui sont envoyées par les écouteurs sans fil. Ces informations sont utilisées par le moteur de rendu binaural pour générer plusieurs voies sonores, tenant compte de la position de la tête. Ces voies sonores sont envoyées par le terminal aux écouteurs par la connexion Bluetooth.

[0014] Cette solution présente l'inconvénient majeur de générer une latence importante dans la réaction aux mouvements de la tête de l'utilisateur. Ainsi, quand un tel mouvement est détecté, il faut un certain temps pour que l'information correspondante soit envoyée par les écouteurs au terminal associé, puis que le terminal associé génère le son binauralisé. De plus, l'envoi de ce son binauralisé par le terminal vers les écouteurs par les canaux de communication Bluetooth, peut générer une latence relativement importante dans la réception de ces données par l'utilisateur. Il peut alors arriver, quand l'utilisateur fait un mouvement de la tête, que la modification d'orientation du son qu'il écoute ne soit adaptée à ce mouvement qu'avec un décalage de plusieurs centaines de millisecondes, ce qui produit une incohérence gênante. Une telle latence rend l'utilisation de la solution de guidage inconfortable, voire impossible dans les situations impliquant des mouvements rapides de l'utilisateur.

[0015] La présente invention a pour objectif de pallier ces inconvénients de l'art antérieur.

[0016] En particulier, la présente invention vise à fournir à l'utilisateur un système de guidage composé d'un terminal portable et d'un dispositif audio aptes à communiquer entre eux par une liaison sans fil, qui soit plus efficace que les dispositifs de guidage de l'art antérieur.

[0017] Elle a notamment pour objectif de proposer à l'utilisateur un tel système de guidage, dans lequel la latence entre un mouvement de l'utilisateur et l'adaptation du guidage à ce mouvement est réduite.

[0018] Encore un autre objectif particulier de l'invention est de proposer à l'utilisateur un tel système de guidage dans lequel les informations de guidage peuvent être régulièrement mises à jour.

[0019] Un autre objectif de l'invention est de fournir un tel dispositif qui puisse être mis en œuvre avec des composants matériels standards, dont le coût, la consommation énergétique et le volume restent raisonnables.

Exposé de l'invention

[0020] Ces objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront plus clairement par la suite, sont atteints à l'aide d'un système de guidage d'un utilisateur, qui comprend un terminal informatique portable destiné à être transporté par l'utilisateur, un dispositif audio stéréophonique, destiné à être associé à la tête de l'utilisateur pour diffuser un son différencié à chacune de ses oreilles, le terminal informatique portable et le dispositif audio communiquant l'un avec l'autre par le biais d'une liaison de communication sans fil, le

dispositif audio étant équipé de capteurs inertiels aptes à mesurer la position et/ou les mouvements du dispositif audio, et d'un moteur de rendu binaural recevant les données de ces capteurs inertiels. Selon l'invention, le terminal informatique portable comprend un logiciel apte à générer des données d'instructions de guidage qui associent une description d'au moins un signal sonore à diffuser et une indication relative à la position virtuelle du signal sonore ou des signaux sonores à diffuser, et le moteur de rendu binaural est apte à générer un signal sonore spatialisé, diffusé à chacune des oreilles de l'utilisateur par le dispositif audio, le signal sonore spatialisé étant généré en fonction des données d'instructions de guidage, transmises par le terminal informatique portable par le biais de la liaison de communication sans fil, et des données provenant des capteurs inertiels.

- [0021] Le système audio selon l'invention permet ainsi de générer un guidage de l'utilisateur par un son binaural, en tenant compte de la position de la tête et des mouvements de l'utilisateur. La répartition de ce système entre le terminal informatique portable et le dispositif audio stéréophonique permet d'assurer un guidage efficace sans pour autant nécessiter de performances exceptionnelles des composants mis en œuvre. En particulier, l'envoi au dispositif audio, par le terminal informatique portable, de la description du signal sonore à diffuser permet d'assurer une communication sans fil fluide, sans latence, entre le terminal informatique portable et le dispositif audio. En effet, une telle description du signal sonore à diffuser présente un poids bien inférieur à un fichier sonore.
- [0022] De préférence, le dispositif audio est constitué par une paire d'écouteurs sans fil, chacun des écouteurs étant apte à diffuser un son à l'une des oreilles de l'utilisateur.
- [0023] De tels écouteurs sont facilement connectés par une liaison de type Bluetooth à un terminal informatique portable. Par ailleurs, ils comprennent couramment des capteurs inertiels.
- [0024] Avantageusement, le terminal informatique portable comprend un logiciel apte à calculer un itinéraire en fonction d'informations de localisation, et d'une destination.
- [0025] Selon un mode de réalisation préférentiel, le terminal informatique portable comprend un récepteur de données de positionnement.
- [0026] Selon un autre mode de réalisation possible, le dispositif audio comprend un récepteur de données de positionnement.
- [0027] Selon un mode de réalisation avantageux, l'indication relative à la position virtuelle du signal sonore ou des signaux sonores à diffuser est définie par rapport à la position du dispositif audio.
- [0028] Selon un autre mode de réalisation avantageux, l'indication relative à la position virtuelle du signal sonore ou des signaux sonores à diffuser est définie par une position géographique ne tenant pas compte de la position du dispositif audio.

- [0029] De façon avantageuse, le terminal informatique portable est constitué par un téléphone portable.
- [0030] Un téléphone portable présente l'avantage d'offrir au système de guidage de nombreuses possibilités de connexion à des réseaux.
- [0031] Selon un mode de réalisation avantageux, les données d'instructions de guidage associent une description d'au moins deux signaux sonores distincts à diffuser, et une indication relative à la position virtuelle de chacun des signaux sonores à diffuser.
- [0032] Le système de guidage peut ainsi, par exemple, diffuser simultanément un son binaural de guidage, qui doit être suivi par l'utilisateur, et un autre son binaural, localisé virtuellement à une autre position, qui signale à l'utilisateur un élément de son environnement, tel qu'un danger, un obstacle, un point d'intérêt...
- [0033] L'invention concerne également un procédé de guidage d'un utilisateur à l'aide d'un système de guidage tel que décrit ci-dessus, ce procédé comprenant les étapes suivantes :
- une étape de génération, par un logiciel implémenté sur le terminal informatique portable, de données d'instructions de guidage qui associent une description d'au moins un signal sonore à diffuser et une indication relative à la position virtuelle du signal sonore ou des signaux sonores à diffuser,
 - une étape de transmission des données d'instructions de guidage au dispositif audio, par le biais de la liaison de communication sans fil,
 - une étape de génération, par le moteur de rendu binaural, d'un signal sonore spatialisé, en fonction des données d'instructions de guidage et de données provenant des capteurs inertiels, et
 - une étape de diffusion à l'utilisateur du signal sonore spatialisé, par le dispositif audio.

Liste des figures

- [0034] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante de modes de réalisation préférentiels, donnée à titre de simple exemple figuratif et non limitatif, et accompagnée des figures parmi lesquelles :
- La [Fig.1] est une représentation schématique d'un système de guidage selon un mode de réalisation de l'invention ;
 - La [Fig.2] est un diagramme représentant schématiquement les composants permettant le fonctionnement du système de guidage de la [Fig.1].

Description détaillée de modes de réalisation de l'invention

- [0035] Les figures 1 et 2 représentent de façon schématique un système de guidage 1 selon un mode de réalisation de l'invention. Ce système de guidage 1 comprend avantageusement un terminal informatique portable 2 et un dispositif audio 3 stéréophonique.
- [0036] Le terminal portable 2 est un dispositif électronique tel qu'un téléphone portable, une

tablette ou encore un assistant de navigation. Dans le mode de réalisation représenté par les figures 1 et 2, il comprend, de façon connue, un récepteur de données de positionnement 21 lui permettant de déterminer sa géolocalisation. Un tel récepteur de données de géolocalisation peut par exemple être un récepteur d'un système de géolocalisation tel que ceux connus sous le nom de « GPS » (acronyme pour « *Global Positioning System* »), « Galileo » ou « GLONASS ».

- [0037] Ce terminal portable 2 comprend également un calculateur d'itinéraire apte à calculer un itinéraire tenant compte notamment de la position du terminal portable 2, déterminée par le récepteur de données de positionnement 21, et des données de destination, fournies par exemple par l'utilisateur. Dans le mode de réalisation représenté, ce calculateur d'itinéraire est un logiciel de calcul d'itinéraire 22 fonctionnant sur le terminal portable 2. Il est également possible, dans d'autres modes de réalisation, que le calcul d'itinéraire soit réalisé sur un logiciel fonctionnant sur un serveur distant, qui détermine l'itinéraire en fonction de la position du terminal portable 2 et des données de destination, et qui envoie l'itinéraire au terminal portable 2.
- [0038] Le terminal portable 2 est destiné à être porté de façon continue par l'utilisateur 5 du système de guidage 1. Il peut comporter, de façon classique, un écran 26 pouvant afficher des données cartographiques et un itinéraire 11 et des interfaces, par exemple tactiles, permettant de recevoir des instructions de l'utilisateur. Cependant, le système de guidage 1 est conçu pour être utilisé par l'utilisateur 5 sans que celui-ci ait à consulter visuellement le terminal portable 2 au cours du guidage.
- [0039] Le système de guidage 1 comprend également un dispositif audio 3 qui, dans le mode de réalisation représenté, est constitué de deux écouteurs 301 et 302, placés chacun dans une oreille de l'utilisateur 5. Ces deux écouteurs 301 et 302 sont en communication sans fil l'un avec l'autre, de telle sorte qu'ils peuvent fonctionner comme un dispositif audio stéréophonique unique. Selon l'invention, ce dispositif audio 3 est, dans le cadre du système de guidage 1, en communication sans fil avec le terminal informatique portable 2.
- [0040] Dans d'autres modes de réalisation possibles de l'invention, le dispositif audio 3 peut par exemple être un casque audio comprenant deux écouteurs, ou un casque de réalité virtuelle ou de réalité augmentée comprenant deux écouteurs. Il est important, selon l'invention, que le dispositif audio 3 présente un émetteur sonore différencié pour chaque oreille de l'utilisateur. Ainsi, ce dispositif audio 3 permet de diffuser à l'utilisateur un signal sonore spatialisé ou binauralisé, c'est-à-dire un signal sonore qui semble, virtuellement, provenir d'une position précisément identifiable par l'utilisateur dans un repère tridimensionnel.
- [0041] Selon l'invention, le dispositif audio 3 comporte au moins un capteur inertiel donnant des informations sur la position de la tête de l'utilisateur, ou sur les modifications de

cette position. De tels capteurs inertiels, connus en eux-mêmes, peuvent notamment comprendre des accéléromètres, une plate-forme inertielle, des gyroscopes, etc. De tels capteurs inertiels permettent, avantageusement, que le dispositif audio 3 dispose des informations concernant la position et les mouvements de la tête de l'utilisateur, par rapport à l'environnement dans lequel il évolue.

[0042] Il est connu d'adapter ou de générer un signal sonore stéréophonique, en fonction de telles informations sur la position ou les mouvements de la tête de l'utilisateur, afin qu'un dispositif audio stéréophonique puisse diffuser à l'utilisateur un son provenant, virtuellement, d'une position précise de son environnement, indépendamment de la position de sa tête ou des mouvements de celle-ci. Une telle adaptation d'un son stéréophonique, permettant la détermination des pistes sonores différenciées à diffuser dans chacune des deux oreilles de l'utilisateur en fonction de la position de sa tête, pour que le son semble provenir d'un point déterminé de l'espace, peut être réalisé par un logiciel de synthèse de signal sonore, qui peut être appelé « moteur de rendu binaural » ou encore « spatialisateur ».

[0043] Le système de guidage 1 selon l'invention assure le guidage de l'utilisateur 5 le long d'un itinéraire, en diffusant à l'utilisateur 5, par l'intermédiaire du dispositif audio 3, un signal sonore 41 qui provient virtuellement d'une position 4 de l'espace dans lequel évolue l'utilisateur 5, indépendamment de la position de la tête de celui-ci. L'utilisateur 5 peut ainsi suivre les instructions du système de guidage 1 de façon simple et intuitive, par exemple en se dirigeant dans la direction d'où provient le signal sonore 41 qu'il entend.

[0044] Dans certains modes de réalisation préférentiels, la position virtuelle 4, d'où semble provenir le signal sonore 41 entendu par l'utilisateur, peut se déplacer, selon l'itinéraire à suivre, en même temps que l'utilisateur 5. Ainsi, l'utilisateur 5 peut parcourir l'itinéraire en se dirigeant constamment vers ce signal sonore 41 qui semble provenir d'un point situé quelques mètres devant lui, comme s'il suivait la source de ce son se déplaçant sur l'itinéraire. Une telle méthode de guidage est particulièrement avantageuse pour le guidage d'une personne se déplaçant, par exemple, à pied ou en vélo, qui peut ainsi être guidée de façon efficace et intuitive sans avoir à suivre aucune indication visuelle pouvant distraire son attention.

[0045] La [Fig.2] est un diagramme représentant schématiquement le terminal portable 2 et le dispositif audio 3 composant le système de guidage 1 selon un mode de réalisation de l'invention, et la répartition dans ces deux équipements des composants matériels et logiciels permettant d'assurer le guidage de l'utilisateur.

[0046] Dans ce mode de réalisation, le dispositif audio 3 comprend des capteurs inertiels 33, un moteur de rendu binaural 32, un équipement de communication radio 34 et les émetteurs sonores 311 et 312, qui peuvent être placés respectivement dans les deux

écouters 301 et 302.

- [0047] Le terminal 2 comprend un récepteur de données de positionnement 21, un logiciel de calcul d'itinéraire 22, un logiciel de génération d'instructions sonores 23 et un équipement de communication radio 24. Il comprend également, de façon avantageuse, un équipement de communication avec un réseau distant 25, et des interfaces d'entrées/sortie telles que l'écran 26, qui peut être un écran tactile.
- [0048] L'équipement de communication radio 24 du terminal 2 et l'équipement de communication radio 34 du dispositif audio 3 permettent au terminal 2 et au dispositif audio 3 de communiquer l'un avec l'autre. De façon connue, ces équipements de communication radio 24 et 34 communiquent selon l'une des normes de communication connue sous le nom de « Bluetooth », qui est très adaptée aux interactions entre équipements électroniques proches les uns des autres.
- [0049] De façon connue, ces normes « Bluetooth » permettent les communications de données qui sont réparties entre plusieurs canaux de communication. Certains de ces canaux de communication sont destinés spécifiquement à communiquer des informations de type sonore, telles que des pistes contenant des sons codés en haute définition, alors que d'autres de ces canaux de communication permettent le transfert de données non sonores, telles que des instructions. Il est connu, dans l'usage de telles communications selon les normes Bluetooth, que le transfert de pistes sonores codées en haute définition peut entraîner un décalage temporel dans la transmission des données audio.
- [0050] Pour effectuer un guidage de l'utilisateur, le système de guidage 1 selon le mode de réalisation représenté par la [Fig.2] doit obtenir des paramètres d'itinéraire donnés par l'utilisateur, comprenant notamment des instructions de destination. De tels paramètres peuvent être obtenus, par exemple, par l'intermédiaire des interfaces entrées/sorties du terminal 2, ou par une reconnaissance vocale d'instructions données verbalement par l'utilisateur, et captées par un microphone du dispositif audio 3 ou du terminal 2.
- [0051] En fonction de ces paramètres, le logiciel de calcul d'itinéraire 22 peut déterminer, de façon connue, un itinéraire tenant compte de la position actuelle du terminal 2, qui est connue par le récepteur de données de positionnement 21, et allant de cette position actuelle jusqu'à la destination déterminée. Ce logiciel de calcul d'itinéraire 22 peut être un calculateur conçu ou paramétré spécifiquement pour le système de guidage 1, ou peut être constitué par tout type de calculateur d'itinéraire connu, adapté pour déterminer un itinéraire en extérieur, ou à l'intérieur d'un bâtiment, etc.
- [0052] Il est à noter que, selon une variante du mode de réalisation représenté, le logiciel de calcul d'itinéraire peut fonctionner sur un serveur distant, plutôt que sur le terminal 2. Dans ce cas, le terminal 2 envoie à ce serveur distant les paramètres permettant de déterminer l'itinéraire, comprenant notamment les informations de géolocalisation du

terminal 2, par le biais de l'équipement de communication avec un réseau distant 25, et reçoit par le même biais les données de l'itinéraire.

[0053] En fonction de l'itinéraire calculé, le logiciel de génération d'instructions sonores 23 peut déterminer des données d'instructions de guidage, qui décrivent un signal sonore à diffuser à l'utilisateur pour le guider. Ces données d'instructions de guidage comprennent, selon l'invention, une description d'un signal sonore à diffuser, et une indication relative à la position virtuelle de ce signal sonore à diffuser.

[0054] La description d'un signal sonore indique quel est le son qui doit être diffusé. Cette description peut par exemple consister en la désignation d'un fichier sonore à diffuser, ce fichier sonore étant stocké de préférence dans le dispositif audio 3. Cette description peut également consister en un fichier décrivant un son. Ce fichier peut par exemple être un descriptif de son enregistré selon un format connu sous le nom de « MIDI » (acronyme pour « *Musical Instrument Digital Interface* ») ou tout autre format de description de son équivalent. Il est encore possible que cette description de son contienne un texte, qui est destiné à être interprété par un logiciel de synthèse vocale prononçant ce son. La description du signal sonore peut encore comprendre des indications sur la façon dont un son soit être diffusé : par exemple de façon continue ou discontinu, répété un certain nombre de fois, avec un délai entre les répétitions, avec un glissement vers les aigus ou vers les basses, etc.

[0055] Contrairement aux fichiers sonores comprenant des sons en haute définition, un fichier de description de son présente un poids très faible, et peut être envoyé très rapidement, avec un temps de latence très faible. Ainsi, les fichiers sonores ont un poids très généralement supérieur à 64 Ko par seconde de son, et le plus souvent comprise entre 128 Ko par seconde et 256 Ko par seconde. Au contraire, les fichiers de description de son peuvent avoir un volume inférieur à quelques Ko par seconde de son. De préférence, pour la mise en œuvre de la présente invention, ils présentent un volume inférieur à 50 Ko par seconde de son, et encore préférentiellement, inférieur à 20 Ko par seconde de son.

[0056] Les données d'instructions de guidage comprennent également, selon l'invention, une indication relative à la position virtuelle du signal sonore à diffuser. Cette position du signal sonore à diffuser peut être par exemple, dans le mode de réalisation représenté, donnée comme une position d'émission du signal sonore par rapport à la localisation géographique du terminal 2, qui est déterminée par le récepteur de données de positionnement 21. Ainsi, cette information de position du son, qui peut être une position dans l'espace, peut être par exemple constituée par une donnée représentative de l'azimut en direction duquel le son doit être entendu, par rapport à une direction fixe telle que le Nord géographique, et éventuellement une donnée représentative de la distance à laquelle le son doit être entendu ainsi qu'une donnée représentative de la

hauteur à laquelle le son doit être entendu.

[0057] Ces données représentatives de la position virtuelle d'émission du signal sonore sont associées aux données de description du signal sonore par le logiciel de génération des instructions de guidage, pour former les données d'instructions de guidage.

[0058] Ces données d'instructions de guidage sont envoyées par l'équipement de communication radio 24 du terminal 2 vers l'équipement de communication radio 34 du dispositif audio 3, par le biais d'une communication radio pouvant être suivant un format tel que le format Bluetooth.

[0059] Il est à noter que cette communication ne se fait pas sous la forme d'un envoi de pistes sonores, envoyées sur les canaux de communication du format Bluetooth qui sont spécifiquement dédiés aux transferts de pistes sonores. En effet, les données d'instructions de guidage générées par le terminal 2 présentent un volume de données très inférieur au volume de données d'un fichier audio en haute définition. Ces données d'instructions de guidage peuvent donc être envoyées par le biais des canaux prévus par la norme Bluetooth pour le transfert de données autres que les données sonores. Du fait de leur faible volume de données, elles peuvent être transmises sans générer de latence trop importante.

[0060] Quand le dispositif audio 3 reçoit ces données d'instructions de guidage, par l'intermédiaire de son équipement de communication radio 34, ces données d'instructions de guidage sont envoyées au moteur de rendu binaural 32. Ce moteur de rendu binaural 32 est un logiciel qui, de façon connue, est apte à modifier ou à créer une piste sonore stéréophonique de telle façon qu'elle paraisse être située à une position choisie, par rapport à l'utilisateur écoutant ces sons. Ce moteur de rendu binaural 32 peut ainsi générer un son correspondant à la description du signal sonore, contenu dans les données d'instructions de guidage, et répartir ce son entre les voies d'un son stéréophonique, en tenant compte d'une part des indications concernant la position du son à diffuser, contenu dans les données d'instructions de guidage, et d'autre part des informations concernant l'orientation de la tête de l'utilisateur, fournies par les capteurs inertiels 33.

[0061] Chacune des voies du son stéréophonique peut alors être envoyée par le moteur de rendu binaural 32 à l'un des émetteurs sonores 311 et 312, pour être diffusée dans l'une des deux oreilles de l'utilisateur. L'utilisateur peut ainsi entendre le signal sonore 41 généré par le moteur de rendu binaural 32 comme s'il provenait de la position 4 de l'espace. Il peut alors être facilement guidé dans ses déplacements, par exemple en se dirigeant vers cette position virtuelle 4.

[0062] Dans le mode de réalisation décrit ci-dessus, le dispositif audio 3 comprend un seul moteur de rendu binaural 32, dans l'un des écouteurs. Il est cependant possible, dans une variante de ce mode de réalisation, que chacun des écouteurs 301 et 302 soit

équipé d'un moteur de rendu binaural qui ne génère que sa voie.

[0063] Le système de guidage permet ainsi d'assurer un guidage de l'utilisateur grâce à un ou plusieurs sons semblant provenir d'un endroit précis de l'espace, indépendamment de la position de la tête de l'utilisateur. Ce guidage peut se faire avec un dispositif audio, par exemple constitué par des écouteurs sans fil, qui ne comporte que des fonctionnalités limitées. En effet, ce dispositif audio doit comprendre un moteur de rendu binaural et des capteurs inertiels, mais il n'est pas nécessaire qu'il comprenne un récepteur de données de positionnement, un logiciel de calcul d'itinéraire ou un équipement de communication avec un réseau distant, qui sont des composants nécessitant des capacités de calcul importantes et fortement consommateurs d'énergie. Enfin, ce guidage ne nécessite qu'un faible volume de communications radio entre le terminal portable et le dispositif audio. Ce faible volume de communications permet d'éviter une latence préjudiciable à la réactivité du système de guidage, et permet même la réception, par le dispositif audio, d'autres données que celles nécessaires pour le guidage.

[0064] Il est à noter que, dans un mode de réalisation alternatif, le dispositif audio 3 peut comprendre un récepteur de données de positionnement. Dans ce cas, le terminal 2 peut recevoir les informations provenant de ce récepteur de données de positionnement, par exemple pour déterminer l'itinéraire. Il est également possible, dans ce cas, que les indications concernant la position du son à diffuser, incluses dans les données d'instructions de guidage, soient sous la forme de coordonnées géographiques de la position d'où le son doit sembler être émis. Le moteur de rendu binaural 32 peut alors générer le son binauralisé en tenant compte des informations du récepteur de données de positionnement.

[0065] Selon un autre mode de réalisation possible de l'invention, le dispositif audio 3 peut également communiquer au terminal 2 des informations provenant des capteurs inertiels 33. Dans ce cas, l'indication relative à la position virtuelle du signal sonore peut être définie en tenant compte de l'orientation de la tête de l'utilisateur, et être donnée en position relative, par rapport à la tête de l'utilisateur. Un tel mode de réalisation n'est cependant pas le mode de réalisation préféré de mise en œuvre de l'invention. En effet, il augmente la quantité de données à transmettre entre le terminal 2 et le dispositif audio 3, et risque d'augmenter la latence dans le guidage de l'utilisateur.

[0066] Selon une variante des modes de réalisation décrits, les données d'instructions de guidage générées par le logiciel de génération d'instructions sonores 23 comprennent la description d'au moins deux signaux sonores distincts à diffuser simultanément à l'utilisateur, et une indication relative à la position virtuelle de chacun de ces signaux sonores à diffuser. Il est ainsi possible de diffuser à l'utilisateur, simultanément, un

signal audio permettant son guidage, par exemple le son d'une cloche se déplaçant devant lui, sur l'itinéraire à suivre, et des sons relatifs à des points d'intérêt situés autour de lui. De tels sons peuvent par exemple correspondre aux logos sonores d'enseignes commerciales proches, ou des sons connus de l'utilisateur permettant de lui signaler, par exemple, des obstacles, des dangers ou des points d'intérêt.

[0067] Pour que le logiciel de génération d'instructions sonores 23 puisse générer de tels signaux sonores, il est particulièrement utile que le terminal 2 comporte un équipement de communication avec un réseau distant 25, comme c'est habituellement le cas des téléphones portables. En effet, grâce à cet équipement de communication avec un réseau distant 25, le terminal 2 peut se procurer très facilement des informations récentes sur les obstacles, les dangers ou les points d'intérêt entourant l'utilisateur, par l'intermédiaire de réseaux tels qu'internet.

[0068] Il est à noter que chacun des signaux sonores diffusés à l'utilisateur par le système de guidage 1 selon l'invention peut être diffusé de façon continue ou discontinue. Par exemple, un signal de guidage devant être suivi par l'utilisateur peut être diffusé de façon continue, pour qu'il soit plus facile de le suivre. Il est également possible, pour moins gêner l'utilisateur, que ce signal soit diffusé de façon discontinue, par exemple à intervalles réguliers quand l'utilisateur se déplace en ligne droite, et à des intervalles plus rapprochés quand l'utilisateur approche d'une intersection ou qu'il doit changer de direction.

Revendications

[Revendication 1]

Système de guidage (1) d'un utilisateur, comprenant :

- un terminal informatique portable (2) destiné à être transporté par l'utilisateur,
- un dispositif audio stéréophonique (3), destiné à être associé à la tête de l'utilisateur (5) pour diffuser un son différencié à chacune de ses oreilles,

ledit terminal informatique portable (2) et ledit dispositif audio (3) communiquant l'un avec l'autre par le biais d'une liaison de communication sans fil,

ledit dispositif audio (3) étant équipé :

- de capteurs inertiels (33) aptes à mesurer la position et/ou les mouvements dudit dispositif audio (3), et
- d'un moteur de rendu binaural (32) recevant les données desdits capteurs inertiels (33),

caractérisé en ce que ledit terminal informatique portable (2) comprend un logiciel (23) apte à générer des données d'instructions de guidage qui associent :

- une description d'au moins un signal sonore à diffuser,
- une indication relative à la position virtuelle dudit signal sonore ou desdits signaux sonores à diffuser,

et en ce que ledit moteur de rendu binaural (32) est apte à générer un signal sonore (41) spatialisé, diffusé à chacune des oreilles dudit utilisateur (5) par ledit dispositif audio (3), ledit signal sonore spatialisé étant généré en fonction :

- desdites données d'instructions de guidage, transmises par ledit terminal informatique portable (2) par le biais de ladite liaison de communication sans fil, et
- de données provenant desdits capteurs inertiels (3).

[Revendication 2]

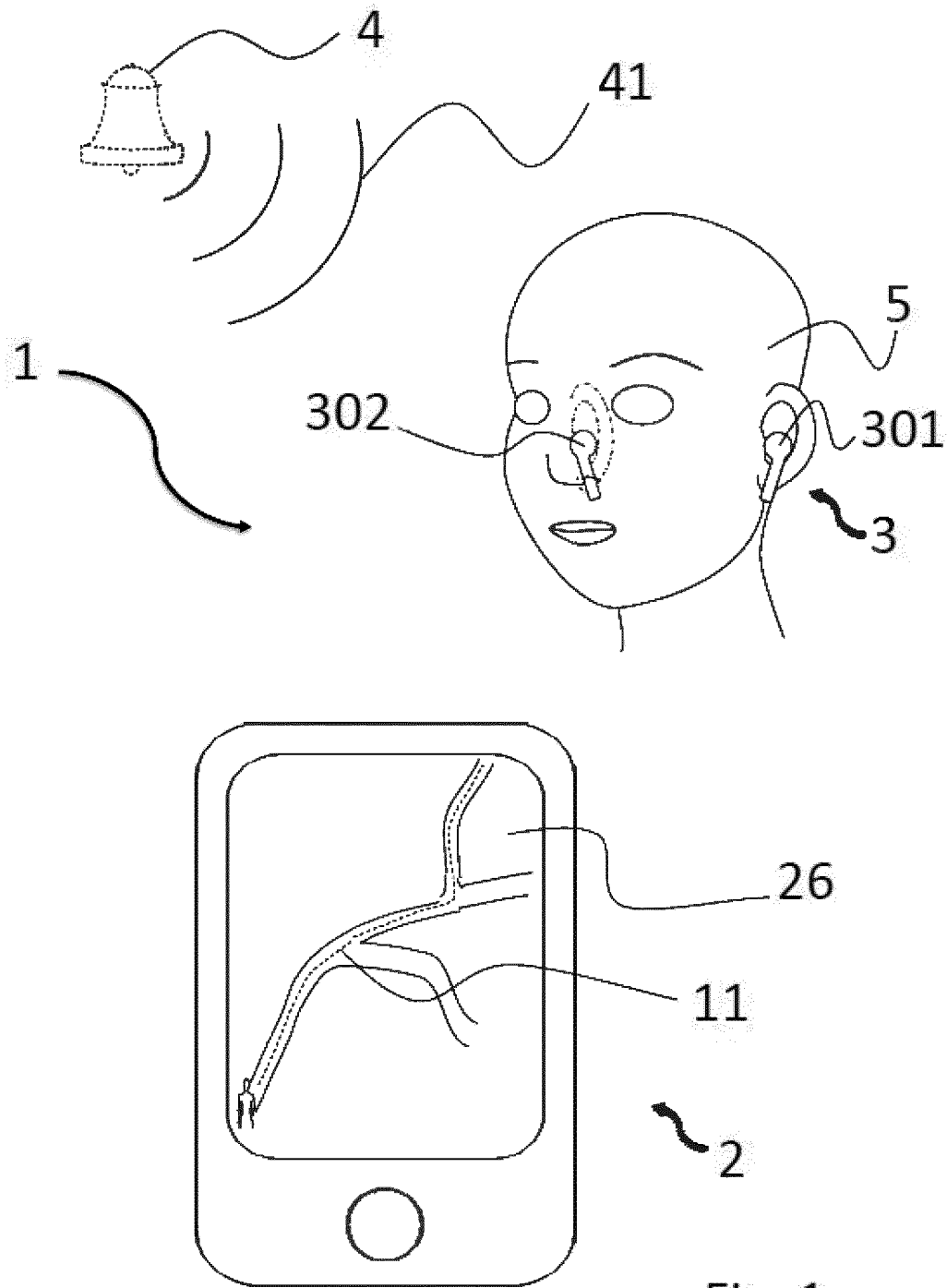
Système de guidage selon la revendication précédente, caractérisé en ce

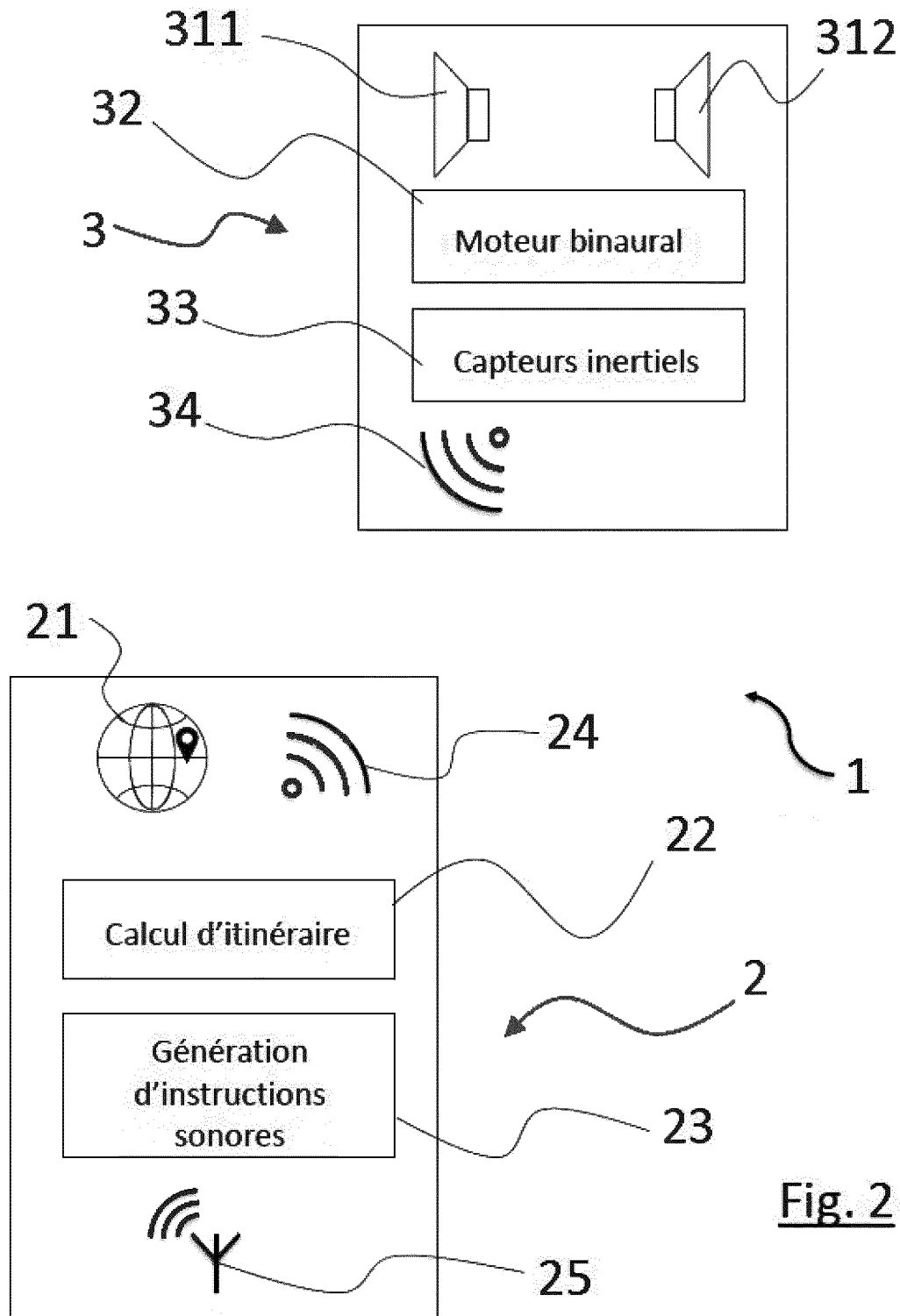
que ledit dispositif audio (3) est constitué par une paire d'écouteurs sans fil (301, 302), chacun desdits écouteurs étant apte à diffuser un son à l'une des oreilles dudit utilisateur.

- [Revendication 3] Système de guidage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit terminal informatique portable (2) comprend un logiciel (22) apte à calculer un itinéraire en fonction d'informations de localisation, et d'une destination.
- [Revendication 4] Système de guidage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit terminal informatique portable (2) comprend un récepteur de données de positionnement (21).
- [Revendication 5] Système de guidage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit dispositif audio (3) comprend un récepteur de données de positionnement.
- [Revendication 6] Système de guidage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ladite indication relative à la position virtuelle dudit signal sonore ou desdits signaux sonores à diffuser est définie par rapport à la position dudit dispositif audio (3).
- [Revendication 7] Système de guidage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ladite indication relative à la position virtuelle dudit signal sonore ou desdits signaux sonores à diffuser est définie par une position géographique ne tenant pas compte de la position dudit dispositif audio (3).
- [Revendication 8] Système de guidage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit terminal informatique portable (2) est constitué par un téléphone portable.
- [Revendication 9] Système de guidage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites données d'instructions de guidage associent :
- une description d'au moins deux signaux sonores distincts à diffuser,
 - une indication relative à la position virtuelle de chacun desdits signaux sonores à diffuser.
- [Revendication 10] Procédé de guidage d'un utilisateur à l'aide d'un système de guidage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit procédé comprend les étapes suivantes :
- une étape de génération, par un logiciel implémenté sur ledit

terminal informatique portable, de données d'instructions de guidage qui associent une description d'au moins un signal sonore à diffuser et une indication relative à la position virtuelle dudit signal sonore ou desdits signaux sonores à diffuser,

- une étape de transmission desdites données d'instructions de guidage audit dispositif audio, par le biais de ladite liaison de communication sans fil,
- une étape de génération, par ledit moteur de rendu binaural, d'un signal sonore spatialisé, en fonction desdites données d'instructions de guidage et de données provenant desdits capteurs inertiels, et
- une étape de diffusion à l'utilisateur dudit signal sonore spatialisé, par ledit dispositif audio.

Fig. 1



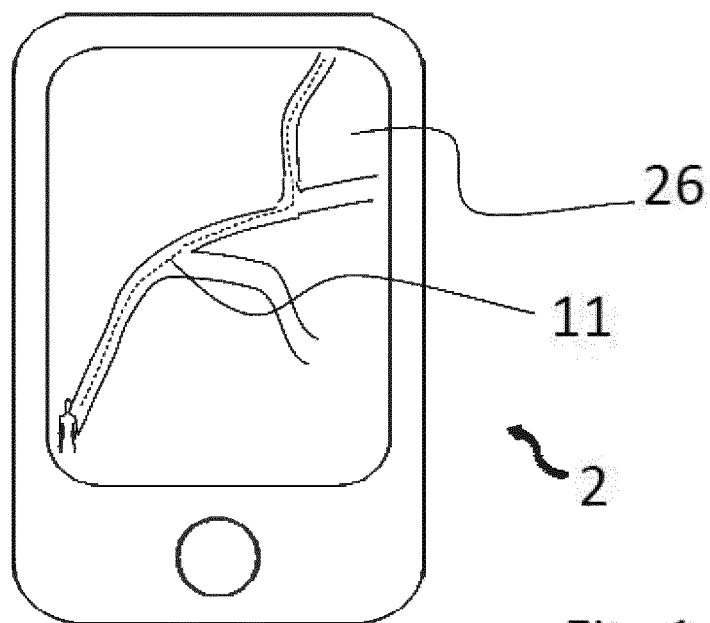
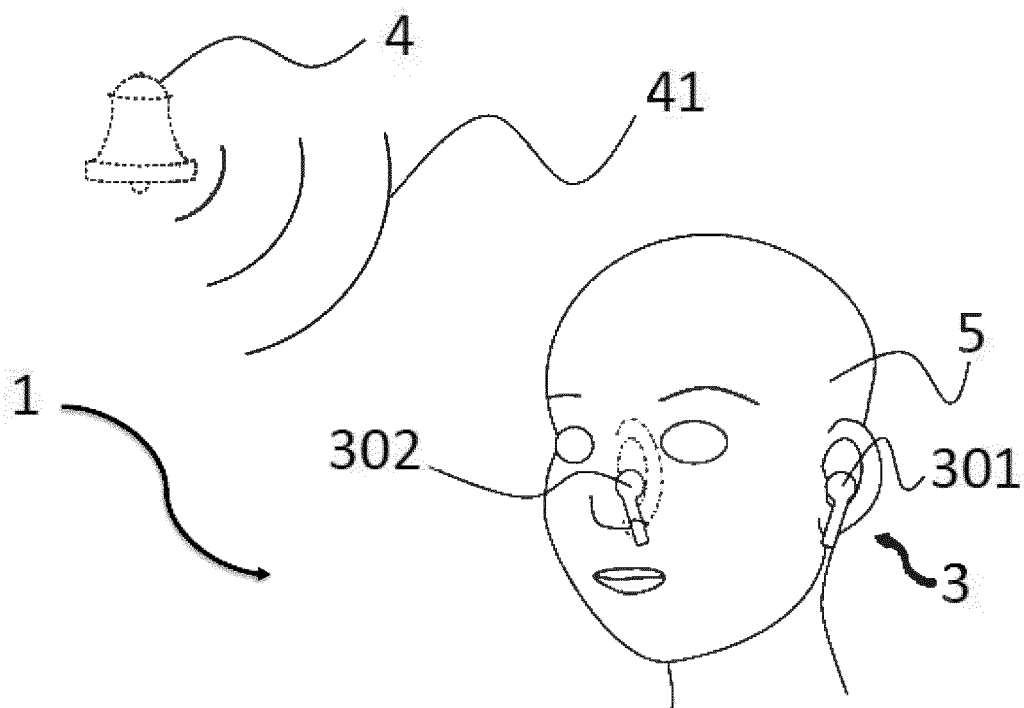


Fig. 1