



(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
20.08.1997 Bulletin 1997/34

(51) Int Cl.⁶: H04S 3/00

(21) Numéro de dépôt: 97400248.7

(22) Date de dépôt: 05.02.1997

(84) Etats contractants désignés:
DE GB NL

- Gulli, Christian, Thomson-CSF SCPI
94117 Arcueil Cedex (FR)
- Raynaud, Gérard, Thomson-CSF SCPI
94117 Arcueil Cedex (FR)

(30) Priorité: 13.02.1996 FR 9601740

(71) Demandeur: SEXTANT AVIONIQUE
78141 Velizy Villacoublay (FR)

(74) Mandataire: Chaverneff, Vladimir et al
THOMSON-CSF-S.C.P.I.,
13, Avenue du Président
Salvador Allende
94117 Arcueil Cédex (FR)

(72) Inventeurs:
• Courneau, Maïté, Thomson-CSF SCPI
94117 Arcueil Cedex (FR)

(54) Système de spatialisation sonore, et procédé pour sa mise en oeuvre

(57) Le système de spatialisation sonore de l'invention comporte, pour chaque canal monophonique à spatialiser, un processeur binaural (8) à deux voies de filtres de convolution combinés linéairement dans chaque voie, ce (s) processeur (s) étant relié (s) à un dispositif orienteur (13) de calcul de localisation spatiale des sour-

ces sonores, lui-même relié à au moins un dispositif de localisation (3, 4, 12). La convolution est effectuée entre le signal monophonique et les fonctions de transfert "oreille gauche" et "oreille droite" de l'utilisateur, ces fonctions de transfert étant propres à cet utilisateur, ce qui améliore ses performances de localisation de la source sonore monophonique.

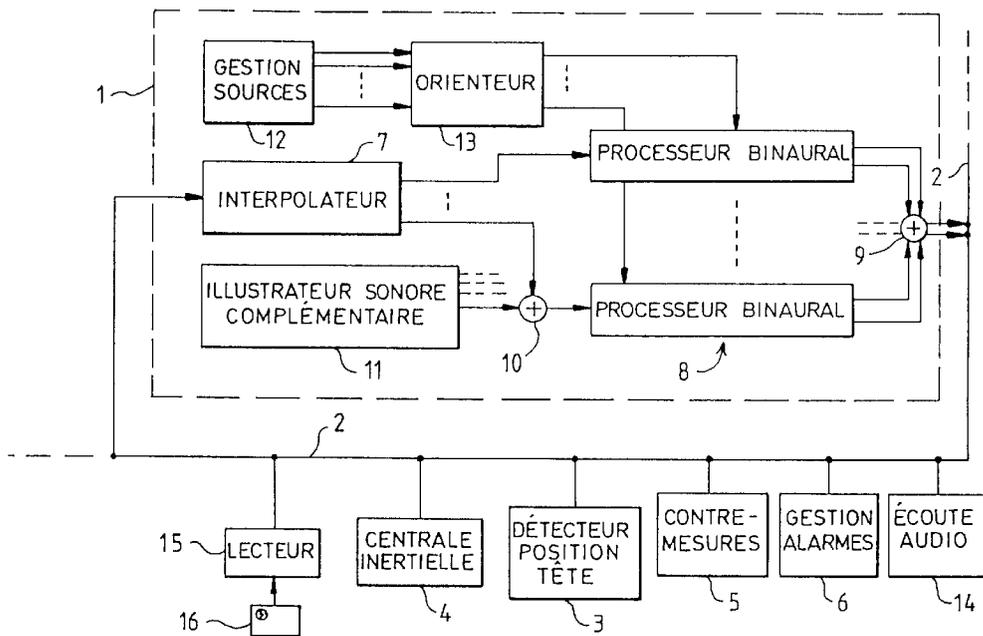


FIG. 1

Description

La présente invention se rapporte à un système de spatialisation sonore, ainsi qu'à un procédé de personnalisation permettant de mettre en oeuvre la spatialisation sonore.

Un pilote d'avion, en particulier d'avion de chasse, porte un casque stéréophonique qui lui restitue non seulement les communications radiophoniques, mais également des alarmes diverses et des communications de bord. Les radiocommunications peuvent se contenter d'une restitution stéréophonique, ou même monophonique, tandis que les alarmes et les communications de bord ne peuvent être localisées par rapport au pilote (ou au copilote...).

La présente invention a pour objet un système de communication audiophonique, qui permette de discriminer facilement la localisation d'une source sonore déterminée, en particulier dans le cas de l'existence de plusieurs sources sonores à proximité de l'utilisateur.

Le système de spatialisation sonore conforme à l'invention comporte, pour chaque canal monophonique à spatialiser, un processeur binaural à deux voies de filtres de convolution combinés linéairement dans chaque voie, ce (s) processeur (s) étant relié (s) à un dispositif orienteur de calcul de localisation spatiale des sources sonores, lui-même relié à des dispositifs de localisation, caractérisé en ce qu'il comporte pour au moins une partie des voies un dispositif d'illustration sonore complémentaire relié au processeur binaural correspondant, ce dispositif d'illustration sonore complémentaire comprenant au moins l'un des circuits suivants : circuit d'élargissement de bande passante, circuit de production de bruit de fond, circuit de simulation du comportement acoustique d'une salle, circuit de simulation d'effet Doppler, circuit produisant différents symboles sonores correspondant chacun à une source ou à une alarme déterminée.

Le procédé de personnalisation conforme à l'invention consiste à estimer les fonctions de transfert de tête de l'utilisateur par mesure de ces fonctions en un nombre fini de points de l'espace l'environnant, puis par interpolation des valeurs ainsi mesurées à calculer les fonctions de transfert de tête, pour chacune des deux oreilles de l'utilisateur, au point de l'espace où se trouve la source sonore, et à créer le signal "spatialisé" à partir du signal monophonique à traiter en le convoluant avec chacune des deux fonctions de transfert ainsi estimées. On peut ainsi "personnaliser" les filtres de convolution pour chaque utilisateur du système mettant en oeuvre ce procédé. Chaque utilisateur pourra alors localiser de la meilleure façon possible la source sonore virtuelle restituée par son équipement audiophonique.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation, pris à titre d'exemple non limitatif et illustré par le dessin annexé sur lequel :

- la figure 1 est un bloc-diagramme d'un système de spatialisation sonore conforme à l'invention,
- la figure 2 est un schéma explicatif de l'interpolation spatiale réalisée suivant le procédé de l'invention
- la figure 3 est un bloc-diagramme fonctionnel des principaux circuits de spatialisation de l'invention, et
- la figure 4 est une vue simplifiée de l'appareillage de recueil des fonctions de transfert de tête conformément au procédé de l'invention.

L'invention est décrite ci-dessous en référence à un système audiophonique d'avion, en particulier d'avion de combat, mais il est bien entendu qu'elle n'est pas limitée à une telle application, et qu'elle peut être mise en oeuvre aussi bien dans d'autres types de véhicules (terrestres ou maritimes) que dans des installations fixes. L'utilisateur de ce système est, dans le cas présent, le pilote d'un avion de combat, mais il est bien entendu qu'il peut y avoir simultanément plusieurs utilisateurs, en particulier s'il s'agit d'un avion de transport civil, des dispositifs particuliers à chaque utilisateur étant prévus en nombre correspondant.

Le module 1 de spatialisation représenté sur la figure 1 a pour rôle de faire entendre des signaux sonores (tonalités, parole, alarmes, ...) à l'aide d'un casque stéréophonique de telle sorte qu'ils soient perçus par l'auditeur comme s'ils provenaient d'un point particulier de l'espace, ce point pouvant être la position effective de la source sonore ou bien une position arbitraire. Ainsi, par exemple, le pilote d'un avion de combat entend la voix de son copilote comme si elle provenait effectivement de derrière lui, ou bien une alerte sonore d'attaque de missile est positionnée spatialement au point d'arrivée de la menace. En outre, la position de la source sonore évolue en fonction des mouvements de la tête du pilote et des mouvements de l'avion : par exemple une alarme générée à l'azimut "3 heures" doit se retrouver à "midi" si le pilote tourne la tête de 90 degrés vers la droite.

Le module 1 est par exemple relié à un bus numérique 2 duquel il reçoit des informations fournies par : un détecteur de position de tête 3, une centrale inertielle 4 et/ou un dispositif de localisation tel qu'un goniomètre, un radar, ..., des dispositifs de contre-mesures 5 (détection des menaces extérieures telles que des missiles) et un dispositif de gestion d'alarmes 6 (signalant en particulier des pannes d'instruments ou d'équipements de l'avion).

Le module 1 comporte un interpolateur 7 dont l'entrée est reliée au bus 2 auquel sont reliées différentes sources sonores (microphones, alarmes, ...). En général, ces sources sont échantillonnées à des fréquences relativement faibles (6, 12 ou 24 kHz par exemple). L'interpolateur 7 permet d'élever ces fréquences à un commun multiple, par exemple 48 kHz dans le cas présent, fréquence nécessaire aux processeurs situés en aval. Cet interpolateur 7 est relié à n processeurs binauraux, référencés 8 dans leur ensemble, n étant le nombre

maximal de voies à spatialiser simultanément. Les sorties des processeurs 8 sont reliées à un additionneur 9 dont la sortie constitue la sortie du module 1. Le module 1 comporte également dans la liaison entre au moins une sortie de l'interpolateur 7 et l'entrée du processeur correspondant de l'ensemble 8 un additionneur 10 dont l'autre entrée est reliée à la sortie d'un dispositif 11 d'illustration sonore complémentaire.

Ce dispositif 11 produit un signal sonore couvrant en particulier les fréquences élevées (par exemple de 5 à 16 kHz) du spectre audio. Il complète ainsi la bande passante utile du canal de transmission auquel son signal de sortie est ajouté. Ce canal de transmission peut être avantageusement un canal radio, mais il est bien entendu que tout autre canal peut être ainsi complété, et que plusieurs canaux peuvent être complétés dans un même système, en prévoyant un nombre correspondant d'additionneurs tels que 10. En effet, les radiocommunications utilisent des bandes passantes réduites (3 à 4 kHz en général). Une telle largeur de bande est insuffisante pour une spatialisation correcte du signal sonore. Des tests ont montré que les fréquences élevées (supérieures à 14 kHz environ), situées au-delà de la limite du spectre vocal, permettent une meilleure localisation de la provenance du son. Le dispositif 11 est alors un dispositif d'élargissement de bande passante. Le signal sonore complémentaire peut par exemple être un bruit de fond caractéristique d'une liaison radio. Le dispositif 11 peut être également, par exemple, un dispositif simulant le comportement acoustique d'une salle, d'un édifice..., ou un dispositif simulant un effet Doppler, ou bien encore un dispositif produisant différents symboles sonores correspondant chacun à une source ou à une alarme déterminée.

Les processeurs 8 génèrent chacun, un signal de type stéréophonique à partir du signal monophonique provenant de l'interpolateur 7 auquel est additionné le cas échéant, le signal du dispositif 11, en tenant compte des données fournies par le détecteur 3 de position de la tête du pilote.

Le module 1 comporte également un dispositif 12 de gestion des sources à spatialiser suivi d'un orienteur 13 à n entrées (n étant défini ci-dessus) commandant les n différents processeurs de l'ensemble 8. Le dispositif 13 est un calculateur calculant, à partir des données fournies par le détecteur de position de la tête du pilote, l'orientation de l'avion par rapport au repère terrestre (fourni par la centrale inertielle de l'avion) et la localisation de la source, les coordonnées dans l'espace du point d'où doivent sembler provenir les sons émis par cette source.

Si l'on veut spatialiser simultanément, en n_2 points distincts de l'espace (avec $n_2 \leq n$) n_2 sources distinctes, on utilise avantageusement, en tant que dispositif 13, un orienteur à n_2 entrées calculant séquentiellement les coordonnées de chaque source à spatialiser. Du fait que le nombre de sources sonores que peut distinguer un observateur moyen est généralement de quatre, n_2 est

avantageusement égal à quatre au maximum.

A la sortie de l'additionneur 9, on obtient une seule voie à deux canaux (gauche et droit) qui est transmise via le bus 2 à des circuits d'écoute audio 14.

Le dispositif 12 de gestion des n sources à spatialiser est un calculateur qui reçoit, via le bus 2, des informations concernant les caractéristiques des sources à spatialiser (site, gisement et distance par rapport au pilote), des critères de personnalisation au choix de l'utilisateur et des informations de priorité (menaces, alarmes, communications radio importantes ...). Le dispositif 12 reçoit du dispositif 4 des informations concernant l'évolution de la localisation de certaines sources (ou de toutes les sources, le cas échéant). A partir de ces informations, le dispositif 12 sélectionne la source (ou au maximum les n_2 sources) à spatialiser.

De façon avantageuse, on utilise un lecteur 15 de carte à mémoire 16 pour le dispositif afin de personnaliser la gestion des sources sonores par le dispositif 12. Le lecteur 15 est relié au bus 2. La carte 16 contient alors les caractéristiques du filtrage réalisés par les pavillons des oreilles de chaque utilisateur. Dans le mode de réalisation préféré, il s'agit d'un ensemble de couples de filtres numériques (c'est-à-dire des coefficients représentant leurs réponses impulsionnelles) correspondant aux filtrages acoustiques "oreille gauche" et "oreille droite" réalisés pour divers points de l'espace environnant l'utilisateur. La base de données ainsi constituée est chargée, via le bus 2, dans la mémoire associée aux différents processeurs 8.

Les processeurs 8 comportent chacun essentiellement deux voies (dites "oreille gauche" et "oreille droite") de filtrage par convolution. Plus précisément, le rôle de chacun des processeurs 8 est d'une part de calculer par interpolation les fonctions de transfert de tête (droite et gauche) au point en lequel sera placée la source, d'autre part de créer le signal spatialisé sur deux canaux à partir du signal monophonique original.

Le recueil des fonctions de transfert de tête impose un échantillonnage spatial : ces fonctions de transfert ne sont mesurées qu'en un nombre fini de points (de l'ordre de 100). Or pour "spatialiser" correctement un son, il faudrait connaître les fonctions de transfert au point origine de la source, déterminé par l'orienteur 13. Il faut donc se contenter d'une estimation de ces fonctions: cette opération est réalisée par une interpolation "barycentrique" des quatre couples de fonctions associées aux quatre points de mesure les plus proches du point de l'espace calculé.

Ainsi, comme représenté schématiquement en figure 2, on effectue des mesures en différents points de l'espace régulièrement espacés en site et en gisement et situés sur une même sphère. On a représenté en figure 2 une partie de la "grille" G ainsi obtenue pour les points $P_m, P_{m+1}, P_{m+2}, \dots, P_p, P_{p+1}, \dots$. Soit un point P de ladite sphère, déterminé par l'orienteur 13 comme étant situé dans la direction de la source sonore à "spatialiser". Ce point P est à l'intérieur du quadrilatère cur-

viligine délimité par les points P_{m+1} , P_{m+2} , P_{n+1} , P_{n+2} . On effectue donc l'interpolation barycentrique pour la position de P par rapport à ces quatre points. Les différents équipements déterminant l'orientation de la source sonore et l'orientation et l'emplacement de la tête de l'utilisateur fournissent leurs données respectives toutes les 20 ou 40 ms (ΔT), c'est-à-dire que tous les ΔT un couple de fonctions de transfert est disponible. Afin d'éviter des "sauts" audibles lors de la restitution (lorsque l'opérateur modifie l'orientation de sa tête, il doit percevoir un son sans coupure), le signal à spatialiser est en fait convolué par une paire de filtres obtenue par interpolation "temporelle" réalisée entre les filtres de convolution interpolés spatialement aux instants T et $T+\Delta T$. Il ne reste alors qu'à convertir les signaux numériques ainsi obtenus en analogique avant leur restitution dans les écouteurs de l'utilisateur.

Sur le diagramme de la figure 3, qui se rapporte à une voie à spatialiser, on a représenté les différents capteurs d'attitude (de position) mis en oeuvre. Ce sont : un capteur 17 d'attitude de tête, un capteur 18 d'attitude de la source sonore, et un capteur 19 d'attitude du mobile porteur (avion par exemple). Les informations de ces capteurs sont fournies à l'orienteur 13, qui détermine à partir de ces informations la position spatiale de la source par rapport à la tête de l'utilisateur (en ligne de visée et en distance). L'orienteur 13 est relié à une base de données 20 (incluse dans la carte 16) dont il commande le chargement vers les processeurs 8 des fonctions de transfert "gauche" et "droite" des quatre points les plus proches de la position de la source (voir figure 2), ou éventuellement du point de mesure (si la position de la source coïncide avec celle de l'un des points de mesure de la grille G). Ces fonctions de transfert sont soumises à une interpolation spatiale en 21, puis à une interpolation temporelle en 22, et les valeurs résultantes sont convoluées en 23 avec le signal 24 à spatialiser. Bien entendu, les fonctions 21 et 23 sont réalisées par le même interpolateur (interpolateur 7 de la figure 1), et les convolutions sont réalisées par le processeur binaural 8 correspondant à la voie spatialisée. Après convolution, on effectue une conversion numérique-analogique, en 25, et la restitution sonore (amplification et envoi à un casque stéréophonique) en 26. Bien entendu, les opérations 20 à 23 et 25, 26 se font séparément pour la voie gauche et pour la voie droite.

Les filtres de convolution "personnalisés" constituant la base de données précédemment évoquée sont établis à partir de mesures faisant appel à un procédé décrit ci-dessous en référence à la figure 4.

Dans une chambre anéchoïque, est installé un outillage mécanique automatisé 27 se composant d'un rail semi-circulaire 28 monté sur un pivot motorisé 29 fixé au sol de cette chambre. Le rail 28 est disposé verticalement, de façon que ses extrémités soient sur la même perpendiculaire. Sur ce rail 28, se déplace un support 30 sur lequel est monté un haut-parleur large bande 31. Ce dispositif permet de placer le haut-parleur

en n'importe quel point de la sphère définie par le rail lorsque celui-ci effectue une rotation de 360 degrés autour d'un axe vertical passant par le pivot 29. La précision du positionnement du haut-parleur est d'un degré en site et en gisement, par exemple.

Une première série de relevés est effectuée: le haut-parleur 31 est placé successivement en X points de la sphère, c'est-à-dire que l'espace est "discrétisé": il s'agit d'un échantillonnage spatial. En chaque point de mesure, un code pseudo-aléatoire est généré et restitué par le haut-parleur 31. Le signal sonore émis est capté par une paire de microphones de référence placée au centre 32 de la sphère (la distance séparant les microphones est de l'ordre de la largeur de la tête du sujet dont on désire recueillir les fonctions de transfert), afin de mesurer la pression acoustique résultante en fonction de la fréquence.

On effectue ensuite une seconde série de relevés: la méthode est la même mais cette fois, le sujet est placé de telle sorte que ses oreilles soient situées à l'emplacement des microphones (le sujet contrôle la position de sa tête par retour vidéo). Le sujet est muni de bouchons d'oreille obturateurs individualisés dans lesquels sont placés des microphones miniatures. L'obturation complète du conduit présente les avantages suivants: l'oreille est acoustiquement protégée, et le réflexe stapédien (inexistant dans ce cas) ne vient pas modifier l'impédance acoustique de l'ensemble.

Pour chaque position du haut-parleur, pour chaque oreille, après compensation des réponses des microphones miniatures et du haut-parleur, on effectue le rapport des pressions acoustiques en fonction de la fréquence, mesurées dans les deux expériences précédentes. On obtient ainsi X couples (oreille gauche, oreille droite) de fonctions de transfert.

Selon la technique de convolution utilisée, la base de données des fonctions de transfert peut être constituée soit de couples de réponses en fréquence (convolution par multiplication dans le domaine fréquentiel) soit de couples de réponses impulsionnelles (convolution temporelle classique), transformées de Fourier inverses des précédentes.

L'utilisation d'un signal obtenu par génération d'un code binaire pseudo-aléatoire permet de disposer d'une réponse impulsionnelle de grande dynamique avec un niveau sonore émis moyen (70 dBa par exemple).

L'emploi des sources acoustiques émettant des signaux binaires pseudo-aléatoires tend à se généraliser dans la technique de mesure de réponse impulsionnelle, surtout en ce qui concerne la caractérisation d'un local acoustique par la méthode de corrélation.

Outre leurs caractéristiques (fonction d'autocorrélation) et leurs propriétés particulières qui se prêtent à des optimisations (transformée d'Hadamard), ces signaux rendent acceptable l'hypothèse de linéarité du système acoustique de recueil. Ils permettent également de s'affranchir des variations d'impédance acoustique de la chaîne ossiculaire par réflexe stapédien, en

limitant le niveau d'émission (70 dBa). De préférence, on produit des signaux binaires pseudo-aléatoires à séquence de longueur maximale. L'avantage des séquences à longueur maximale réside dans leurs caractéristiques spectrales (bruit blanc) et leur mode de génération qui permet une optimisation du processeur de traitement.

Les principes de mesure à l'aide de signaux binaires pseudo-aléatoires mis en oeuvre par la présente invention sont par exemple décrits dans les ouvrages suivants :

- J.K.Holmes : "Coherent spread spectrum systems". Wiki Interscience
- J. Borish and J.B. Angell : "An efficient algorithm for measuring the impulse response using pseudorandom noise" J. Audio Eng. Soc., Vol. 31, n° 7, July/August 1983.
- L. Otshudi, J.P. Quilhot: "Considérations sur les propriétés énergétiques des signaux binaires pseudo-aléatoires et sur leur utilisation comme excitateurs acoustiques". Acustica Vol. 90, pp 76-81, 1990.

Ils ne sont donc rappelés que brièvement ici.

A partir de la génération des séquences pseudo-aléatoires, on réalise les fonctions principales suivantes :

- génération d'un signal de référence et enregistrement concomitant des deux voies microphoniques,
- calcul de la réponse impulsionnelle du trajet acoustique, (diffraction)
- calcul de certains critères (gain de chaque voie, ordre du moyennage, niveau numérique de sortie, indicateur de stockage, mesure du retard binaural des 2 voies par corrélation, décalage pour simuler les retards géométriques, ...)
- visualisation des résultats, échogrammes, courbe de décroissance, sortie sur imprimante.

La réponse impulsionnelle est obtenue sur la durée $(2n-1)/f_e$ où N est l'ordre de la séquence et où f_e est la fréquence d'échantillonnage. Il revient à l'opérateur de choisir un couple de valeurs (ordre de la séquence, f_e) suffisant afin d'avoir toute la décroissance utile de la réponse.

Le dispositif de spatialisation sonore décrit ci-dessus permet d'augmenter l'intelligibilité des sources sonores qu'il traite, de diminuer le temps de réaction de l'opérateur vis-à-vis des signaux d'alarmes, d'alertes ou d'autres indicateurs sonores, dont les sources semblent être situées respectivement en différents points de l'espace, donc plus faciles à discriminer entre elles et plus faciles à classer par ordre d'importance ou d'urgence.

Revendications

1. Procédé de personnalisation d'un système de spatialisation sonore, caractérisé en ce qu'il consiste à estimer les fonctions de transfert de tête de l'utilisateur par mesure de ces fonctions en un nombre fini de points de l'espace l'environnant, puis par interpolation des valeurs ainsi mesurées à calculer les fonctions de transfert de tête, pour chacune des deux oreilles de l'utilisateur, au point de l'espace où se trouve la source sonore, et à créer un signal spatialisé à partir du signal monophonique à traiter en le convoluant avec chacune des deux fonctions de transfert ainsi estimées.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'interpolation comporte une phase d'interpolation spatiale et une phase d'interpolation temporelle.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la source sonore émet un signal binaire pseudo-aléatoire.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on estime les fonctions de transfert de tête en environ 100 points.
5. Système de spatialisation de sources sonores produisant chacune des canaux monophoniques, comportant, pour chaque canal monophonique à spatialiser, un processeur binaural (B) à deux voies de filtres de convolution combinés linéairement dans chaque voie, ce (s) processeur (s) étant relié (s) à un dispositif orienteur (13) de calcul de localisation spatiale des sources sonores, lui-même relié à au moins un dispositif de localisation (3, 4, 12), caractérisé en ce qu'il comporte pour au moins une partie des voies un dispositif d'illustration sonore complémentaire (11) relié au processeur binaural correspondant, ce dispositif d'illustration sonore complémentaire comprenant au moins l'un des circuits suivants : circuit d'élargissement de bande passante, circuit de production de bruit de fond, circuit de simulation du comportement acoustique d'une salle, circuit de simulation d'effet Doppler, circuit produisant différents symboles sonores correspondant chacun à une source ou à une alarme déterminée.
6. Système selon la revendication 5, caractérisé en ce que le dispositif de localisation est l'un au moins des dispositifs suivants: centrale inertielle (4), détecteur de position de tête (3), radar, goniomètre.
7. Système selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce qu'il est relié à un dispositif de contre-mesures (5).

8. Système selon l'une des revendications 5 à 7, caractérisé en ce qu'il est relié à un dispositif (15) lecteur de cartes à mémoire (16) dans chacune desquelles sont mémorisées les données caractéristiques du filtrage réalisé par les pavillons des oreilles de l'utilisateur correspondant. 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

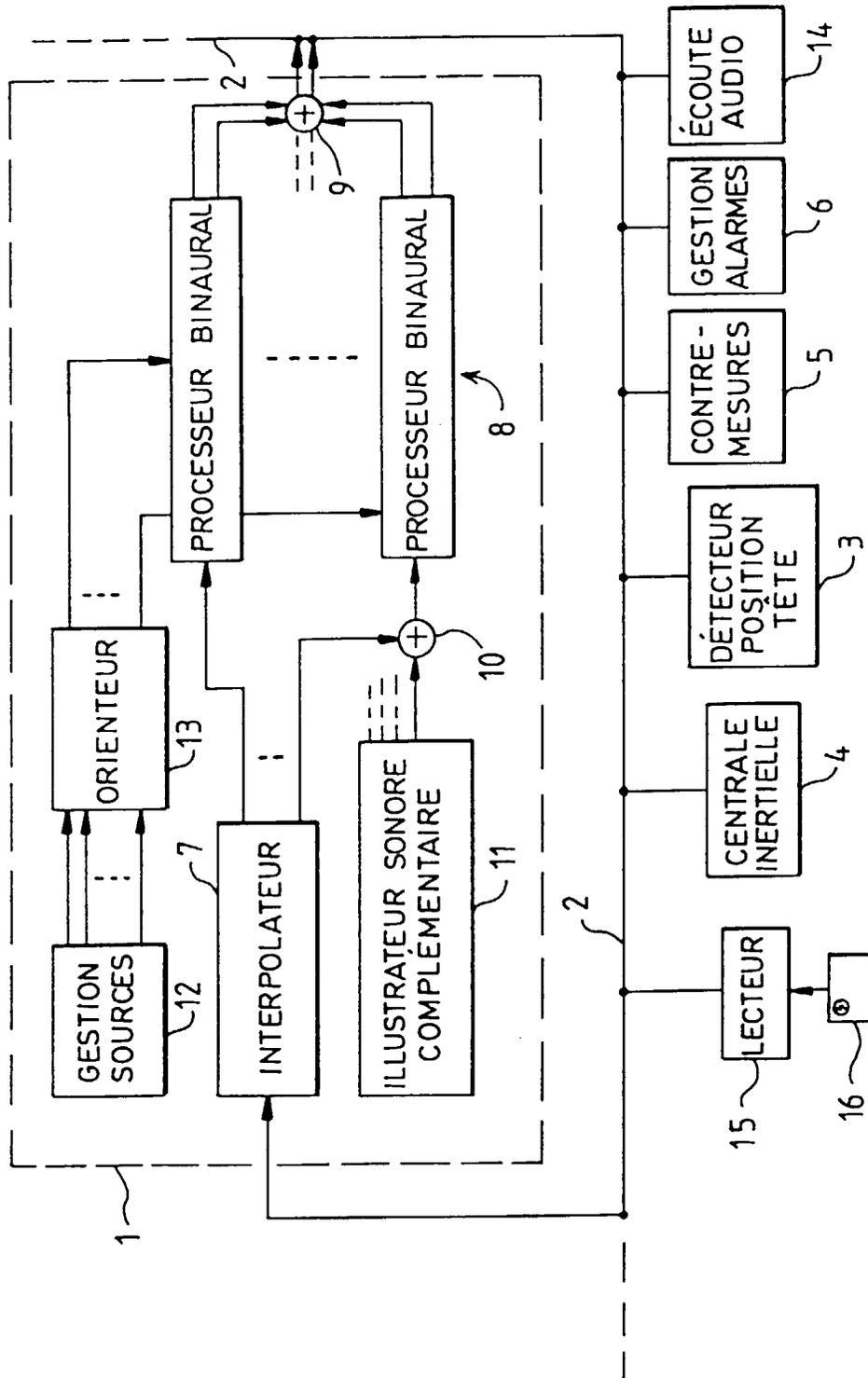


FIG. 1

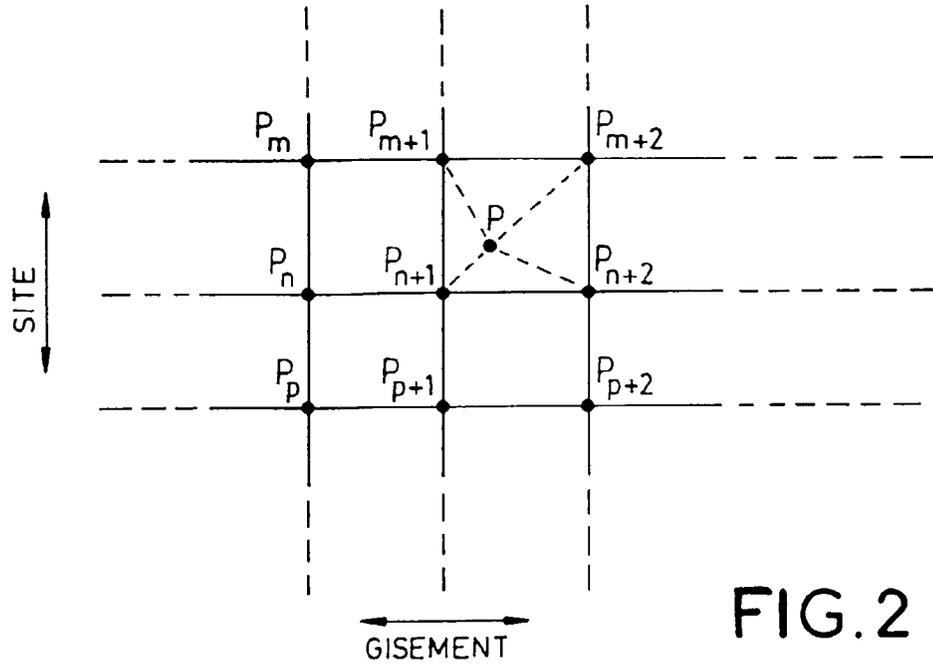


FIG.2

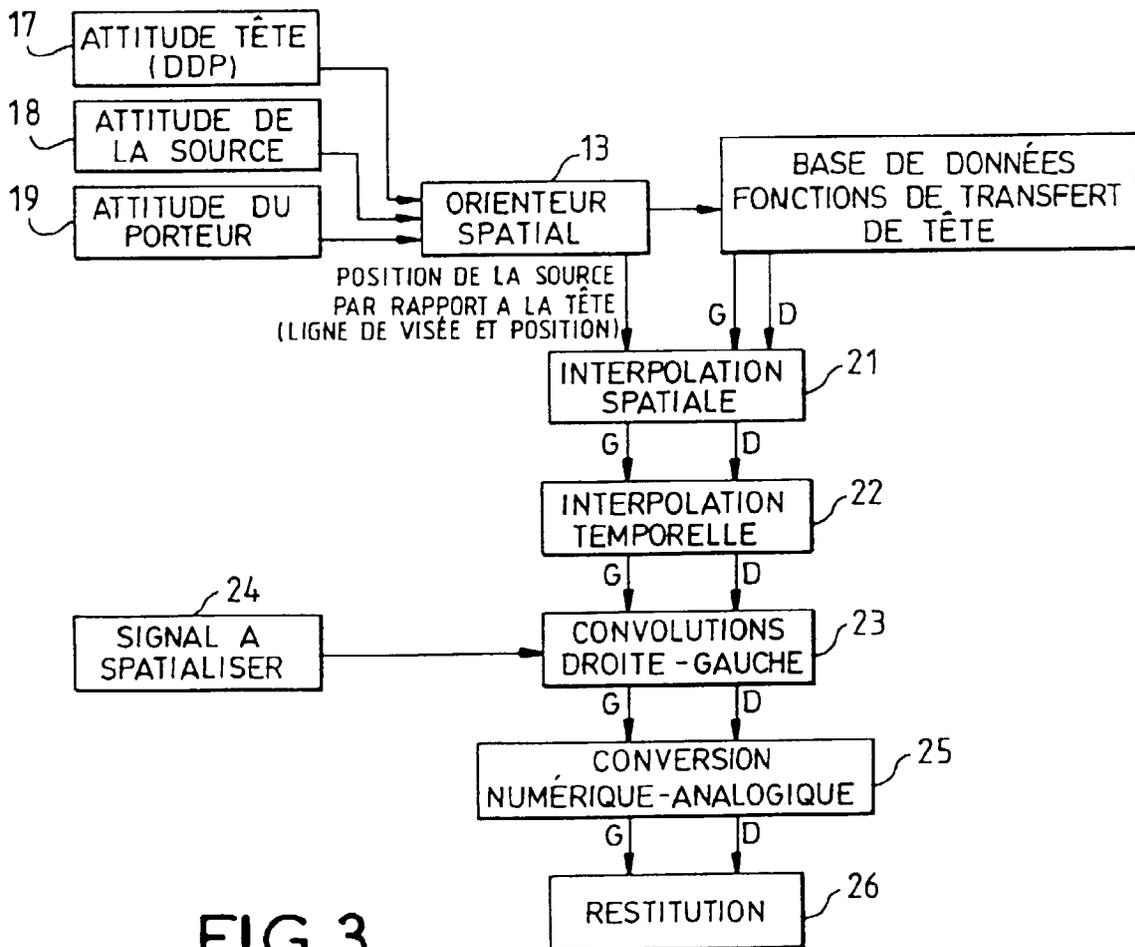


FIG.3

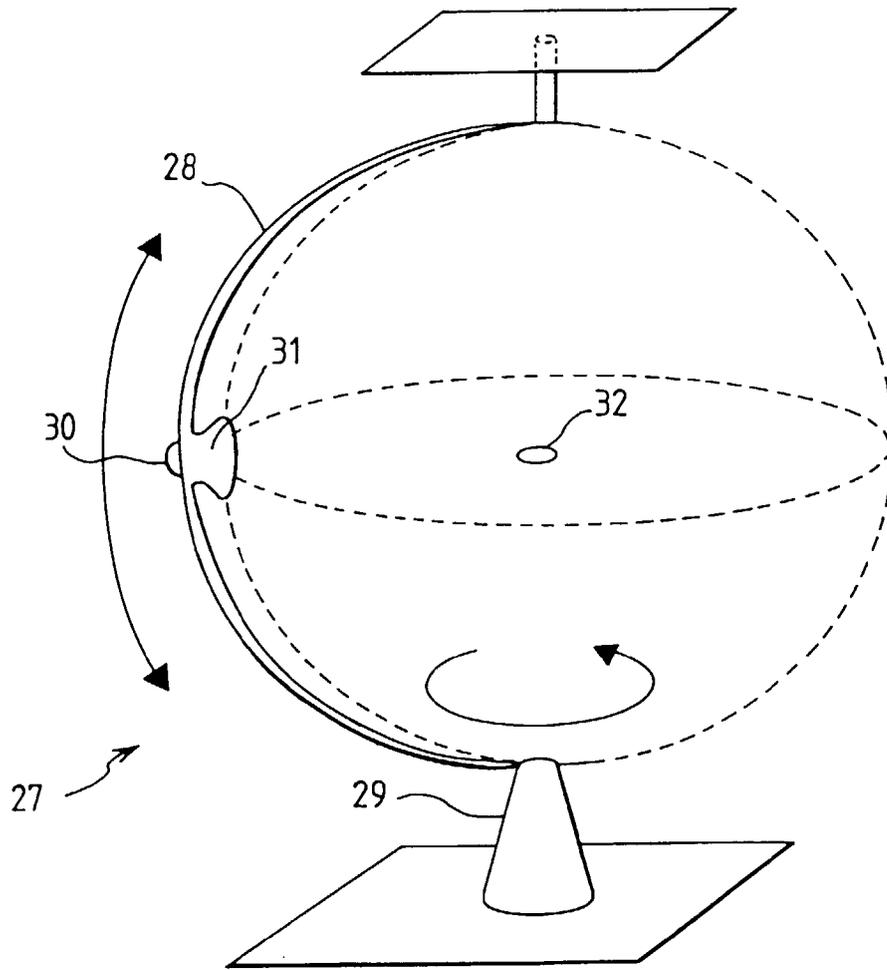


FIG. 4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 97 40 0248

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
Y A	US 5 438 623 A (BEGAULT) 1 Août 1995 * colonne 1, ligne 51-63 * * colonne 2, ligne 45 - colonne 3, ligne 13 * * colonne 3, ligne 38 - colonne 8, ligne 23 * ---	1,2,5,6 3	H04S3/00
Y A	EP 0 664 660 A (SONY) 26 Juillet 1995 * colonne 1, ligne 1-10 * * colonne 1, ligne 16-31 * * colonne 2, ligne 47 - colonne 3, ligne 16 * * colonne 3, ligne 42 - colonne 10, ligne 4 * ---	1,2,5,6 4	
A	WO 94 01933 A (LAKE DSP PTY) 20 Janvier 1994 * page 1, ligne 23 - page 16, ligne 6 * * page 18, ligne 8 - page 30, ligne 10 * ---	5	
A	US 4 700 389 A (NAKAYAMA) 13 Octobre 1987 * colonne 1, ligne 5-6 * * colonne 2, ligne 44 - colonne 5, ligne 39 * ---	5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
A	WO 90 07172 A (HONEYWELL) 28 Juin 1990 * page 1, ligne 2-6 * * page 4, ligne 23 - page 10, ligne 2 * ---	5,7	H04S H03H G09B H04M H01Q H04N G02B G01H G01S
A	FR 2 633 125 A (SGS THOMSON) 22 Décembre 1989 * page 1, ligne 1-4 * * page 2, ligne 28 - page 3, ligne 26 * * page 5, ligne 15 - page 12, ligne 23 * -----	5,8	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 3 Juin 1997	Examineur Zanti, P
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P/MC02)