

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①1 N° de publication :

3 133 598

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

22 02344

⑤1 Int Cl⁸ : **B 64 D 43/00** (2022.01), B 64 D 45/00, G 08 G 5/00,
G 06 F 3/14, B 63 B 49/00, G 01 C 21/36

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 Dispositif et procédé pour améliorer la conscience d'un pilote sur la situation et l'état d'un aéronef.

②2 Date de dépôt : 17.03.22.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 22.09.23 Bulletin 23/38.

④5 Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 28.06.24 Bulletin 24/26.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *THALES Société anonyme* — FR.

⑦2 Inventeur(s) : LAFON GOMME Stéphanie et
AULLANS Pierre-Jean.

⑦3 Titulaire(s) : THALES Société anonyme.

⑦4 Mandataire(s) : ATOUT PI LAPLACE.

FR 3 133 598 - B1



Description

Titre de l'invention : Dispositif et procédé pour améliorer la conscience d'un pilote sur la situation et l'état d'un aéronef

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne le domaine des interfaces homme-machine (IHM) et plus spécifiquement des interfaces homme-machine configurées pour apporter à un pilote une aide visuelle quant à la situation et l'état de l'aéronef piloté, améliorant ainsi sa conscience de la situation, notamment sa conscience quant à l'attitude et le dérapage de l'aéronef.

Etat de la technique

[0002] Un pilote d'avion pour sa navigation a besoin de regarder une grande partie de son temps à l'extérieur de la cabine de pilotage pour recueillir des informations sur l'environnement externe à l'aéronef. Ces informations sont nécessaires pour réaliser une navigation sûre et efficace, pour éviter des obstacles, ou pour chercher des points d'intérêt pour poser un hélicoptère par exemple.

[0003] De plus, le pilote doit réaliser des vérifications répétitives des indicateurs du tableau de bord de navigation, nécessitant alors un détournement de sa vue. Il faut savoir que la lecture des indicateurs de tableau de bord ou la fixation par le pilote de la trajectoire de navigation stimule la vision fovéale du pilote. On entend par vision fovéale la vision due à la partie centrale de la rétine, appelée fovéa. Lors d'une stimulation de la vision fovéale, l'œil s'arrête pendant 200 à 400 ms sur point de fixation pour obtenir des détails à haute résolution. Elle se caractérise alors par une activité cognitive supérieure pour analyser le stimulus visuel d'une manière précise et détaillée. On entend par « charge cognitive », l'intensité de l'activité mentale, physique, sensorielle et psychologique de l'utilisateur (un pilote par exemple) pour réaliser les processus cognitifs en interaction avec les informations de l'environnement induisant des actions en réponse à une situation particulière.

[0004] Or, dans des situations particulières, lorsque le pilote ne peut pas détourner sa vue de l'environnement externe, la procédure impose au copilote de remonter les informations du tableau de bord de navigation par voie sonore. Cependant, dans des situations de stress extrême, il a été démontré que la sensibilité auditive des pilotes est largement réduite, rendant alors l'échange d'informations avec le copilote impossible, ou engendrant une latence trop importante dans la transmission de l'information. De nombreux rapports d'analyses d'accidents d'avion ont montré que les pilotes n'entendaient plus les alarmes sonores en cas de stress extrême précédant la catastrophe.

- [0005] Aussi, il existe un besoin d'une solution qui fournisse à un pilote des informations quant à la situation de l'aéronef piloté dans des conditions où sa vision fovéale est déjà sollicitée avec une quasi impossibilité de détourner son regard du point de fixation ou lorsque le pilote ne peut pas détourner son attention de sa tâche de recherche de points d'intérêt, et où l'utilisation des autres canaux sensoriels est impossible ou difficile ou prohibée (par exemple : handicap physique, situation de stress extrême, environnement bruyant, absence du copilote).
- [0006] Une telle solution doit fournir au pilote une information intuitive pour mieux appréhender la situation et l'état de son aéronef, notamment dans des conditions de visibilité dégradée, doit améliorer sa conscience de la situation mais sans augmenter sa charge mentale, que ce soit en contexte diurne ou nocturne.
- [0007] Il existe divers systèmes d'aide au pilotage d'aéronef pour aider un humain à conserver au mieux sa concentration visuelle tout en lui fournissant une information optique.
- [0008] Un système connu est basé sur un viseur tête haute (HUD pour « Head Up Display » en Anglais). Le principe consiste, dans un cockpit d'avion ou de voiture, à afficher de l'information sur un écran transparent qui se situe dans une partie du champ visuel déjà scruté par le pilote. Les informations sont affichées sous forme de symboles numériques (caractères alpha numériques) ou analogiques (forme géométrique dans un espace à deux dimensions). Le pilote change son regard de temps à autre vers le HUD pour acquérir de l'information. L'inconvénient principal de ce système est que le pilote doit lâcher sa vision fovéale, déjà occupée à l'acquisition d'informations importantes, pour l'utiliser à une lecture d'informations supplémentaires sur un écran, informations précises nécessitant parfois un effort de lecture et/ou d'analyse. Ceci génère pour lui une charge cognitive supplémentaire, qui rend cette solution non adaptée à des conditions de navigation difficiles, particulièrement celles engendrant un stress.
- [0009] Les solutions de casques de réalité augmentée (HMD pour « Helmet-Mounted Display » en anglais) se basent sur l'intégration d'un écran qui permet d'avoir un affichage qui suit en permanence le regard du pilote. Le casque permet l'affichage continu des informations en cohérence avec la vision extérieure. Les informations sont affichées sous forme de symboles numériques (caractères alpha numérique) ou analogiques (forme géométrique dans un espace à deux dimensions). L'inconvénient de cette solution est que les informations supplémentaires sont affichées dans le champ de vision fovéale et que leur interprétation par le pilote génère une charge cognitive supplémentaire. Par ailleurs, cette solution engendre un coût non négligeable. Cela rend cette solution non adaptée à des conditions de navigation difficiles, particulièrement celles engendrant un stress.
- [0010] La demande de brevet EP 3 084 751 B1 intitulée « Peripheral Vision Hover Drift

Cueing » décrit un système de repérage de dérive en vision périphérique qui permet de présenter au pilote de manière optique la dérive en vol stationnaire (« Hover Drift ») d'avant en arrière et latéralement. Des diodes électroluminescentes sont utilisées pour représenter ces informations et sont placées exclusivement dans le champ de vision périphérique du pilote. Pour représenter la dérive avant / arrière, des bandeaux de diodes sont placés sur le cadre de la porte du poste de pilotage, et pour représenter la dérive latérale, des bandeaux de diodes sont placés devant dans le champ de vision périphérique du pilote. Les limites de cette solution sont qu'elle renseigne uniquement sur une information de dérive, et qu'elle ne renseigne pas le pilote sur d'autres informations fondamentales comme l'attitude et la vitesse. De plus, les diodes électroluminescentes positionnées dans le champ de vision périphérique avant du pilote risquent de ne pas être perçues lorsque le pilote doit porter des jumelles à vision nocturne (JVN). On entend par « vision périphérique » la stimulation des zones de réception de l'œil hors fovéa. Elle livre des impressions globales, comprimées et déformées du champ de vision total. Elle couvre un champ visuel très large allant à 110° pour chaque œil. Elle se caractérise alors par une activité cognitive inférieure pour livrer une impression générale d'une situation visuelle sans détail.

- [0011] Or, les informations d'attitude et de vitesse sont particulièrement importantes lorsqu'un équipage se retrouve dans un environnement visuel dégradé (DVE pour « Degraded Visual Environment » en anglais). Un cas fréquent est celui du pilote d'hélicoptère lors des manœuvres de posé « poussière » (« brownout ») ou de posé « neige » (« whiteout »).
- [0012] Le phénomène de brownout correspond à la perte de visibilité causée par le soulèvement d'un nuage de poussière et de sable par le souffle du rotor lorsqu'un hélicoptère atterrit ou décolle en zone désertique aride. Le pilote se retrouve en situation soudaine de visibilité dégradée, il perd ses repères et ses références extérieures de guidage visuel. Il commence à se désorienter, a une mauvaise perception des distances et des hauteurs quand son appareil est proche du sol. Le pilote peut être soumis à de telles illusions sensorielles et désorientations spatiales qu'elles peuvent provoquer de graves accidents.
- [0013] Les atterrissages sur neige amènent un phénomène similaire dit « whiteout », où les mouvements d'air générés par le rotor soulèvent la neige, et entraînent de la même manière les pertes de repères et la désorientation spatiale.
- [0014] Ainsi, il existe un besoin non couvert par les solutions existantes, de pouvoir fournir à un pilote se retrouvant soudainement dans une situation de visibilité dégradée, une information, par le biais du canal optique (même si sa vision fovéale est déjà sollicitée), lui permettant de mieux appréhender la situation et l'état de son aéronef, notamment une information non binaire sur l'attitude et la vitesse de dérapage, et ce

sans augmenter sa charge mentale.

- [0015] Une solution à ce besoin doit de plus couvrir les situations où un pilote se retrouve en condition de visibilité dégradée de jour comme de nuit.
- [0016] La présente invention répond à ce besoin en exploitant le canal sensoriel optique d'un pilote afin de lui fournir des informations de navigation sans augmenter sa charge cognitive.

Résumé de l'invention

- [0017] L'invention a pour objet un dispositif de guidage dans un environnement de navigation (réel ou virtuel), destiné à être embarqué dans une cabine de pilotage, et permettant à un pilote d'éviter les problèmes de perte de repères et de désorientation spatiale liés à un manque de visibilité.
- [0018] Le dispositif de l'invention permet à un pilote d'appréhender la situation dans laquelle il se trouve, notamment l'état dans lequel est son aéronef en termes d'attitude (le tangage, le roulis, le lacet) et de dérives (pour les trois axes dX, dY, dZ).
- [0019] Le contrôle d'attitude consiste à contrôler l'orientation dans l'espace et les mouvements de tangage, de roulis et de lacet.
- [0020] Avantagement, le dispositif de l'invention permet ne pas augmenter la charge mentale d'un pilote qui est dans un état de stress élevé, en fournissant une information optique intuitive lui facilitant la compréhension de l'orientation de son véhicule dans l'espace, et lui permettant un contrôle ajusté des mouvements de tangage, de roulis et de lacet.
- [0021] L'invention peut être appliquée dans un environnement de navigation réel (aéronautique, spatiale, terrestre ou maritime) ou virtuel (simulateur de navigation pour apprentissage, réalité virtuelle).
- [0022] Pour obtenir les résultats recherchés, il est proposé un dispositif d'aide visuelle pour améliorer la conscience d'un pilote sur la situation et l'état d'un aéronef piloté, adapté pour un aéronef ayant une cabine de pilotage présentant des parois équipées de montants sur lesquels sont disposés des bandeaux lumineux composés d'une pluralité d'unités lumineuses.
- [0023] Le dispositif de l'invention comprend : des moyens pour déterminer, à partir d'informations relatives à la navigation courante de l'aéronef, si des données courantes d'attitude et de dérive de l'aéronef doivent être signalées au pilote par un canal optique ; des moyens pour convertir lesdites données courantes d'attitude et de dérive à signaler en données d'attitude et de dérive pour affichage lumineux ; des moyens pour sélectionner un nombre de bandeaux lumineux positionnés dans le champ de vision périphérique et dans le champ de vision central du pilote, pour afficher lesdites données d'attitude et de dérive ; des moyens pour calculer pour chaque bandeau lumineux sé-

lectionné, un ensemble de paramètres de configuration, notamment des paramètres de nombre, d'emplacement, de couleur et d'intensité pour des unités lumineuses à allumer ; et des moyens pour déclencher simultanément sur chaque bandeau lumineux sélectionné, l'allumage tel que calculé desdites unités lumineuses.

[0024] L'invention propose plusieurs modes de réalisation alternatifs ou combinés.

[0025] Selon un aspect particulier de l'invention, les moyens pour sélectionner un nombre de bandeaux lumineux positionnés dans le champ de vision périphérique et dans le champ de vision central du pilote, sont configurés pour sélectionner un nombre de bandeaux lumineux en fonction de la nature des données d'attitude et de dérive à signaler, notamment selon que les données d'attitude sont relatives au tangage et/ou au roulis et/ou au lacet de l'aéronef, et selon le ou les axes (x, y, z) concernés pour les données de dérive.

[0026] Selon un aspect particulier de l'invention, les moyens de calcul sont configurés pour déterminer pour au moins un bandeau lumineux, un nombre et un ou plusieurs emplacements d'unités lumineuses à allumer de manière à produire pour le pilote une impression optique de liquide coulant dans un tube.

[0027] Selon un aspect particulier de l'invention, les moyens de calcul sont configurés pour déterminer pour au moins un bandeau lumineux, un nombre et un ou plusieurs emplacements d'unités lumineuses à allumer de manière à produire pour le pilote une impression optique de mouvement droite-gauche ou gauche-droite.

[0028] Selon un aspect particulier de l'invention, les moyens de calcul sont configurés pour déterminer pour au moins un bandeau lumineux, un nombre et un ou plusieurs emplacements d'unités lumineuses à allumer de manière à produire pour le pilote une impression optique de mouvement haut-bas ou bas-haut.

[0029] Selon un aspect particulier de l'invention, les moyens de calcul sont configurés pour déterminer pour au moins un bandeau lumineux, un nombre et un ou plusieurs emplacements d'unités lumineuses à allumer de manière à produire pour le pilote une impression optique de défilement dans un sens opposé au mouvement de l'aéronef.

[0030] Selon un aspect particulier de l'invention, les moyens de calculs sont configurés pour déterminer un mode jour ou un mode nuit, et sélectionner des paramètres de configuration des unités lumineuses, notamment le nombre, l'emplacement, la couleur et l'intensité des unités lumineuses à allumer selon le mode jour ou nuit.

[0031] Selon un aspect particulier de l'invention, les moyens pour déterminer si des données courantes d'attitude et de dérive de l'aéronef doivent être signalées au pilote par un canal optique, sont configurés pour détecter une variation des valeurs desdites données d'attitude et de dérive, et pour déterminer si les nouvelles données d'attitude et de dérive sont à signaler au pilote par un canal optique.

[0032] Selon un aspect particulier de l'invention, des données de roulis sont signalées dans

le champ de vision périphérique du pilote sur un bandeau lumineux situé sur un montant en arc au-dessus de la tête du pilote, par des unités lumineuses allumées à gauche et à droite en fonction de l'angle de roulis courant de l'aéronef.

- [0033] Selon un aspect particulier de l'invention, l'angle de roulis est mesuré par rapport à un point de référence situé au centre de la cabine de pilotage ou situé au niveau de la tête du pilote.
- [0034] Selon un aspect particulier de l'invention, des données de lacet sont signalées dans le champ de vision centrale du pilote sur un bandeau lumineux situé sur un montant horizontal en face du pilote par des unités lumineuses allumées à gauche ou à droite d'un point central du bandeau lumineux en fonction du dérapage latéral courant de l'aéronef.
- [0035] Selon un aspect particulier de l'invention, des données de tangage sont signalées dans le champ de vision centrale du pilote sur un bandeau lumineux situé sur un montant vertical en face du pilote, par des unités lumineuses allumées en haut ou en bas d'un point central du bandeau lumineux en fonction de la variation courante de l'assiette de l'aéronef.
- [0036] Selon un aspect particulier de l'invention, des données de dérive sont signalées dans le champ de vision périphérique du pilote sur des bandeaux lumineux situés sur des montants horizontaux à droite et à gauche du pilote, par des unités lumineuses allumées en sens inverse du mouvement de l'aéronef.
- [0037] L'invention a aussi pour objet un véhicule de transport aérien ou terrestre ou maritime avec une cabine de pilotage présentant des parois équipées de montants sur lesquels sont disposés des bandeaux lumineux composés d'une pluralité d'unités lumineuses, et où la cabine de pilotage comprend une implémentation du dispositif de l'invention.
- [0038] Dans un mode de réalisation, le véhicule est un hélicoptère ayant une cabine de pilotage présentant des parois équipées de montants sur lesquels sont disposés des bandeaux lumineux composés d'une pluralité d'unités lumineuses, ladite cabine de pilotage comprenant un dispositif selon l'invention.
- [0039] L'invention a de plus pour objet un simulateur de pilotage dans un environnement de navigation virtuel qui comprend une cabine de pilotage présentant des parois équipées de montants sur lesquels sont disposés des bandeaux lumineux composés d'une pluralité d'unités lumineuses, et où la cabine de pilotage comprend une implémentation pour simulateur du dispositif de l'invention.
- [0040] L'invention adresse aussi un programme d'ordinateur comprenant des instructions de code qui, lorsque le programme est exécuté par un ordinateur, conduisent celui-ci à mettre en œuvre le procédé d'aide au guidage d'un aéronef de l'invention.
- [0041] Selon des variantes d'implémentation adaptées, le dispositif de l'invention trouve des

applications dans le domaine spatial, terrestre ou maritime. Il est aussi possible d'appliquer l'invention dans le domaine du divertissement, du jeu vidéo, de la réalité virtuelle et augmentée.

Brève description des dessins

[0042] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit en relation aux dessins annexés suivants.

[0043] [Fig.1a] illustre une vue en coupe selon le plan (x, y) des champs de vision fovéal, central et périphérique d'un pilote.

[0044] [Fig.1b] illustre une vue en coupe selon le plan (z, y) des champs de vision fovéal, central et périphérique d'un pilote.

[0045] [Fig.2a] illustre une réalisation du dispositif d'aide au guidage de l'invention dans une cabine de pilotage d'un hélicoptère.

[0046] [Fig.2b] est une représentation symbolique du dispositif de l'invention pour une cabine de pilotage d'un hélicoptère.

[0047] [Fig.3a]

[0048] [Fig.3d] illustrent différents modes de réalisation du dispositif d'aide au guidage selon l'invention pour assister un pilote dans le contrôle du roulis de son aéronef.

[0049] [Fig.4a]

[0050] [Fig.4b] illustrent différents modes de réalisation du dispositif d'aide au guidage de l'invention pour assister un pilote dans le contrôle du dérapage latéral de son aéronef.

[0051] [Fig.5] illustre un mode de réalisation du dispositif d'aide au guidage de l'invention pour assister un pilote dans le contrôle du tangage de son aéronef.

[0052] [Fig.6a]

[0053] [Fig.6c] illustrent différents modes de réalisation du dispositif d'aide au guidage de l'invention pour assister un pilote dans le contrôle du dérapage longitudinal de son aéronef.

[0054] [Fig.7] illustre les étapes du procédé d'aide au guidage de l'invention dans un mode de réalisation.

[0055] [Fig.8] est un schéma d'un composant de calcul permettant une implémentation logicielle du dispositif de l'invention.

Description détaillée de l'invention

[0056] La [Fig.1a] illustre une vue en coupe selon le plan (x, y) illustrant le champ de vision fovéal, le champ de vision central et le champ de vision périphérique du point de vue d'un pilote dans une cabine de pilotage. Pour ce qui suit les mêmes éléments de description s'appliquent à un utilisateur de dispositif de réalité virtuelle selon les particularités spécifiques à cette application.

[0057] On se place dans le repère orthonormé dans l'espace (x, y, z). Pour simplifier

l'illustration, on considère que l'axe y correspond à la direction de navigation de l'aéronef dans cet exemple. L'axe z correspond à l'altitude de navigation de l'aéronef dans cet exemple d'illustration. On représente les yeux droit OD et gauche OG du pilote qui regarde dans la direction de navigation selon l'axe y.

- [0058] On distingue le champ de vision fovéal VF selon le plan (x, y) couvrant une fenêtre étroite de l'espace estimé à une ouverture de 3° à 5° pour chaque œil à partir de l'axe central Δ . La fixation par le pilote sur la trajectoire de navigation stimule la vision fovéale du pilote. Les yeux OD et OG du pilote pointent sur un point de fixation pour obtenir des détails à haute résolution. La couverture du champ de vision fovéale se caractérise alors par une activité cognitive supérieure pour analyser le stimulus visuel d'une manière précise et détaillée (lecture d'indicateurs, suivi d'une trajectoire précise).
- [0059] On distingue le champ de vision central VC selon le plan (x, y) couvrant une fenêtre étroite de l'espace estimé à une ouverture de 20° à 30° pour chaque œil à partir de l'axe central Δ . Dans ce champ de vision, l'œil humain est capable de distinguer les couleurs et reconnaître les symboles avec une charge cognitive moyenne.
- [0060] On distingue les champs de vision périphérique VPG et VPD selon le plan (x, y) associés respectivement à l'œil gauche OG et l'œil droit OD. Le champ de vision périphérique droit VPD couvre une fenêtre large de l'espace estimée à une ouverture de 94° à 110° à partir de l'axe central Δ vers la droite. Ainsi la vision périphérique de l'œil droit OD permet de livrer des impressions globales de la portion droite de l'espace intérieur de la cabine couverte par le champ de vision périphérique VPD. Le champ de vision périphérique gauche VPG couvre une fenêtre large de l'espace estimée à une ouverture de 94° à 110° à partir de l'axe central Δ vers la gauche. Ainsi la vision périphérique de l'œil gauche OG permet de livrer des impressions globales de la portion gauche de l'espace intérieur de la cabine couverte par le champ de vision périphérique VPG. Comme indiqué précédemment, la stimulation de la vision périphérique permet de fournir des informations supplémentaires sans générer une surcharge cognitive.
- [0061] La [Fig.1b] illustre une vue en coupe selon le plan (y, z) montrant le champ de vision fovéal, le champ de vision central et le champ de vision périphérique du point de vue d'un pilote dans une cabine de pilotage. On se réfère toujours dans le même repère spatial (x, y, z) de la [Fig.1a].
- [0062] Les observations détaillées dans la [Fig.1a] restent valables pour le champ de vision fovéale VF et le champ de vision centrale VC de la [Fig.1b]. Ainsi, en généralisant dans les trois dimensions spatiales, le champ de vision fovéale VF décrit un cône de révolution défini par l'axe central Δ et par un angle solide de 3° à 5° . Le champ de vision central VC décrit un cône de révolution défini par l'axe central Δ et par un angle

solide de 20° à 30°.

- [0063] On distingue les champs de vision périphérique VPH et VPB selon le plan (y, z) couvert simultanément par l'œil gauche OG et par l'œil droit OD. Le champ de vision périphérique haut VPH couvre une fenêtre large de l'espace estimée à une ouverture de 94° à 110° à partir de l'axe central Δ vers le haut. Ainsi la vision périphérique des deux yeux OD et OG permet de livrer des impressions globales de la portion supérieure) de l'espace intérieur de la cabine (en dessus de la tête du pilote. Le champ de vision périphérique bas VPB couvre une fenêtre large de l'espace estimée à une ouverture de 94° à 110° à partir de l'axe central Δ vers le bas. Ainsi la vision périphérique des deux yeux OD et OG permet de livrer des impressions globales de la portion inférieure de l'espace intérieur de la cabine (au niveau des pieds du pilote). Comme indiqué précédemment, la stimulation de la vision périphérique permet de fournir des informations supplémentaires sans générer une surcharge cognitive.
- [0064] La [Fig.2a] illustre une réalisation du dispositif d'aide au guidage de l'invention dans une cabine de pilotage d'un hélicoptère, et la [Fig.2b] est une représentation symbolique du dispositif de l'invention pour l'exemple de la [Fig.2a].
- [0065] L'exemple est choisi à des fins de description et n'est pas limitatif. L'homme du métier pourra appliquer les principes décrits à d'autres formes de cabine de pilotage, d'autres types d'aéronefs (réels ou simulés), afin d'implémenter un dispositif d'aide au guidage d'aéronef conforme à l'invention, permettant d'amener à la fois dans le champ de vision central et le champ de vision périphérique d'un pilote des informations quant à la situation de l'aéronef, notamment des informations sur l'attitude et la dérive, et ce sans augmenter sa charge mentale.
- [0066] Dans l'exemple choisi, la cabine de pilotage qui comprend une pluralité de parois, présente certaines parois équipées de montants ou armatures (M1, M2, M3, M4, M5) sur lesquels sont disposés des bandeaux lumineux, ces derniers étant composés d'une pluralité d'unités lumineuses (représentées par des points sur la [Fig.2b]). Le dispositif d'aide au guidage de l'invention comprend différents modules fonctionnels 200 permettant d'activer des unités lumineuses sur les différents bandeaux lumineux, afin de passer au pilote une information optique relative à l'attitude et la dérive de l'hélicoptère. Avantageusement, les unités lumineuses qui sont sélectionnées pour être allumées sont situées dans le champ de vision central et le champ de vision périphérique du pilote. Ainsi, tel qu'illustré sur la [Fig.2b], les montants M1, M2 correspondant aux armatures des portes à gauche et à droite, et le montant M3 correspondant à l'armature en arc de cercle au-dessus de la tête du pilote, qui sont situés dans le champ de vision périphérique du pilote sont équipés de bandeaux lumineux pouvant être commandés par le dispositif de l'invention. Les montants M4 et M5 correspondant à l'armature frontale respectivement à la verticale et à l'horizontale, qui

sont situés dans le champ de vision central du pilote sont équipés de bandeaux lumineux pouvant être commandés par le dispositif de l'invention.

- [0067] Dans un mode de réalisation, les modules fonctionnels consistent en des moyens 202 pour déterminer, à partir d'informations relatives à la navigation courante de l'aéronef, si des données courantes d'attitude et de dérive de l'aéronef doivent être signalées au pilote par un canal optique ; des moyens 204 pour convertir les données courantes d'attitude et de dérive à signaler en données d'attitude et de dérive pour un affichage optique ; des moyens 206 pour sélectionner des bandeaux lumineux positionnés dans le champ de vision périphérique et dans le champ de vision central du pilote, afin d'afficher les données d'attitude et de dérive ; des moyens 208 pour calculer pour chaque bandeau lumineux sélectionné, au moins des paramètres de nombre, d'emplacement, de couleur et d'intensité pour des unités lumineuses à allumer ; et des moyens 210 pour déclencher simultanément sur chaque bandeau lumineux sélectionné, l'allumage tel que calculé des unités lumineuses sélectionnées.
- [0068] Le module de détermination 202 peut être couplé à différents composants équipant l'aéronef permettant d'acquérir en temps réel des informations courantes de navigation de l'aéronef, notamment sur l'état de l'aéronef en termes d'attitude et de dérive.
- [0069] Les composants permettant d'acquérir des informations de navigation peuvent être des capteurs pour mesurer des grandeurs physiques de l'environnement de navigation. Les capteurs peuvent comprendre un accéléromètre, une centrale inertielle, un gyromètre, un capteur de pression statique, un thermomètre, un magnétomètre et tout autre type de capteurs utiles pour fournir des informations de navigation d'un véhicule.
- [0070] Les informations mesurées peuvent correspondre à des grandeurs physiques de nature différentes comme la position d'un obstacle à éviter, la vitesse de l'aéronef, l'attitude de l'aéronef, les indicateurs d'atterrissage et toutes autres informations utiles au pilote.
- [0071] Le module de détermination 202 peut aussi être couplé à des récepteurs pour recevoir des informations de navigation provenant d'un émetteur tiers. A titre d'exemple, et sans perte de généralité, l'émetteur peut être un tour opérateur ou un autre aéronef.
- [0072] L'ensemble de ces informations qui sont surveillées en permanence, consistent pour l'attitude (tangage, roulis, lacet) à contrôler l'orientation de l'hélicoptère dans l'espace et les mouvements de l'hélicoptère. La dérive est surveillée (sur les trois axes dX, dY, dZ) pour éviter un dérapage de l'appareil.
- [0073] Ces données en condition de navigation normale sont remontées au pilote par des indicateurs du tableau de bord de navigation. De plus le pilote exerce lui-même sa perception sur ces paramètres en regardant à l'extérieur pour rechercher des points d'intérêts. Or, en situation de visibilité dégradée (par exemple lors d'un atterrissage en condition de brownout ou de whiteout), le pilote de l'hélicoptère qui commence à

perdre ses repères et se désorienter, ne peut plus être aidé par les canaux de diffusion habituels.

- [0074] Aussi, le dispositif de l'invention par le module de détermination 202 permet de décider à partir d'un ensemble de conditions si des informations d'attitude et de dérive doivent être signalées au pilote par le canal optique selon l'invention, afin de lui apporter une aide au guidage.
- [0075] Les conditions peuvent regrouper des conditions quant à des mesures de valeurs seuils des différents paramètres de tangage, roulis, lacet, dérive, mais aussi des mesures sur le niveau de visibilité (comme par exemple des mesures relatives au nuage de poussière). Les conditions peuvent aussi recouvrir des mesures du stress du pilote et déclencher l'activation de l'information sur le canal optique si un seuil de stress est trop élevé. L'homme du métier pourra définir d'autres conditions selon le contexte d'utilisation du dispositif de l'invention.
- [0076] Dans un mode de réalisation, les moyens 202 pour déterminer si des données courantes d'attitude et de dérive de l'aéronef doivent être signalées au pilote par un canal optique, sont configurés pour détecter une variation des valeurs desdites données d'attitude et de dérive, et pour déterminer si les nouvelles données d'attitude et de dérive sont à signaler au pilote par un canal optique.
- [0077] Le dispositif de l'invention comprend aussi des moyens 204 pour convertir les données courantes d'attitude et de dérive qui sont à signaler par le canal optique selon l'invention, en un format de données (d'attitude et de dérive) compatibles pour permettre de déclencher un affichage lumineux représentatif de ces informations. Une telle conversion peut consister à traduire les différentes informations d'attitude et de dérive en des signaux de contrôle spécifiques pour adresser les bandeaux lumineux.
- [0078] Le dispositif de l'invention comprend de plus des moyens 206 pour sélectionner à partir des signaux de contrôle des bandeaux lumineux qui sont positionnés dans le champ de vision périphérique et dans le champ de vision central du pilote, et comprend des moyens 208 pour calculer un ensemble de paramètres de configuration pour chaque bandeau lumineux sélectionné. Les paramètres de configuration recouvrent au moins des paramètres de nombre d'unités lumineuses à allumer, leur emplacement, leur intensité. D'autres paramètres peuvent être définis comme la couleur ou encore la durée d'affichage afin de simuler des mouvements.
- [0079] Les moyens 206 pour sélectionner un nombre de bandeaux lumineux positionnés dans le champ de vision périphérique et dans le champ de vision central du pilote, sont configurés pour sélectionner un nombre de bandeaux lumineux en fonction de la nature des données d'attitude et de dérive à signaler, notamment selon que les données d'attitude sont relatives au tangage et/ou au roulis et/ou au lacet de l'aéronef, et selon le ou les axes (x, y, z) concernés pour les données de dérive.

- [0080] Les unités lumineuses peuvent être des composants électroluminescents tels que des diodes de type LED, OLED ou LCD, aptes à émettre une lumière avec une intensité d'éclairage modulable.
- [0081] Les paramètres de configuration de chaque bandeau lumineux sont calculés pour des données courantes à signaler, sur la base de paramètres qui ont été prédéfinis pour chaque bandeau lumineux, et où chaque bandeau est assigné à l'affichage d'une information spécifique d'attitude ou de dérive.
- [0082] Dans un mode de réalisation, les moyens de calcul sont configurés pour déterminer pour au moins un bandeau lumineux, un nombre et un ou plusieurs emplacements d'unités lumineuses à allumer de manière à produire pour le pilote une impression optique de liquide coulant dans un tube.
- [0083] Dans un mode de réalisation, les moyens de calcul sont configurés pour déterminer pour au moins un bandeau lumineux, un nombre et un ou plusieurs emplacements d'unités lumineuses à allumer de manière à produire pour le pilote une impression optique de mouvement droite-gauche ou gauche-droite.
- [0084] Dans un mode de réalisation, les moyens de calcul sont configurés pour déterminer pour au moins un bandeau lumineux, un nombre et un ou plusieurs emplacements d'unités lumineuses à allumer de manière à produire pour le pilote une impression optique de mouvement haut-bas ou bas-haut.
- [0085] Dans un mode de réalisation, les moyens de calcul sont configurés pour déterminer pour au moins un bandeau lumineux, un nombre et un ou plusieurs emplacements d'unités lumineuses à allumer de manière à produire pour le pilote une impression optique de défilement dans un sens opposé au mouvement de l'aéronef.
- [0086] Dans un mode de réalisation, les moyens de calculs sont configurés pour déterminer un mode jour ou un mode nuit, et sélectionner les paramètres de configuration (nombre, emplacement, couleur, intensité, fréquence d'émission, etc) des unités lumineuses à allumer selon le mode jour ou nuit. La fréquence d'émission peut être ajustée en sollicitant par exemple le dispositif d'émission compatible de JVN.
- [0087] Ainsi, sur l'exemple des figures 2a et 2b, les bandeaux lumineux placés sur les montants M1 et M2 (correspondant aux armatures des portes à gauche et à droite) sont dédiés à l'affichage optique d'une information de dérapage longitudinal. Le bandeau lumineux placé sur le montant M3 (correspondant à l'armature en arc de cercle au-dessus de la tête du pilote) est dédié à l'affichage optique d'une information de roulis. Le bandeau lumineux placé sur le montant M4 (correspondant à l'armature frontale à la verticale) est dédié à l'affichage optique d'une information de tangage. Le bandeau lumineux placé sur le montant M5 (correspondant à l'armature frontale à l'horizontale) est dédié à l'affichage optique d'une information de lacet.
- [0088] Le dispositif de l'invention comprend de plus des moyens 210 pour déclencher si-

multanément sur chaque bandeau lumineux sélectionné, l'allumage des unités lumineuses sélectionnées, selon la configuration d'éclairage calculée.

- [0089] L'affichage lumineux selon le dispositif de l'invention permet de remonter des informations visuelles au pilote dans son champ de vision central et son champ de vision périphérique sans stimuler sa vision fovéale tout en lui évitant une surcharge cognitive.
- [0090] Les figures 3a à 3d illustrent différents modes de réalisation du dispositif d'aide au guidage selon l'invention pour assister un pilote dans le contrôle du roulis de son aéronef.
- [0091] Toujours selon l'exemple de la [Fig.2b] d'une cabine de pilotage d'un hélicoptère, l'information visuelle de roulis est remontée au pilote via le bandeau lumineux placé sur le montant M3 dans le champ de vision périphérique du pilote. L'information visuelle pour représenter le roulis va correspondre à l'angle de roulis de l'hélicoptère, et va consister à déclencher sur l'arc de cercle du montant M3, un allumage à gauche et à droite en temps réel d'un nombre d'unités lumineuses, en fonction de l'angle de roulis courant de l'hélicoptère, donnant alors une perception de liquide coulant dans un tube.
- [0092] La [Fig.3a] illustre un mode de réalisation de la représentation visuelle du roulis dans laquelle l'angle de roulis est représenté par rapport au centre de la cabine de pilotage. L'information visuelle consiste à allumer toutes les unités lumineuses se trouvant en dessous des deux intersections (302, 304) formant l'axe de roulis avec le montant en arc de cercle.
- [0093] La [Fig.3b] illustre un mode de réalisation de la représentation visuelle du roulis dans laquelle l'angle de roulis est représenté par rapport à un centre situé au niveau de la tête du pilote. L'information visuelle consiste à allumer toutes les unités lumineuses se trouvant en dessous des deux intersections (306, 308) formant l'axe de roulis avec le montant en arc de cercle. Cette réalisation permet une meilleure visualisation des angles.
- [0094] Les figures 3c et 3d illustrent deux variantes des modes de réalisation des figures 3a et 3b, dans lesquelles seules les unités lumineuses proches des deux points d'intersection peuvent être allumées.
- [0095] L'homme du métier peut dériver d'autres alternatives pour la représentation visuelle du roulis de l'aéronef, comme mettre en œuvre un changement de couleur lorsque l'angle de roulis se rapproche des bornes de sécurité, en effectuant par exemple un passage progressif du blanc à l'ambre puis au rouge.
- [0096] Les choix d'implémentation de la représentation visuelle du roulis peuvent être prédéfinis selon le type d'aéronef, son usage, des préférences pilote ou encore d'autres critères.
- [0097] Le pilote lorsque l'aide visuelle sur le roulis est active, comprend de manière

intuitive que pour mettre à plat son hélicoptère, il doit aligner le haut de chacune des deux lignes d'unités lumineuses (droite et gauche) à peu près au niveau de sa tête.

[0098] Ainsi, par une représentation visuelle intuitive qui intervient dans son champ de vision périphérique, le pilote est aidé dans son pilotage sans être impacté dans sa charge mentale.

[0099] Les figures 4a et 4b illustrent différents modes de réalisation du dispositif d'aide au guidage de l'invention pour assister un pilote dans le contrôle du dérapage latéral de son aéronef aussi appelé lacet (mouvement de rotation horizontal de l'aéronef autour de son axe vertical tel que schématisé sur la droite de la [Fig.4a]).

[0100] L'information visuelle pour représenter le lacet est remontée au pilote via le bandeau lumineux placé sur le montant M5 qui est dans son champ de vision central. L'information visuelle correspond à l'angle de dérapage latéral de l'hélicoptère, et son activation va consister à déclencher en temps réel sur le bandeau lumineux placé sur le montant M5, un allumage horizontal à gauche ou à droite (selon que le dérapage latéral est sur la droite ou sur la gauche) d'un nombre d'unités lumineuses, en fonction de l'angle de dérapage courant de l'hélicoptère.

[0101] Dans un mode de réalisation montré sur la [Fig.4a], pour l'exemple de la cabine de pilotage d'un hélicoptère, l'information visuelle de lacet est représentée par une tâche lumineuse horizontale 402 correspondant à l'allumage d'une ou plusieurs unités lumineuses voisines, à des intensités identiques ou à des intensités différentes variant de la plus forte au centre à des plus faibles en périphérie.

[0102] Les choix d'implémentation de la représentation visuelle du lacet peuvent être prédéfinis selon le type d'aéronef, son usage, des préférences pilote ou encore d'autres critères. En particulier, il peut être assigné une couleur spécifique à l'information visuelle du lacet (et des couleurs différentes pour l'information visuelle du tangage et celle du roulis).

[0103] Lors d'un atterrissage, un pilote doit éviter de déraper latéralement. La tâche lumineuse représentant le dérapage latéral de son aéronef, lui indique lorsqu'il a été déterminé qu'une information visuelle devait lui être signalée, qu'il doit agir pour ramener cette tâche lumineuse au centre du bandeau lumineux, en ramenant son vecteur vitesse dans son axe longitudinal.

[0104] Dans une variante de réalisation montrée en [Fig.4b], il est ajouté un rendu amenant une perception de déplacement de la tâche lumineuse, par un allumage progressif d'unités lumineuses voisines, en partant de la tâche la plus lumineuse et en se déplaçant dans le sens inverse du mouvement. Cette variante peut permettre au pilote de mieux percevoir les variations du lacet. Ainsi, dans un cas où l'hélicoptère dérape vers la gauche, des unités lumineuses vont s'allumer progressivement sur le bandeau horizontal afin de donner une impression de mouvement vers la droite en direction du

centre. Cela indique également la manœuvre à effectuer pour revenir dans l'axe du mouvement (et vice et versa pour un dérapage vers la droite).

- [0105] La [Fig.5] illustre pour l'exemple de la cabine de pilotage d'un hélicoptère, un mode de réalisation du dispositif d'aide au guidage de l'invention pour assister un pilote dans le contrôle du tangage de son aéronef ou assiette.
- [0106] L'information visuelle pour représenter le tangage est remontée au pilote via le bandeau lumineux placé sur le montant M4 qui est dans son champ de vision central, et va consister à déclencher en temps réel un allumage vertical au-dessus ou au-dessous d'un point central défini au milieu du bandeau lumineux (selon que le tangage est avant ou arrière) d'une ou plusieurs unités lumineuses voisines en fonction de la valeur du tangage courant de l'aéronef. Les unités lumineuses peuvent être allumées à des intensités identiques ou à des intensités différentes variant de la plus forte au centre à des plus faibles en périphérie.
- [0107] L'information visuelle de tangage est ainsi représentée par une tâche lumineuse 502 verticale. Un point central de référence 'O' est prédéfini et indiqué par une unité lumineuse allumée dans une couleur différente ou par un dispositif physique quelconque posé sur le centre du bandeau lumineux.
- [0108] Pour rendre l'assiette de son aéronef nulle, le pilote comprend ainsi de manière intuitive qu'il doit ramener la tâche lumineuse vers le point central 'O', et ce en effectuant un mouvement vers le bas dans l'exemple de la [Fig.5].
- [0109] Dans une variante de réalisation, il est ajouté une perception de la vitesse de déplacement vertical de l'aéronef par un allumage progressif d'unités lumineuses voisines de la tâche lumineuse qui représente l'assiette. Cet allumage progressif se déplace vers le haut lorsque l'aéronef descend et inversement vers le bas lorsque l'aéronef monte.
- [0110] Les choix d'implémentation de la représentation visuelle du tangage peuvent être prédéfinis selon le type d'aéronef, son usage, des préférences pilote ou encore d'autres critères. En particulier, il peut être assigné une couleur spécifique à l'information visuelle du tangage (et des couleurs différentes pour l'information visuelle du lacet et celle du roulis).
- [0111] Les figures 6a à 6c illustrent différents modes de réalisation du dispositif d'aide au guidage de l'invention pour assister un pilote dans le contrôle du dérapage longitudinal de son aéronef.
- [0112] L'information visuelle pour représenter le dérapage longitudinal est remontée au pilote via les bandeaux lumineux placés sur les montants gauches M1 et droits M2 qui sont dans son champ de vision périphérique.
- [0113] L'information visuelle de dérapage longitudinal va consister à déclencher en temps réel un allumage progressif sur chaque bandeau lumineux de droite et de gauche d'une

ou plusieurs unités lumineuses voisines pour représenter un mouvement vers l'avant si l'aéronef recule ou représenter un mouvement vers l'arrière si l'aéronef avance, afin de restituer au pilote une sensation de voir défiler un allumage des unités lumineuses dans le sens opposé au mouvement de l'aéronef.

- [0114] Ainsi sur la [Fig.6a], il est illustré un allumage progressif des unités lumineuses à gauche et à droite (602, 604) partant du centre vers l'extérieur pour indiquer au pilote un mouvement avant de son aéronef, et sur la [Fig.6b], il est illustré un allumage progressif des unités lumineuses à gauche et à droite (606, 608) partant de l'extérieur vers le centre pour indiquer au pilote un mouvement arrière de son aéronef.
- [0115] Pour contrôler le dérapage longitudinal, le pilote comprend ainsi de manière intuitive sans être perturbé dans sa charge mentale qu'il doit ralentir ou accélérer son mouvement dans l'axe longitudinal en fonction de la stratégie d'atterrissage préalablement établie.
- [0116] Dans des variantes de réalisation illustrées sur les différentes représentations de la [Fig.6c], lorsqu'il est détecté qu'il doit être signalé au pilote à la fois un déplacement longitudinal et un déplacement latéral de l'aéronef, la symbologie du dérapage longitudinal peut être allégée pour allumer des unités lumineuses que d'un seul côté (soit sur le montant gauche M1, soit sur le montant droit M2) en plus des unités lumineuses allumées sur le montant frontal M5 indiquant le déplacement latéral. Ceci permet de garder l'effet couloir.
- [0117] Le pilote perçoit ainsi visuellement un mouvement avant-droite (en haut à gauche de la [Fig.6c]), ou un mouvement avant-gauche (en bas à gauche de la [Fig.6c]), ou un mouvement arrière-droite (en haut à droite de la [Fig.6c]), ou un mouvement arrière-gauche (en bas à droite de la [Fig.6c]).
- [0118] Dans un mode de réalisation, de manière à prendre en compte le mode jour et le mode nuit, les bandeaux lumineux des montants M4 et M5 du champ de vision central peuvent avoir une double rangée d'unités lumineuses, une rangée étant dédiée au mode jour et l'autre rangée étant dédiée au mode nuit.
- [0119] L'homme du métier peut concevoir un interacteur pour passer du mode jour au mode nuit, ou d'autres dispositifs tels que par exemple et sans limitation : un capteur de luminosité, un capteur de détection de port ou d'activité des jumelles à vision nocturne JVN. Chacune des rangées est choisie pour que les unités lumineuses émettent à une longueur d'onde spécifique pour être perçue par le pilote respectivement sans port de JVN (dans le spectre du visible) et avec port de JVN (Infrarouge).
- [0120] La [Fig.7] illustre les étapes du procédé 700 d'aide au guidage de l'invention dans un mode de réalisation. Le procédé est mis en œuvre par ordinateur pour l'aide au guidage d'un aéronef ayant une cabine de pilotage présentant des parois équipées de montants sur lesquels sont disposés des bandeaux lumineux composés d'une pluralité d'unités

lumineuses.

- [0121] Le procédé comprend des étapes consistant à :
- [0122] 702 : déterminer à partir d'informations relatives à la navigation courante de l'aéronef, si des données courantes d'attitude et de dérive de l'aéronef doivent être signalées au pilote par un canal optique.
- [0123] 704 : convertir lesdites données courantes d'attitude et de dérive à signaler en données d'attitude et de dérive pour affichage lumineux.
- [0124] 706 : sélectionner un nombre de bandeaux lumineux positionnés dans le champ de vision périphérique et dans le champ de vision central du pilote, pour afficher lesdites données d'attitude et de dérive.
- [0125] 708 : calculer pour chaque bandeau lumineux sélectionné, au moins des paramètres de nombre, d'emplacement, de couleur et d'intensité pour des unités lumineuses à allumer.
- [0126] 710 : déclencher simultanément sur chaque bandeau lumineux sélectionné, l'allumage desdites unités lumineuses tel que calculé.
- [0127] La [Fig.8] illustre un mode de réalisation d'un système permettant d'implémenter le procédé d'aide au guidage selon l'invention. Dans ce mode de réalisation, le dispositif de l'invention 800 est intégré comme une application à un système général de gestion de vol 802 déjà embarqué dans un aéronef, comme un FMS (« Flight Management System ») par exemple.
- [0128] Un système connu de type FMS dispose d'une interface homme-machine 804 comprenant par exemple un clavier et un écran d'affichage, ou bien simplement un écran d'affichage tactile, ainsi que différentes bases de données 806 et modules fonctionnels 808 permettant de réaliser les fonctions courantes d'un manager de vol.
- [0129] Il existe différents systèmes de gestion de vol dont les capacités et les fonctionnalités peuvent varier en fonction de l'appareil ciblé (hélicoptère, avion de ligne...). Le FMS est généralement couplé à différents capteurs 810 (GPS, INR, ...) permettant de récupérer des informations relatives à l'environnement courant de l'aéronef qui sont utilisées par les modules fonctionnels du FMS.
- [0130] Dans cette variante de réalisation, les calculs faits par les différents modules fonctionnels du dispositif d'aide au guidage selon l'invention 800 sont effectués par des processeurs 812 de la plateforme d'exécution du FMS.
- [0131] Dans une variante de réalisation, les calculs faits par les différents modules du dispositif de l'invention sont portés par une partition spécifique d'une plateforme matérielle spécifique à l'avionique mais différente de celle du FMS, comme par exemple une plateforme d'un dispositif de type « Electronic Flight Bag » (EFB).
- [0132] Le procédé de l'invention peut s'implémenter à partir d'éléments matériel et/ou logiciel. Le procédé peut être disponible en tant que produit programme d'ordinateur

sur un support lisible par ordinateur. Le procédé peut être implémenté sur un système pouvant utiliser un ou plusieurs circuits électronique dédiés ou un circuit à usage général. La technique du procédé selon l'invention peut se réaliser sur une machine de calcul reprogrammable (un processeur ou un microcontrôleur par exemple) exécutant un programme comprenant une séquence d'instructions non transitoires, ou sur une machine de calcul dédiée (par exemple un ensemble de portes logiques comme un FPGA ou un ASIC, ou tout autre module matériel). Les différents modules du système selon l'invention peuvent être implémentés sur un même processeur ou sur un même circuit, ou distribués sur plusieurs processeurs ou plusieurs circuits. Les modules du système selon l'invention consistent en des moyens de calcul incluant un processeur. La référence à un programme d'ordinateur qui, lorsqu'il est exécuté, effectue l'une quelconque des fonctions décrites précédemment, ne se limite pas à un programme d'application s'exécutant sur un ordinateur hôte unique, mais pouvant être exécuté par un ou plusieurs processeurs.

Revendications

- [Revendication 1] Dispositif (200) d'aide visuelle pour améliorer la conscience d'un pilote sur la situation et l'état d'un aéronef piloté, l'aéronef ayant une cabine de pilotage présentant des parois équipées de montants sur lesquels sont disposés des bandeaux lumineux composés d'une pluralité d'unités lumineuses, le dispositif comprenant :
- des moyens (202) pour déterminer, à partir d'informations relatives à la navigation courante de l'aéronef, si des données courantes d'attitude et de dérive de l'aéronef doivent être signalées au pilote par un canal optique ;
 - des moyens (204) pour convertir lesdites données courantes d'attitude et de dérive à signaler en données d'attitude et de dérive pour affichage lumineux ;
 - des moyens (206) pour sélectionner un nombre de bandeaux lumineux positionnés dans le champ de vision périphérique et dans le champ de vision central du pilote, pour afficher lesdites données d'attitude et de dérive ;
 - des moyens (208) pour calculer pour chaque bandeau lumineux sélectionné, un ensemble de paramètres de configuration, notamment des paramètres de nombre, d'emplacement, de couleur et d'intensité pour des unités lumineuses à allumer ; et
 - des moyens (210) pour déclencher simultanément sur chaque bandeau lumineux sélectionné, l'allumage tel que calculé desdites unités lumineuses.
- [Revendication 2] Dispositif selon la revendication 1 dans lequel les moyens pour sélectionner un nombre de bandeaux lumineux positionnés dans le champ de vision périphérique et dans le champ de vision central du pilote, sont configurés pour sélectionner un nombre de bandeaux lumineux en fonction de la nature des données d'attitude et de dérive à signaler, notamment selon que les données d'attitude sont relatives au tangage et/ou au roulis et/ou au lacet de l'aéronef, et selon le ou les axes (x, y, z) concernés pour les données de dérive.
- [Revendication 3] Dispositif selon la revendication 1 ou 2 dans lequel les moyens de calcul sont configurés pour déterminer pour au moins un bandeau lumineux, un nombre et un ou plusieurs emplacements d'unités lumineuses à allumer de manière à produire pour le pilote une impression optique de liquide coulant dans un tube.

- [Revendication 4] Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel les moyens de calcul sont configurés pour déterminer pour au moins un bandeau lumineux, un nombre et un ou plusieurs emplacements d'unités lumineuses à allumer de manière à produire pour le pilote une impression optique de mouvement droite-gauche ou gauche-droite.
- [Revendication 5] Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel les moyens de calcul sont configurés pour déterminer pour au moins un bandeau lumineux, un nombre et un ou plusieurs emplacements d'unités lumineuses à allumer de manière à produire pour le pilote une impression optique de mouvement haut-bas ou bas-haut.
- [Revendication 6] Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel les moyens de calcul sont configurés pour déterminer pour au moins un bandeau lumineux, un nombre et un ou plusieurs emplacements d'unités lumineuses à allumer de manière à produire pour le pilote une impression optique de défilement dans un sens opposé au mouvement de l'aéronef.
- [Revendication 7] Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel les moyens de calculs sont configurés pour déterminer un mode jour ou un mode nuit, et sélectionner des paramètres de configuration des unités lumineuses, notamment le nombre, l'emplacement, la couleur et l'intensité des unités lumineuses à allumer selon le mode jour ou nuit.
- [Revendication 8] Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel les moyens pour déterminer si des données courantes d'attitude et de dérive de l'aéronef doivent être signalées au pilote par un canal optique, sont configurés pour détecter une variation des valeurs desdites données d'attitude et de dérive, et pour déterminer si les nouvelles données d'attitude et de dérive sont à signaler au pilote par un canal optique.
- [Revendication 9] Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel des données de roulis sont signalées dans le champ de vision périphérique du pilote sur un bandeau lumineux situé sur un montant en arc au-dessus de la tête du pilote, par des unités lumineuses allumées à gauche et à droite en fonction de l'angle de roulis courant de l'aéronef.
- [Revendication 10] Dispositif selon la revendication précédente dans lequel l'angle de roulis est mesuré par rapport à un point de référence situé au centre de la cabine de pilotage ou situé au niveau de la tête du pilote.
- [Revendication 11] Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes dans

lequel des données de lacet sont signalées dans le champ de vision centrale du pilote sur un bandeau lumineux situé sur un montant horizontal en face du pilote par des unités lumineuses allumées à gauche ou à droite d'un point central du bandeau lumineux en fonction du dérapage latéral courant de l'aéronef.

- [Revendication 12] Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel des données de tangage sont signalées dans le champ de vision centrale du pilote sur un bandeau lumineux situé sur un montant vertical en face du pilote, par des unités lumineuses allumées en haut ou en bas d'un point central du bandeau lumineux en fonction de la variation courante de l'assiette de l'aéronef.
- [Revendication 13] Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel des données de dérive sont signalées dans le champ de vision périphérique du pilote sur des bandeaux lumineux situés sur des montants horizontaux à droite et à gauche du pilote, par des unités lumineuses allumées en sens inverse du mouvement de l'aéronef.
- [Revendication 14] Hélicoptère ayant une cabine de pilotage présentant des parois équipées de montants sur lesquels sont disposés des bandeaux lumineux composés d'une pluralité d'unités lumineuses, ladite cabine de pilotage comprenant un dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes.
- [Revendication 15] Procédé d'aide visuelle pour améliorer la conscience d'un pilote sur la situation et l'état d'un aéronef piloté, l'aéronef ayant une cabine de pilotage présentant des parois équipées de montants sur lesquels sont disposés des bandeaux lumineux composés d'une pluralité d'unités lumineuses, le procédé comprenant des étapes consistant à :
- déterminer, à partir d'informations relatives à la navigation courante de l'aéronef, si des données courantes d'attitude et de dérive de l'aéronef doivent être signalées au pilote par un canal optique ;
 - convertir lesdites données courantes d'attitude et de dérive à signaler en données d'attitude et de dérive pour affichage lumineux ;
 - sélectionner un nombre de bandeaux lumineux positionnés dans le champ de vision périphérique et dans le champ de vision central du pilote, pour afficher lesdites données d'attitude et de dérive ;
 - calculer pour chaque bandeau lumineux sélectionné, au moins des paramètres de nombre, d'emplacement, de couleur et d'intensité pour des unités lumineuses à allumer ; et
- déclencher simultanément sur chaque bandeau lumineux sélectionné,

[Revendication 16] l'allumage tel que calculé desdites unités lumineuses.
Programme d'ordinateur comprenant des instructions de code permettant d'effectuer les étapes du procédé selon la revendication 15, lorsque ledit programme est exécuté sur un ordinateur.

[Fig. 1a]

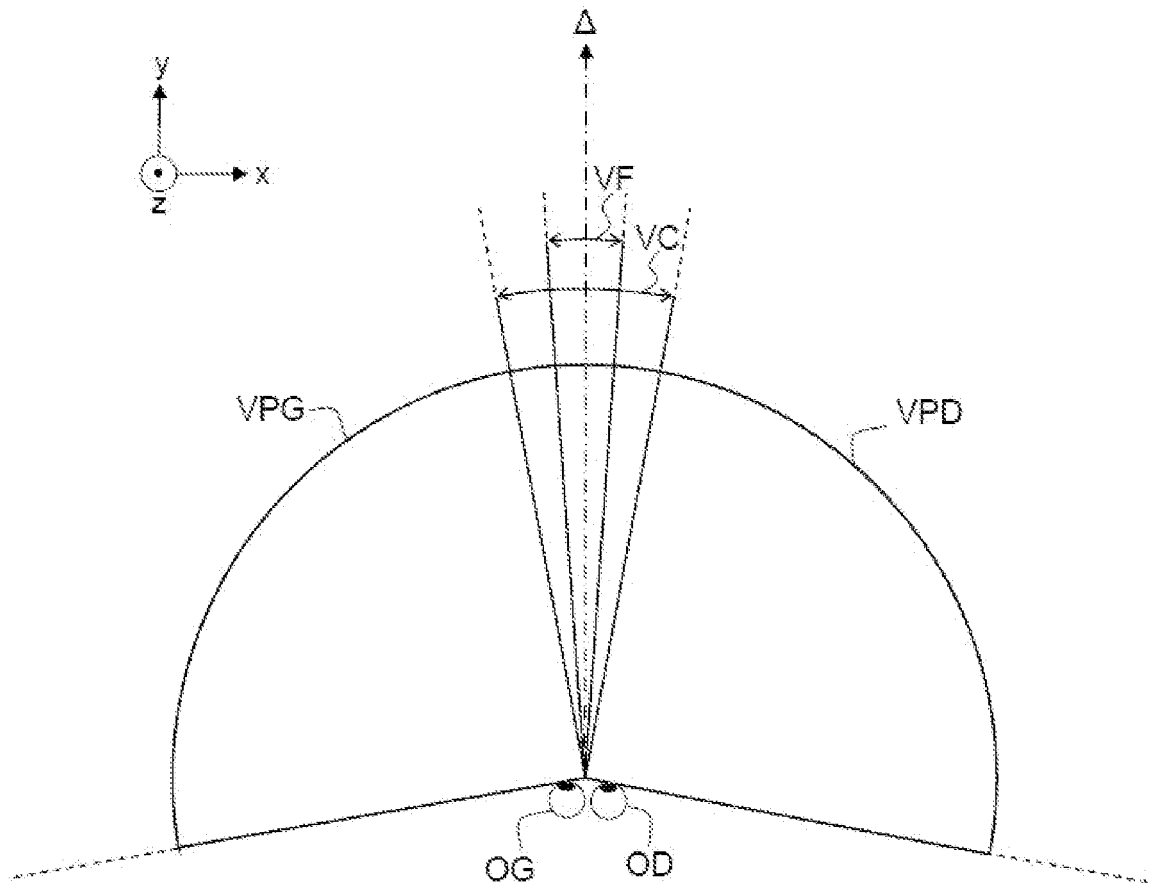
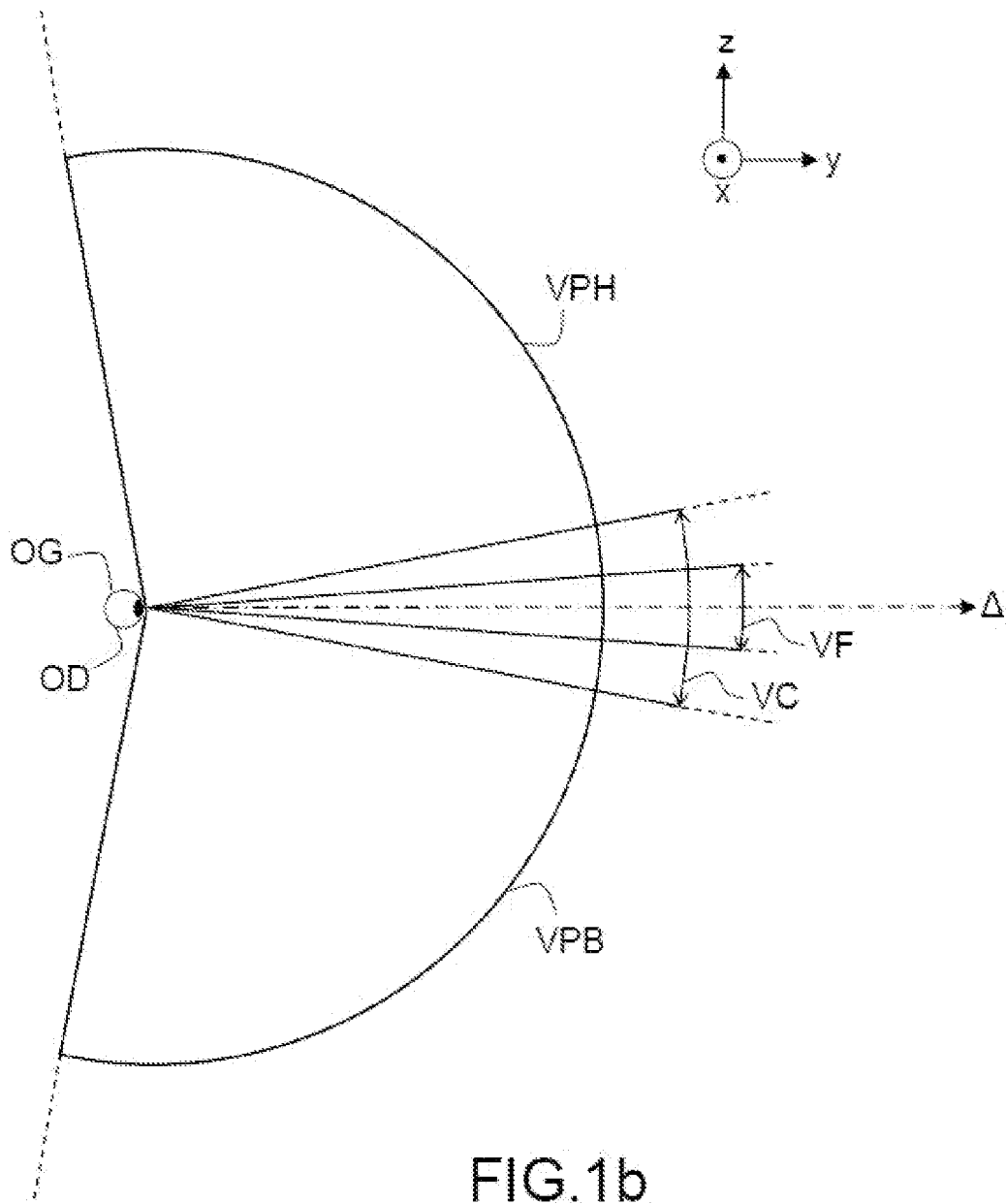


FIG.1a

[Fig. 1b]



[Fig. 2a]

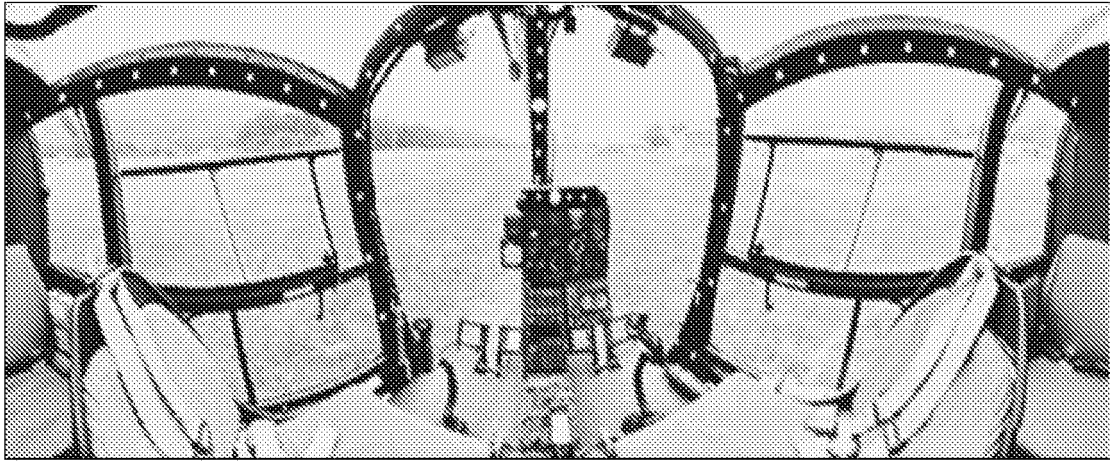


FIG.2a

[Fig. 2b]

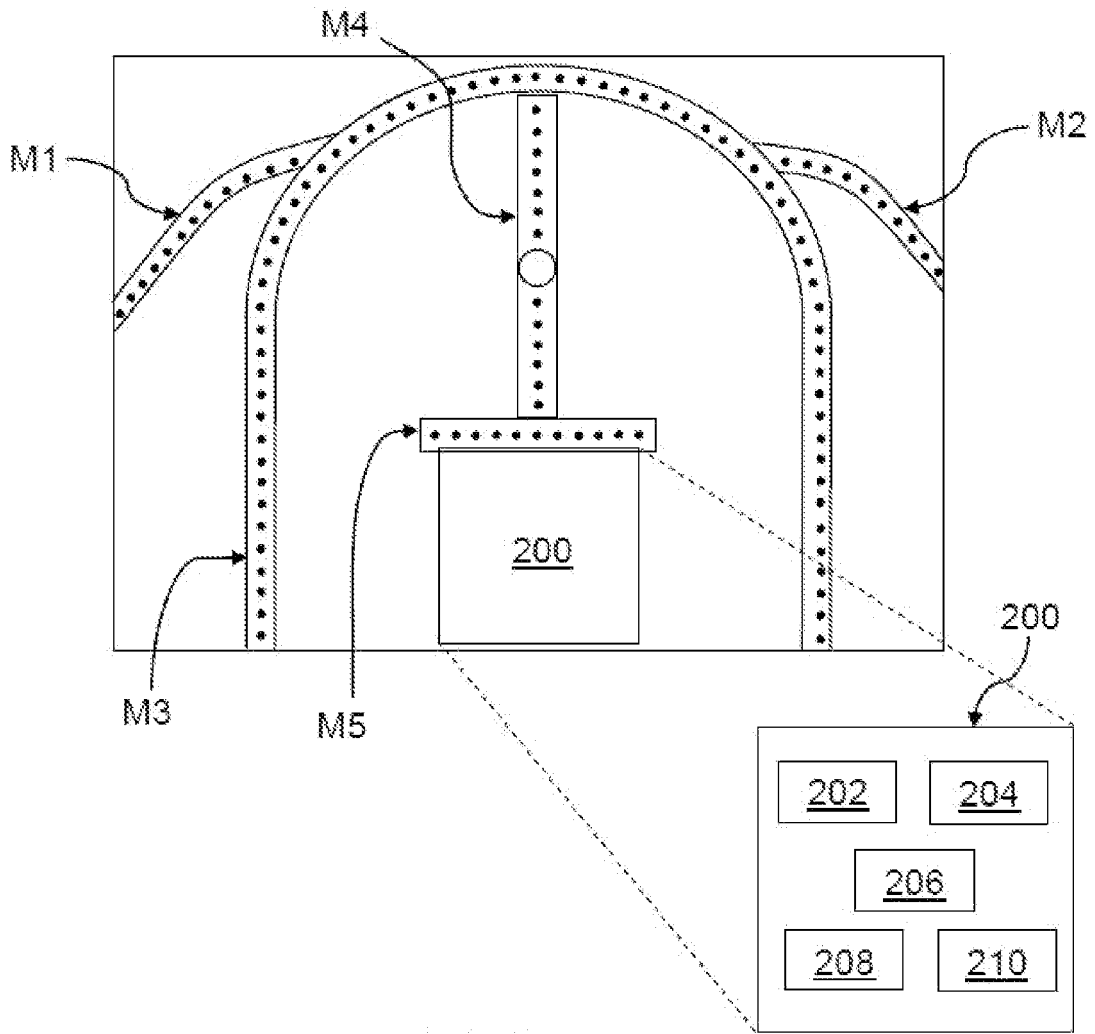


FIG.2b

[Fig. 3a]

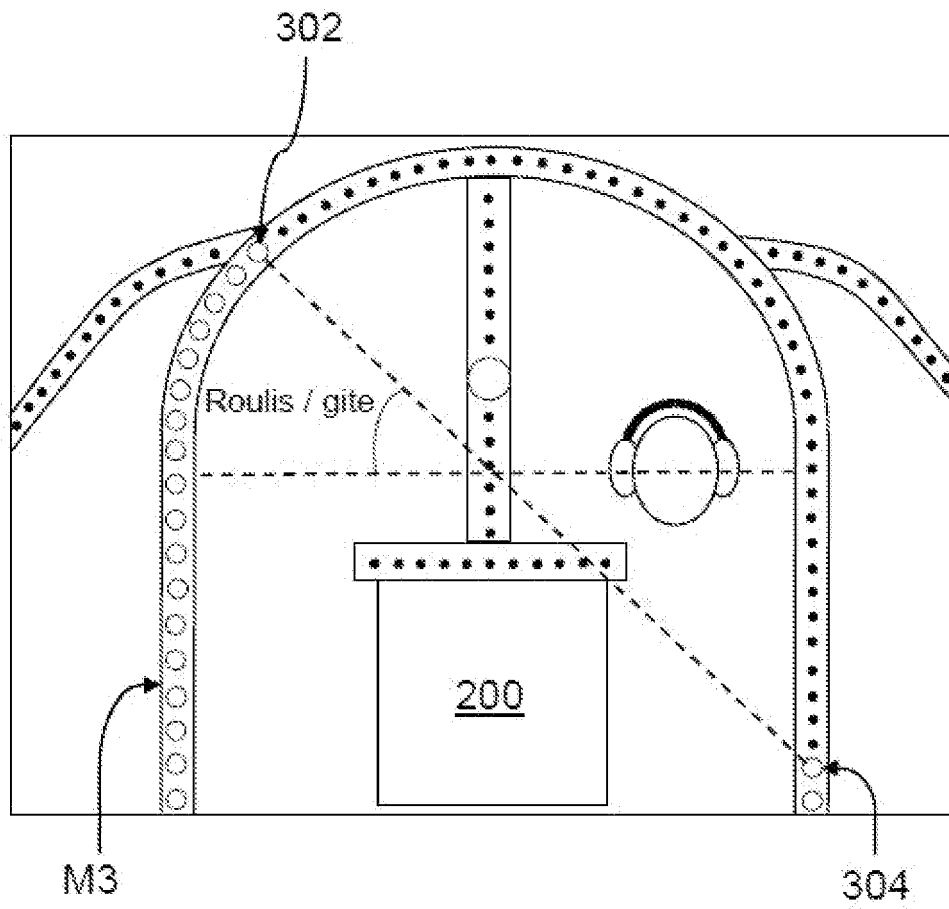


FIG.3a

[Fig. 3b]

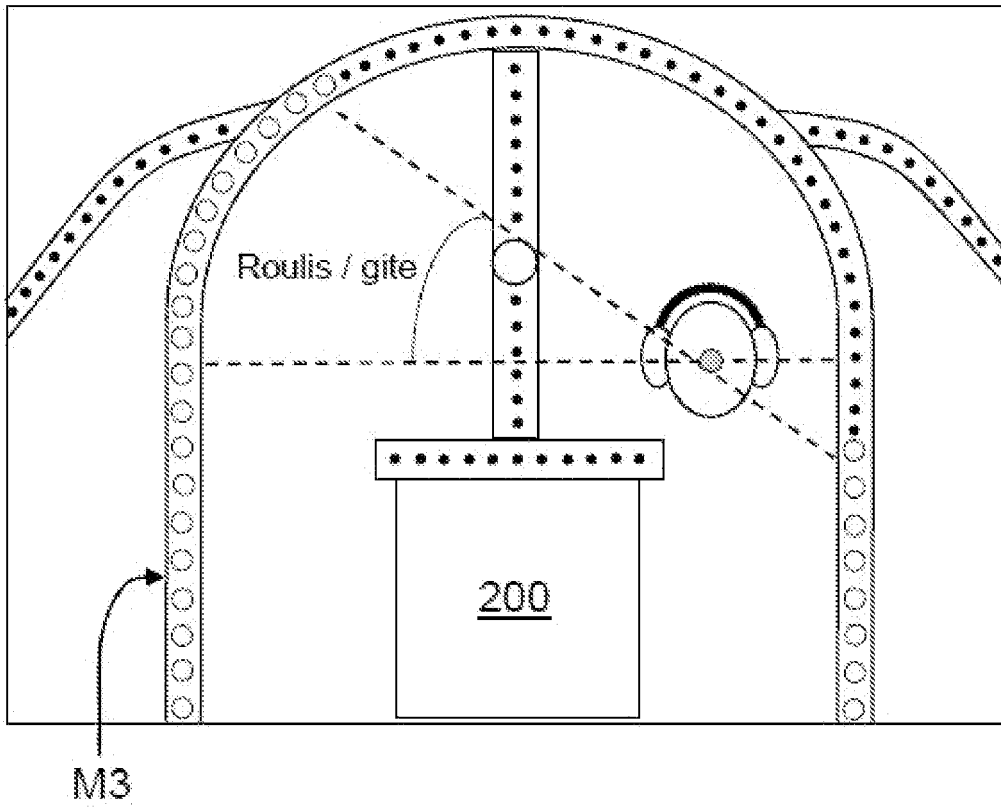


FIG.3b

[Fig. 3c]

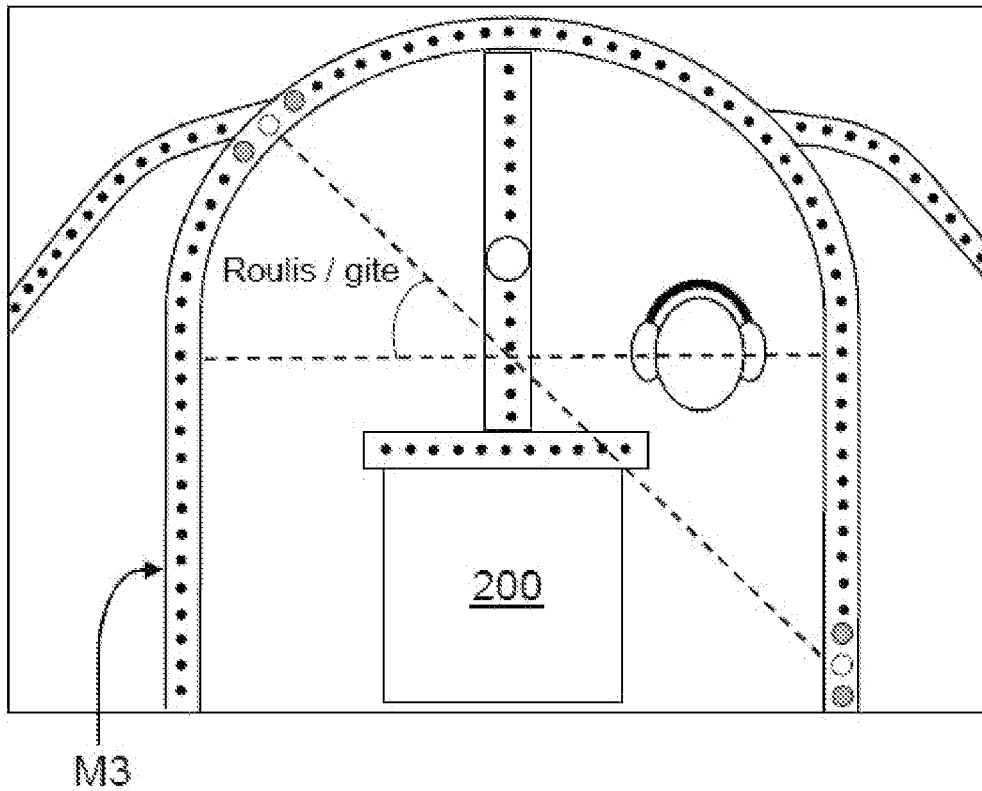


FIG.3c

[Fig. 3d]

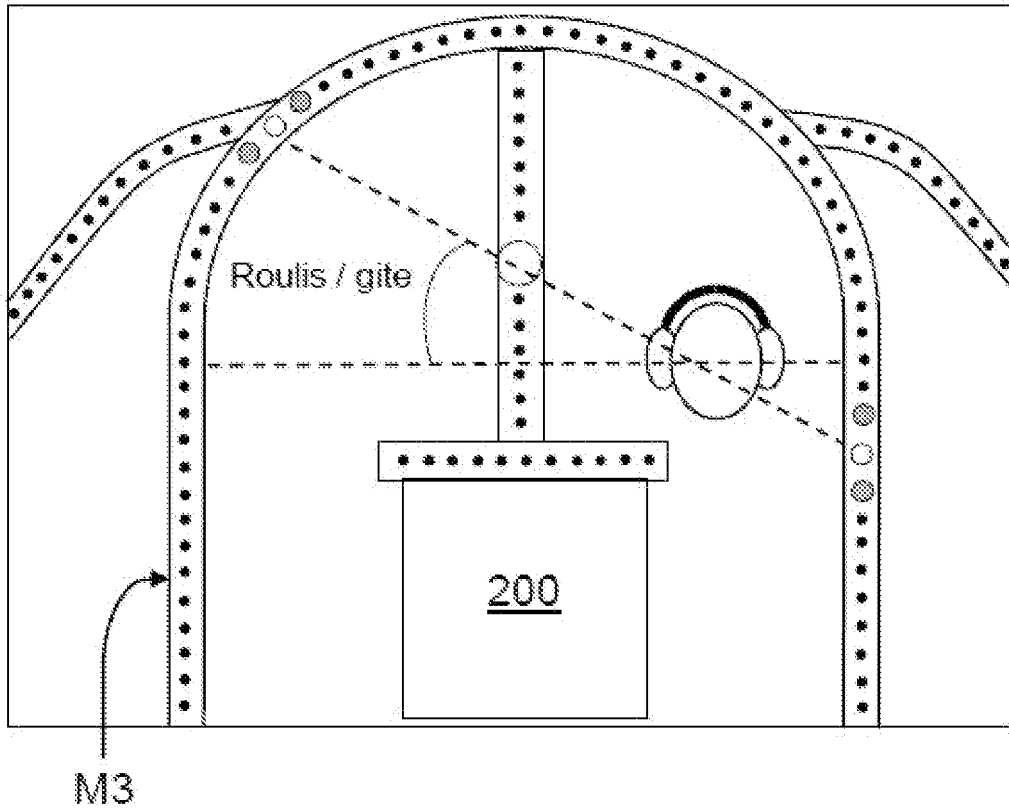


FIG.3d

[Fig. 4a]

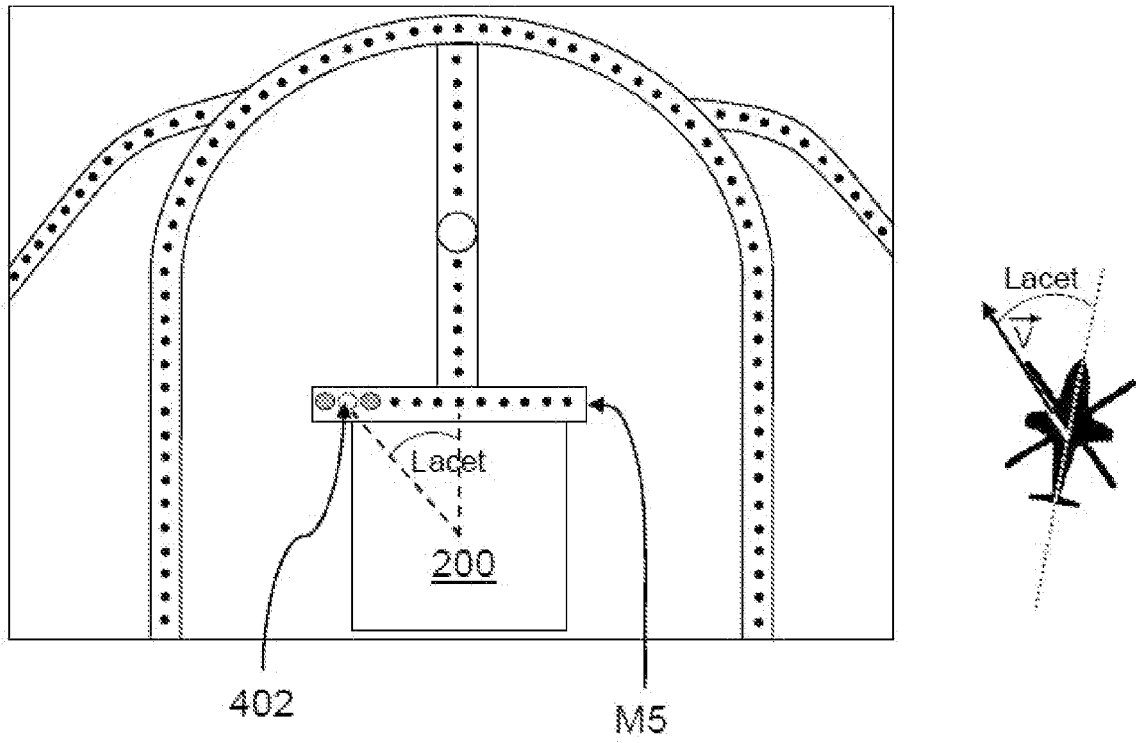


FIG.4a

[Fig. 4b]

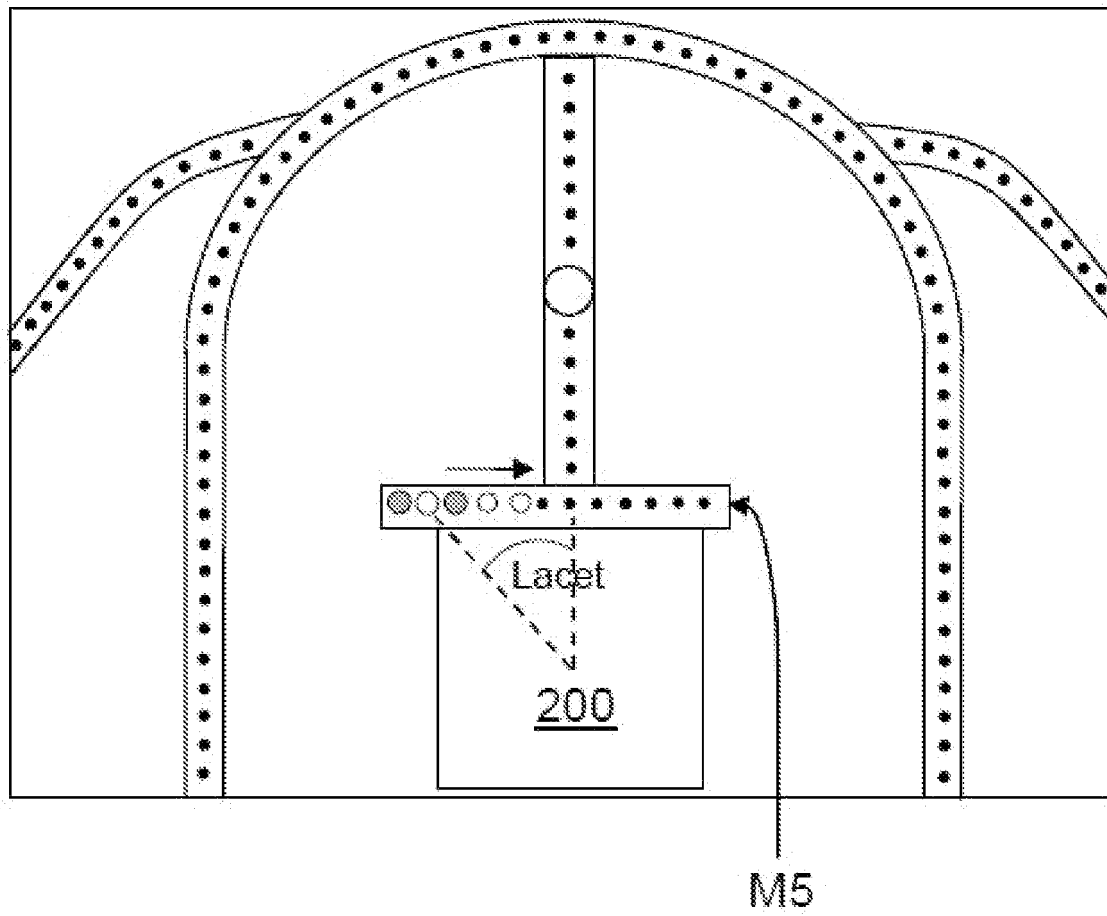


FIG.4b

[Fig. 5]

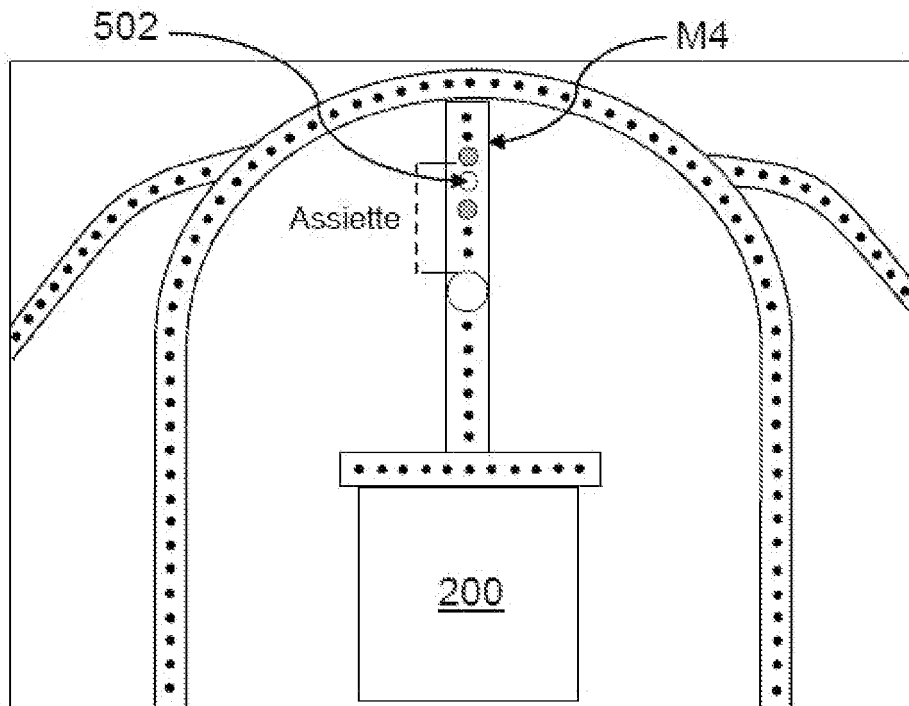


FIG.5

[Fig. 6a]

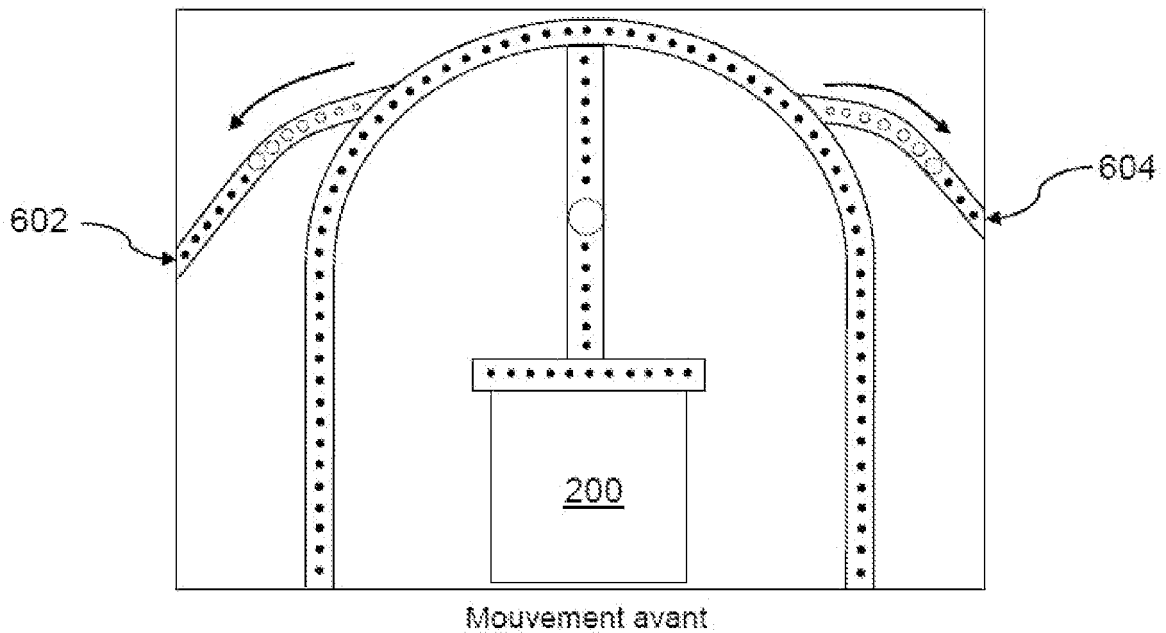
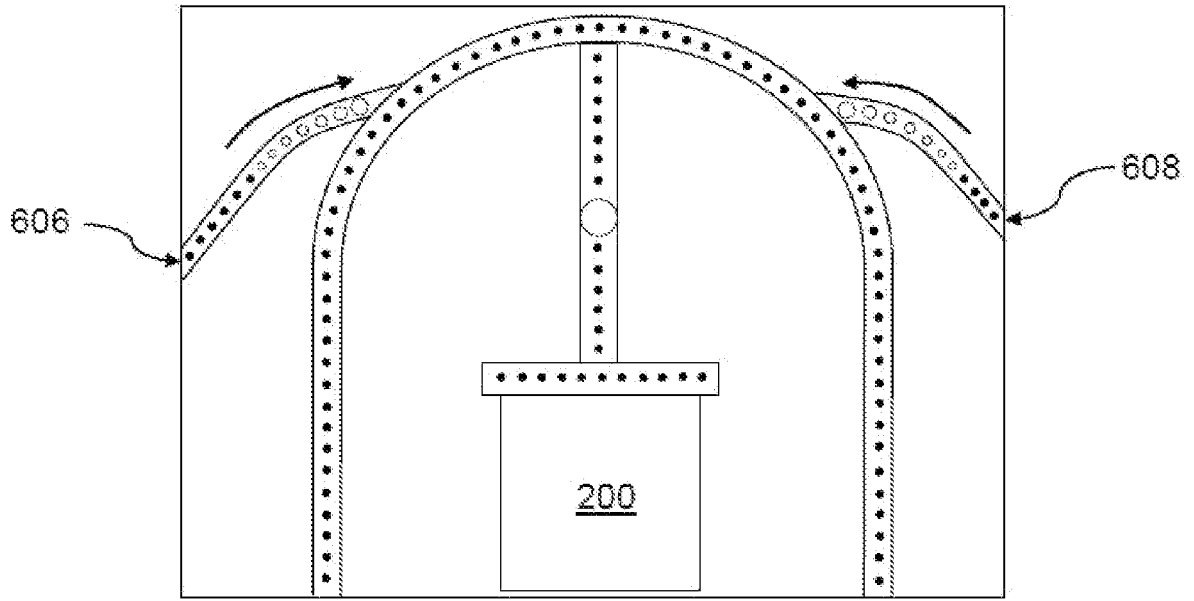


FIG.6a

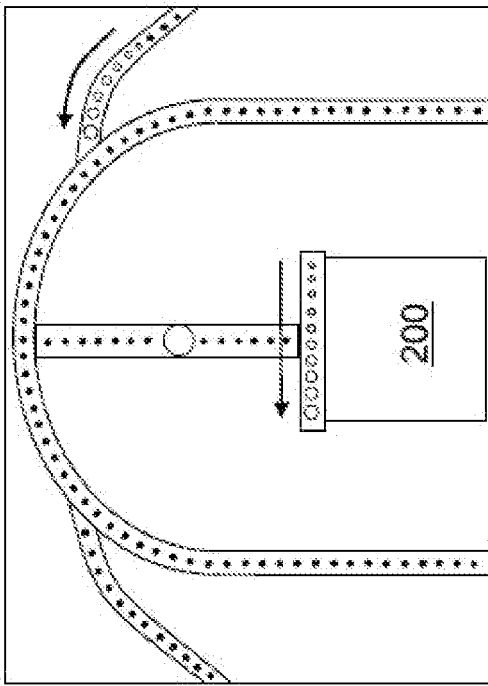
[Fig. 6b]



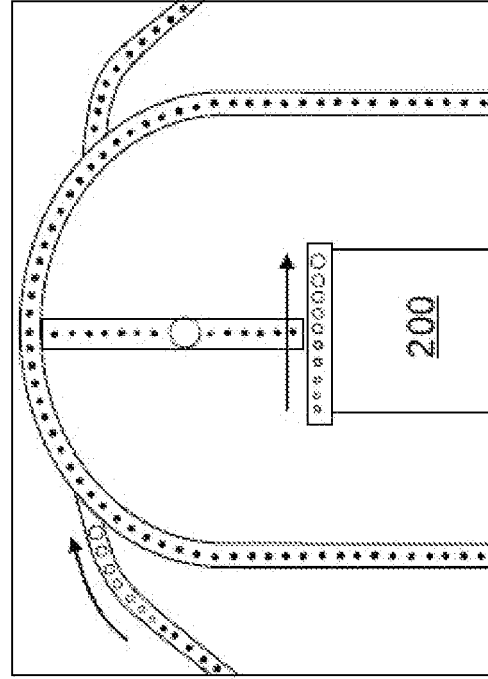
Mouvement arrière

FIG.6b

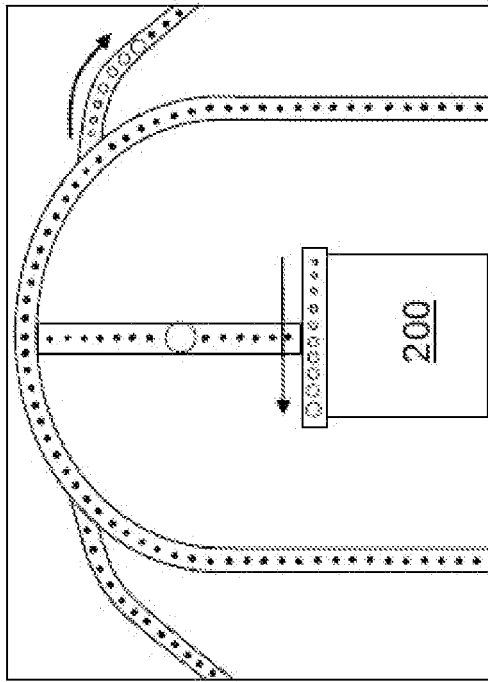
[Fig. 6c]



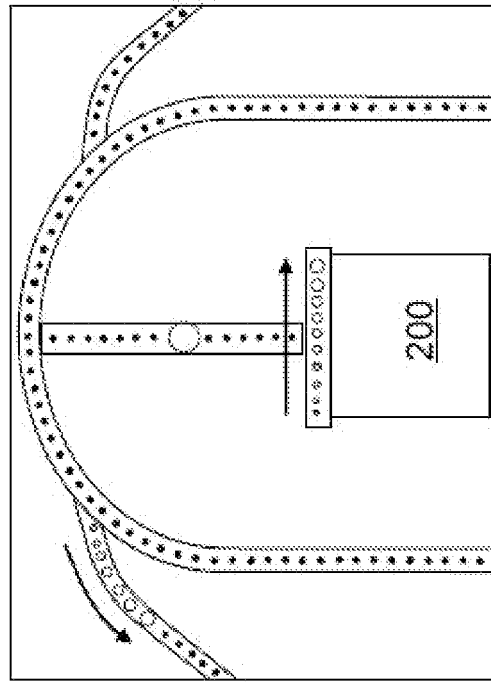
Mouvement arrière - droite



Mouvement arrière - gauche



Mouvement avant - droite



Mouvement avant - gauche

FIG.6c

[Fig. 7]

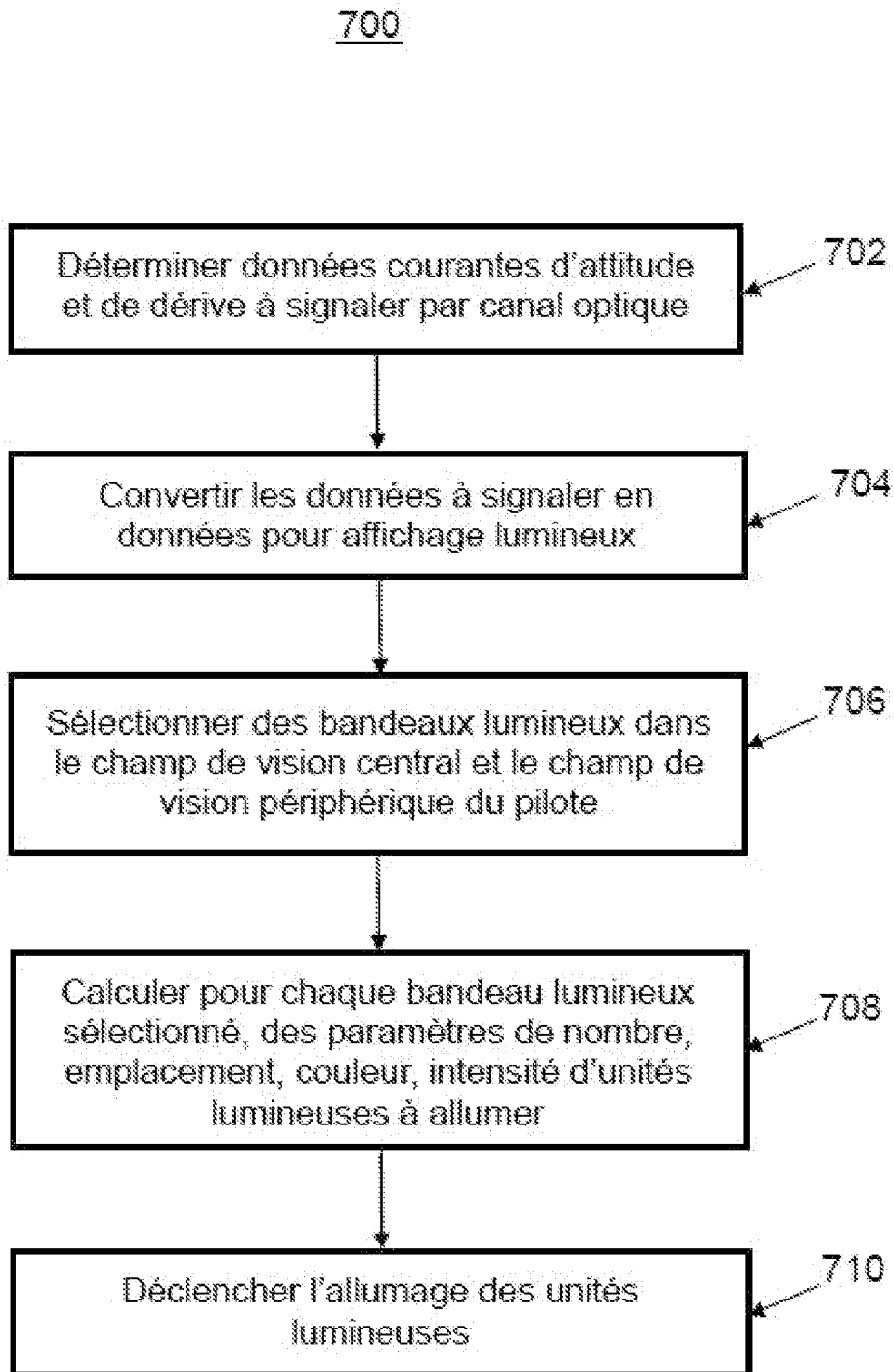


FIG.7

[Fig. 8]

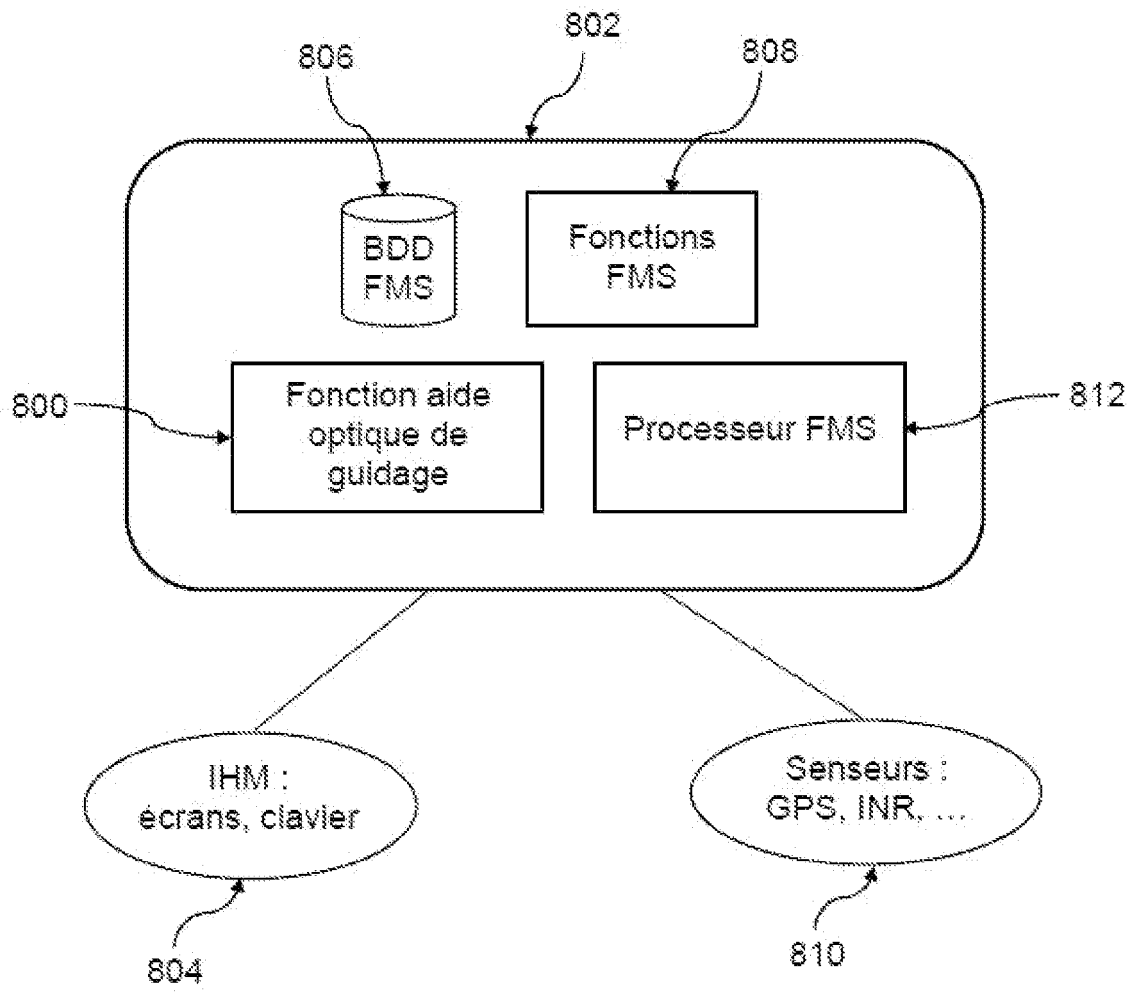


FIG.8

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

FR 3 083 524 A1 (AIRBUS [FR])
10 janvier 2020 (2020-01-10)

US 2003/127557 A1 (ANDERSON NORMAN G [US]
ET AL) 10 juillet 2003 (2003-07-10)

US 2015/277561 A1 (COLBY STEVEN D [US])
1 octobre 2015 (2015-10-01)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT