

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 112 864**

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

②1 N° d'enregistrement national : **20 07882**

⑤1 Int Cl⁸ : **G 01 S 5/00 (2019.12), G 01 S 5/06, 13/00**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 **Date de dépôt** : 27.07.20.

③0 **Priorité** :

④3 **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 28.01.22 Bulletin 22/04.

⑤6 **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire** : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

Demande(s) d'extension :

⑦1 **Demandeur(s)** : *Moment - T et M Société par actions simplifiées* — FR.

⑦2 **Inventeur(s)** : Taibaly Moustansir, Morel Tanguy, Desenne Julien et Serres Michael.

⑦3 **Titulaire(s)** : *Moment - T et M Société par actions simplifiées*.

⑦4 **Meatificat(e)s** : **et localisation d'objets dans un volume.**

⑦5 L'invention porte sur un procédé de localisation d'un

premier dispositif (200) dans un volume prédéfini (V) associé à un repère orthogonal (x,y,z),
- dans lequel ledit volume est délimité par au moins un première et une deuxième parois latérales,

- dans lequel au moins un deuxième dispositif relai (201, 202, 203, 204) et un troisième dispositif de contrôle (205) sont disposés dans ledit volume (V),

- dans lequel lesdits deuxième et troisième dispositifs sont disposés dans un même plan à une hauteur prédéterminée (H0),

- dans lequel lesdits deuxième et troisième dispositifs sont séparés d'une distance longitudinale prédéfinie (D0k) selon une direction longitudinale (x) dudit volume (V).

Pas de figure d'abrégé

FR 3 112 864 - A1



Description

Titre de l'invention : Identification et localisation d'objets dans un volume

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

- [0001] La présente invention concerne le domaine des systèmes et procédés pour l'identification, la localisation, le comptage d'objets ou de personnes dans un volume prédéfini.
- [0002] La présente invention a des applications dans les cabines de moyens de transports tels des avions ou autre.

ARRIERE-PLAN TECHNIQUE

- [0003] Dans le but de déterminer la position d'un point dans un volume, il est possible d'exploiter les distances de ce point à trois points de référence. Les systèmes et procédés exploitant ce type de technique sont regroupés sous l'appellation « *multilatération* ».
- [0004] La multilatération est ainsi un processus qui consiste à déterminer l'emplacement d'une cible en mesurant sa distance par rapport à des points connus. Contrairement à la triangulation, il ne s'agit donc pas de mesurer des angles, mais une distance relative entre les deux dispositifs.
- [0005] Plus spécifiquement, les systèmes de multilatération peuvent calculer une position d'un dispositif cible relativement à des dispositifs source en échangeant des jeux de données portées par des signaux envoyés par les dispositifs source. La multilatération utilise le temps de propagation du signal envoyé par un émetteur et reçu par un récepteur pour en déterminer la distance relative.
- [0006] Par exemple, dans la gestion du trafic aérien, la mesure des distances est effectuée par différentes méthodes radar par des dispositifs installés à ces points connus.
- [0007] Cependant, dans des applications dans des volumes restreints et encombrés, la présence de plusieurs émetteurs, ainsi que de multiples obstacles rend la robustesse de l'information de distance relative peu fiable, du fait du phénomène de rebond qui bruite le signal reçu par l'émetteur.
- [0008] Ainsi, il existe un besoin pour améliorer les techniques de multilatération. La présente invention s'inscrit dans ce contexte.

Résumé de l'invention

- [0009] Un **premier aspect de l'invention** concerne un procédé de localisation d'un premier dispositif dans un volume prédéfini associé à un repère orthogonal,
- dans lequel ledit volume est délimité par au moins une première et une deuxième parois latérales,

- dans lequel au moins un deuxième dispositif relai et un troisième dispositif de contrôle sont disposés dans ledit volume,
 - dans lequel lesdits deuxième et troisième dispositifs sont disposés dans un même plan à une hauteur prédéterminée,
 - dans lequel lesdits deuxième et troisième dispositifs sont séparés d'une distance longitudinale prédéfinie selon une direction longitudinale dudit volume,
- le procédé comportant les étapes suivantes :
- émission par le premier dispositif d'un premier signal dans ledit volume,
 - réception dudit signal par ledit premier dispositif après rebond sur lesdites parois latérales dudit volume,
 - estimation d'une position longitudinale dudit premier dispositif par rapport audites parois à partir dudit premier signal,
 - transmission par ledit premier dispositif au deuxième dispositif, d'un deuxième signal comportant au moins ladite position longitudinale,
 - estimation d'une distance séparant lesdits premier et deuxième dispositifs à partir dudit deuxième signal et de ladite hauteur prédéterminée,
 - transmission par ledit deuxième dispositif audit troisième dispositif, d'un troisième signal comportant au moins ladite distance,
 - estimation par ledit troisième dispositif de ladite localisation dudit premier dispositif à partir dudit troisième signal et de ladite distance longitudinale prédéfinie.

[0010] Selon des modes de réalisation, plusieurs deuxièmes dispositifs sont disposés dans ledit volume et

- chaque deuxième dispositif reçoit ledit premier signal,
- chaque deuxième dispositif estime une distance propre le séparant du premier dispositif et transmet un troisième signal propre comportant au moins ladite distance propre,

[0011] Selon des modes de réalisation, ladite estimation de ladite localisation comporte le calcul d'une moyenne pondérée de distances longitudinales estimées par chaque deuxième dispositif.

[0012] Selon des modes de réalisation, ladite étape de réception dudit premier signal comporte une première réception correspondant à un premier rebond détecté et une deuxième réception correspondant à un deuxième rebond dans une direction opposée au premier rebond.

[0013] Selon des modes de réalisation, lesdits premier et deuxième signal comporte une identification de leur émetteur respectif.

[0014] Selon des modes de réalisation, le procédé comporte en outre une étape de transmission de ladite estimation vers un dispositif d'affichage pour afficher ladite localisation.

- [0015] Un **deuxième aspect de l'invention** concerne un système comportant :
- un premier dispositif dans un volume prédéfini associé à un repère orthogonal, ledit volume étant délimité par au moins un première et une deuxième parois latérales,
 - au moins un deuxième dispositif relai et un troisième dispositif de contrôle disposés dans ledit volume,
 - dans lequel lesdits deuxième et troisième dispositifs sont disposés dans un même plan à une hauteur prédéterminée,
 - dans lequel lesdits deuxième et troisième dispositifs sont séparés d'une distance longitudinale prédéfinie selon une direction longitudinale dudit volume, dans lequel :
 - le premier dispositif est configuré pour émettre un premier signal dans ledit volume,
 - ledit premier dispositif est configuré pour recevoir ledit signal par après rebond sur lesdites parois latérales dudit volume,
 - ledit premier dispositif est configuré pour estimer une position longitudinale dudit premier dispositif par rapport audites parois à partir dudit premier signal,
 - ledit premier dispositif est configuré pour transmettre au deuxième dispositif, un deuxième signal comportant au moins ladite position longitudinale,
 - ledit deuxième dispositif est configuré pour estimer une distance séparant lesdits premier et deuxième dispositifs à partir dudit deuxième signal et de ladite hauteur prédéterminée,
 - ledit deuxième dispositif est configuré pour transmettre audit troisième dispositif, un troisième signal comportant au moins ladite distance,
 - ledit troisième dispositif est configuré pour estimer ladite localisation dudit premier dispositif à partir dudit troisième signal et de ladite distance longitudinale prédéfinie.
- [0016] Selon des modes de réalisation, plusieurs deuxièmes dispositifs sont disposés dans ledit volume et dans lequel
- chaque deuxième dispositif est configuré pour recevoir ledit premier signal,
 - chaque deuxième dispositif est configuré pour estimer une distance propre le séparant du premier dispositif et transmet un troisième signal propre comportant au moins ladite distance propre,
- [0017] Selon des modes de réalisation, ladite estimation de ladite localisation comporte le calcul d'une moyenne pondérée de distances longitudinales estimées par chaque deuxième dispositif.
- [0018] Selon des modes de réalisation, le système comporte en outre un dispositif d'affichage et dans lequel ledit troisième dispositif est configuré pour transmettre ladite estimation vers ledit dispositif d'affichage pour afficher ladite localisation.

FIGURES

[0019] [fig.1] La figure 1 illustre schématiquement l'estimation des distances selon des modes de réalisation de l'invention.

[fig.2] La figure 2 illustre une application de modes de réalisation dans une cabine d'aéronef vue du dessus.

[fig.3] La figure 3 illustre une application de modes de réalisation dans une cabine d'aéronef selon une vue longitudinale.

[fig.4] La figure 4 est un diagramme d'étapes d'un procédé selon des modes de réalisation.

[fig.5] La figure 5 illustre schématiquement des architectures réseau pour la mise en œuvre de modes de réalisation de l'invention.

[fig.6] La figure 6 illustre schématiquement une fonction de pondération pour la détermination de la localisation d'un objet selon des modes de réalisation de l'invention.

[fig.7] La figure 7 illustre schématiquement un dispositif selon des modes de réalisation.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0020] Les modes de réalisation permettent d'identifier, localiser et/ou compter des objets connectés (ou sources ou encore capteurs) à un réseau ou des personnes portant de tels objets dans un volume considéré tel qu'un compartiment d'un moyen de transport (par exemple un aéronef).

[0021] Comme décrit dans ce qui suit, les modes de réalisation de l'invention permettent réaliser une multilatération plus précise notamment en tenant compte des rebonds dans le volume considéré et d'en déduire de manière précise les distances des sources à des objets de référence.

[0022] Les modes de réalisation sont compatibles avec de multiples topologies réseaux existantes et déployées dans les applications industrielles. De telles topologies sont illustrées en **figure 5**. La topologie **500** est un réseau « en bus ». La topologie **501** est un réseau en anneau. La topologie **502** est une topologie en étoile.

[0023] Par exemple, l'échange de données et de signaux peut se faire en utilisant le protocole LoRaWAN.

[0024] Par exemple, une architecture pour la mise en œuvre de modes de réalisation peut comporter :

- un dispositif source comportant émetteur-récepteur sur une fréquence (par exemple, une fréquence du protocole LoRaWAN),
- un ou plusieurs points d'accès (par exemple compatibles avec le protocole LoRaWAN),
- un serveur équipé de moyens de communication, d'un processeur et d'un espace de stockage,

- un programme d'ordinateur pour la gestion du procédé de localisation et le traitement de l'information.
- [0025] D'une manière générale, le système selon une telle architecture fonction comme il suit.
- [0026] Chaque bien ou personne à localiser est équipé d'un dispositif source. Ce dispositif source peut par exemple disposer d'une source d'énergie propre, ce qui le rend portable.
- [0027] Pour permettre l'identification du dispositif source (et éventuellement son porteur), la fréquence d'émission des informations envoyées par l'émetteur-récepteur peut être paramétrable.
- [0028] De manière optionnelle, dans un but d'économie d'énergie, les informations sont envoyées à intervalles de temps régulier. Ces intervalles peuvent aussi être paramétrables.
- [0029] Les points d'accès permettent la réception des signaux envoyés par les émetteurs-récepteurs des dispositifs source. Ils sont équipés d'une unité de traitement leur permettant de réaliser diverses fonctionnalités. L'unité de traitement permet le calcul de la distance entre le dispositif source et le point d'accès et l'envoi de l'information de distance au serveur.
- [0030] A cet effet, l'unité de traitement peut opérer un filtrage pour tenir compte des rebonds des signaux sur les obstacles présents dans le volume dans lequel se fait la localisation. L'unité de traitement peut aussi réaliser la mesure du temps de propagation des signaux et des informations échangées.
- [0031] Le serveur reçoit toutes les informations de distances relatives calculées par les points d'accès et réalise un traitement de ces informations pour en déduire la localisation des émetteurs-récepteurs ou de leurs porteurs dans le volume considéré (tel qu'un compartiment passagers).
- [0032] Pour cela, le serveur peut réaliser un certain nombre de fonctionnalités. Par exemple, un filtrage permet de réduire les erreurs ou bruits de mesure contenues dans les informations fournies par les points d'accès. Il peut en outre réaliser le comptage du nombre de capteurs émetteur-récepteur présent dans le volume considéré à travers les informations reçues.
- [0033] La communication entre le serveur et les multiples points d'accès peut se faire en utilisant une liaison filaire. Cependant, d'autres topologies réseaux sont compatibles avec les modes de réalisation de l'invention.
- [0034] Des modes de réalisation de l'invention sont décrits plus en détails dans ce qui suit, dans un contexte de mise en œuvre dans une cabine passager d'un avion.
- [0035] Dans cette application, un outil est fourni au personnel de bord aux fins de recenser du matériel et/ou des personnes en temps réel. Par exemple, cela peut leur permettre

d'améliorer les services fournis à bord, anticiper des besoins des passagers, optimiser les déplacements du personnel à bord dans la cabine, de disposer d'un moyen de surveillance en temps réel pour le chef de cabine ou les pilotes ou encore d'autres avantages.

- [0036] Dans des exemples plus spécifiques, le personnel de bord souhaite vérifier la position des kits médicaux ou encore la position des enfants non accompagnés. Dans ces cas, il peut leur être utile de disposer, sur un affichage numérique qui leur est dédié de la position en temps réel des kits ou des enfants.
- [0037] Cette détermination de position est décrite en référence à la **figure 1**.
- [0038] Un système selon des modes de réalisation de l'invention comporte un dispositif **100** porté par la personne ou l'objet **A** à localiser dans le volume **V** de la cabine. Le dispositif **100** comporte un émetteur-récepteur. Cet émetteur-récepteur fonctionne par exemple selon le protocole LoRaWan utilisé pour communiquer avec les autres dispositifs du système. Il peut en outre comporter sa propre source d'énergie (par exemple une source de type basse consommation). Le dispositif comporte en outre une unité de traitement pour traiter l'information reçue par l'émetteur-récepteur.
- [0039] Le système comporte en outre un dispositif **101** disposé dans un élément **B** de la cabine et qui correspond à un point d'accès du système. Ce dispositif comporte un émetteur-récepteur. Par exemple cet émetteur-récepteur fonctionne selon le protocole LoRaWan. Le dispositif comporte en outre une unité de traitement pour traiter l'information reçue par le récepteur. L'émetteur récepteur permet une communication avec le dispositif **100**. Le dispositif **101** comporte aussi une unité de communication vers un serveur **102** pour lui fournir les informations reçues et traitées. Plusieurs éléments **B** comportant chacun un dispositif **101** peuvent être utilisés dans le système en fonction de l'application considérée.
- [0040] Le serveur **102** est disposé dans un élément **C** de la cabine. Ce serveur comporte une unité de communication vers le point d'accès (le dispositif **101**) pour récupérer les informations traitées par celui-ci. Le serveur comporte en outre un espace de stockage lui permettant de stocker les informations de positions relatives du dispositif **100**. Le serveur **102** comporte aussi un processeur pour traiter les informations reçues par le ou les points d'accès (le ou les dispositifs **101**).
- [0041] Un repère orthonormal (xyz) est considéré avec pour axe des abscisses x l'axe longitudinal de la cabine et pour axe des cotes z la hauteur de la cabine (comptées positivement par rapport au sol – l'axe z est orienté dans la direction opposée de la gravité). L'axe des ordonnées est l'axe orthogonal aux axes précédents.
- [0042] La flèche **103** représente la hauteur **H0** entre le dispositif **100** et le plafond de la cabine. Dans l'exemple illustré, les dispositifs **101** et **102** sont aussi situés au niveau du plafond de la cabine. La hauteur **H0** est donc aussi la hauteur entre ces dispositifs et le

dispositif **100**.

- [0043] La flèche **104** représente la distance **D0** entre le dispositif **101** et le dispositif **102**. Il est considéré ici que ces deux dispositifs sont alignés parallèlement à l'axe x du repère. En cas de pluralité de dispositifs **101**. Leurs distances respectives au dispositif **102** sont notées **D0k**, avec k étant un indice représentant chaque dispositif **101**.
- [0044] D'autres distances sont représentées sur la **figure 1** et sont discutés dans la suite de la description.
- [0045] Les étapes d'un procédé de localisation sont décrites dans ce qui dans le contexte de la **figure 2** et en référence au diagramme d'étapes de la **figure 4**.
- [0046] La **figure 2** illustre un dispositif **200** identique au dispositif **100** porté par la personne ou l'objet **A** situé dans, par exemple une cabine d'un avion ayant deux parois latérales **E** et **D** orientées selon l'axe longitudinal de la cabine (l'axe des abscisses). Dans la cabine, sont disposés des dispositifs **201**, **202**, **203**, **204** identiques au dispositif **102** de la **figure 1** et disposés dans des éléments **B1**, **B2**, **B3**, **B4** de la cabine. Un serveur **205** est aussi disposé dans la cabine identique au serveur **103** de la **figure 1** et disposé dans un élément **C** de la cabine. La **figure 2** est une vue par le dessus de la cabine (dans le plan x,y).
- [0047] Dans un étape **401**, le dispositif **200** émet un signal **S1**. Ce signal **S1** permet d'identifier le dispositif **100**. Par exemple, le dispositif **200** émet un signal selon une fréquence de modulation propre. Par exemple encore, le signal **S1** porte un certain nombre de bits d'identification du dispositif **200**. En outre, le signal **S1** comporte un horodatage **tS1** permettant de déterminer un instant d'émission du signal. Par exemple, cet horodatage s'exprime selon une horloge commune aux dispositifs du système (par exemple en heure, minute, seconde ou autre).
- [0048] Dans une étape **402**, le dispositif **200** reçoit le signal **S1** précédemment émis, suite à un rebond sur un premier élément de la cabine. En particulier, le dispositif **200** reçoit le signal **S1** après un rebond contre une première paroi latérale **E** de la cabine. Les parois latérales de la cabine sont celles orientées selon l'axe longitudinal de la cabine (c'est-à-dire l'axe des abscisses du repère).
- [0049] Dans une étape **403**, le dispositif **200** reçoit le signal **S1** précédemment émis, suite à un rebond sur un deuxième élément de la cabine. En particulier, le dispositif **200** reçoit le signal **S1** après un rebond contre une deuxième paroi latérale **D** de la cabine opposée à la première paroi latérale. Les parois latérales de la cabine sont celles orientées selon l'axe longitudinal de la cabine (c'est-à-dire l'axe des abscisses du repère).
- [0050] Par exemple, le signal **S1** est émis dans toutes les directions. Le signal reçu lors de l'étape **402** correspond à la réception la plus rapide correspondant au rebond contre la paroi la plus proche. Le signal reçu lors de l'étape **403** est celui issu du rebond dans la direction opposée à celle du signal reçu à l'étape précédente et donc la paroi opposée.

- [0051] Dans une étape **404**, le dispositif **200** estime sa position transversale par rapport aux premier deuxième éléments (dans le présent exemple, les parois **E** et **D**). Le dispositif **200**, identifie tout d'abord les signaux, par exemple au moyen de bits d'identification ou de la fréquence de d'émission. Le dispositif **200** estime par ailleurs le temps de propagation du signal dans la cabine entre son instant d'émission **tS1** et ses temps de réception **tD** et **tE** après rebond. Cette estimation se fait en utilisant la vitesse **v** de propagation du signal dans la cabine. Par exemple, il s'agit de la vitesse de propagation des ondes radiofréquence dans l'air, soit environ 3×10^8 m/s.
- [0052] A partir des temps de préparation du signal **S1**, le dispositif **200** peut déterminer sa position par rapport aux premier et deuxième éléments (c'est-à-dire ici les parois latérales **D** et **E**) selon les formules suivantes. Cette position est exprimée selon les distances **IE** et **ID** du dispositif **200** aux éléments selon l'axe des ordonnées **y** (c'est-à-dire la largeur de la cabine) : $ID = vx(tD-tS1)/2$ et $IE = v \times (tE-tS1)/2$.
- [0053] En réalité, la transmission des signaux induit un retard traduit par des mesures des temps de propagation **tD** et **tE** erronées. Ces retards induisent aussi des erreurs d'estimation des distances **ID** et **IE** notées **eID** et **eIE**. Les estimations **ID~** et **IE~** de ces distances s'expriment comme il suit : $ID\sim = Id + eID$ et $IE\sim = IE + eIE$.
- [0054] Afin de s'assurer de la validité des estimations faites, une formule de contrôle est utilisée. Cette formule consiste à exprimer le fait que la somme des longueurs estimées **ID~** et **IE~** doit correspondre à la largeur **La** de la cabine : $ID\sim + IE\sim = La$.
- [0055] Lors de l'étape **405**, le dispositif **200** transmet sa position telle qu'il l'a estimée aux différents dispositifs **201**, **202**, **203**, **204** (ou points d'accès du système).
- [0056] Cette transmission se fait par l'émission d'un signal **S2**. Ce signal **S2** peut être identifié par les points d'accès. Par exemple, le signal **S2** comporte des bits d'identification à cet effet. Il permet aussi de déterminer son instant d'émission. Comme pour le signal **S1**, cet instant d'émission peut être exprimée par rapport à un horodatage commun aux dispositifs du système. L'expression de la position du dispositif **200** se fait par l'envoi des estimations **ID~** et **IE~**.
- [0057] La réception du signal **S2** par les points d'accès est illustrée par la **figure 3** qui est une vue latérale de la cabine (dans le plan **x,z**).
- [0058] Chacun des points d'accès estime ensuite dans des étapes **406**, **407** la position longitudinale du dispositif **200**. Le signal **S2** est tout d'abord identifié (par exemple au moyen des bits d'identification). Ensuite, l'horodatage est utilisé pour estimer la position longitudinale du dispositif **200** par rapport au point d'accès **Bk** considéré, c'est-à-dire sa position selon l'axe des abscisses). Comme déjà expliqué ci-avant pour l'estimation de la position transversale du dispositif **200**, la connaissance de l'instant de réception **tBk** du signal **S2** et son instant d'émission **tS2**, ainsi que la vitesse de propagation **v** du signal permet de connaître la distance **DBk** entre le dispositif **200** et le

point d'accès **Bk** considéré (**201, 202, 203, 204**) selon l'axe des abscisses x selon la formule : $DBk = v \times (tBk - tS2)$.

- [0059] Comme aussi déjà expliqué ci-avant, la transmission du signal **S2** induit un retard traduit dans la mesure de l'instant **tBk**. Ce retard est exprimé par une erreur d'estimation **eS2k** de la distance **DBk**. Les distances estimées s'expriment selon la formule : $DBk\sim = DBk + eS2k$.
- [0060] La mesure de la position longitudinale relative **LBk** entre le dispositif **200** et le point d'accès **Bk** peut être estimée à partir des estimations **ID~**, **IE~** et de la hauteur **H0** en utilisant le théorème de Pythagore selon l'une des formules suivantes : $LBk\sim = (DBk\sim^2 - H0^2 - ID\sim^2)^{(1/2)}$ ou $LBk\sim = (DBk\sim^2 - H0^2 - IE\sim^2)^{(1/2)}$.
- [0061] La formule utilise les estimations **ID~** ou **IE~** selon la position du point d'accès dans la cabine. Les points d'accès sont en effet disposés au niveau des parois latérales, soit au niveau de la paroi latérale **E** ou soit de la paroi latérale **D**. Ainsi, si le point d'accès est sur une paroi **E** l'estimation **IE~** est utilisée, si le point d'accès est sur une paroi **D** l'estimation **ID~** est utilisée.
- [0062] De retour à la **figure 1**, la longueur **LBk** est représentée par la flèche **105**. La longueur **DBk** est représentée par la flèche **106**. La longueur **ID** est représentée par la flèche **107**. La distance **d** entre le point d'accès **101** et le dispositif **100** dans le plan (y,z) est représentée par la flèche **108**.
- [0063] Comme on peut le voir, le théorème de Pythagore permet d'écrire $d^2 = H0^2 + ID^2$ car dans cette illustration, le point d'accès **101** est situé au niveau de la paroi **D**. De la même manière, lorsque le point d'accès se trouve au niveau de la paroi **E**, il est possible d'écrire $d^2 = H0^2 + IE^2$ et $DBk^2 = d^2 + LBk^2$.
- [0064] Ce même théorème permet aussi d'écrire $DBk^2 = d^2 + LBk^2$. En écrivant l'égalité d'écriture de d^2 on peut retrouver la formule donnée ci-avant pour **LBk**.
- [0065] De retour à la **figure 4**, lors de étapes **408, 409**, chaque point d'accès **Bk** transmet l'estimation qu'il fait de la position longitudinale et de la position latérale du dispositif **200**. Un signal **S3k** est émis depuis le point d'accès **Bk** vers le serveur **205**. Ce signal permet d'identifier le point d'accès source (par exemple avec des bis d'identification). Il permet aussi d'identifier le dispositif **200** (par exemple avec d'autres bis d'identification). Le signal comporte aussi les estimations **ID~**, **IE~** et **LBk**.
- [0066] Ensuite, lors des étapes **410, 411**, pour chaque lot d'information transmis par les éléments **Bk**, une position une position longitudinale du dispositif **200** par rapport au serveur **205** est déterminée au moyen de la formule suivante $Lk\sim = LBk\sim + D0k$ (sur la **figure 1**, cette distance longitudinale **Lk** est représentée par la flèche **109**).
- [0067] Enfin, lors de l'étape **412**, une position finale du dispositif **200** dans la cabine est déterminée à partir des différentes positions du dispositif **200** par rapport aux différents points d'accès **Bk**. Le but de cette étape est d'estimer de manière précise la position

relative **L** entre le dispositif **200** et le serveur **205** à partir des multiples estimations **Lk~** réalisées aux étapes précédentes.

- [0068] Comme pour les distances évoquées précédemment, chaque estimation **Lk~** présente des incertitudes induites par la propagation des signaux **S1** et **S2** dans l'air.
- [0069] Une moyenne pondérée dynamique est utilisée dont le principe est le suivant. Le poids **wk** associé à chaque position longitudinale relative **Lk~** suit une loi déterministe **f** fonction des erreurs sur les estimations de distances relatives longitudinales **DBk~** et latérale **ID~** (ou **IE~**) : $wk = f(eS1D, eS2k)$ ou $wk = f(eS1E, eS2k)$. Cette fonction déterminée de manière empirique est caractérisable selon la configuration du système dans le volume dans lequel la localisation est effectuée (en fonction de la configuration du système dans la cabine d'avion dans le présent exemple).
- [0070] La **figure 6** donne un exemple de loi empirique qui lie un poids **P** à une distance **D**. Cette loi a pour caractéristique d'être monotone décroissante avec une limite qui tend vers 0 à l'infini.
- [0071] Pour déterminer une telle loi, une caractérisation du système de mesure utilisé peut être fait selon le processus itératif suivant. Le système est placé à une distance étalonnée, connue et vérifié par un autre dispositif de mesure plus précis (par exemple une mesure laser ou autre). Un certain nombre de mesures, par exemple trois mesures, sont réalisées par le système. Une moyenne est ensuite calculée. On détermine ensuite l'écart relatif entre cette moyenne et la vraie distance. Ce processus est ensuite réitéré pour différentes distances.
- [0072] L'estimation de la position relative est ainsi déterminée par la formule suivante : $L = [(w0 \times L0~) + (w1 \times L1~) + (...) + (wk-1 \times Lk-1~) + (wk \times Lk~)] / (w0 + (...) + wk)$.
- [0073] Dans le cas, où il s'agit de déterminer le nombre de dispositifs **200** dans la cabine, il est possible de déterminer ce nombre à partir des informations reçues par le serveur **205** en complément de leur position relative déterminée comme décrit précédemment.
- [0074] Une fois toutes les informations de position (et de nombre de dispositifs **200**), celles-ci sont transmises lors d'une étape **413** à un dispositif d'affichage disponible pour le personnel navigant. Ces informations sont ensuite affichées sur ce dispositif d'affichage lors d'une étape **414**.
- [0075] Dans ce qui précède, en référence à la **figure 1**, les calculs sont été réalisés en considérant que le serveur **102** et le dispositif **101** se trouvent alignés sur un axe longitudinal de la cabine (ils sont alignés sur une parallèle à l'axe des abscisses **x**). Cependant, dans d'autres cas, où ils ne seraient pas alignés sur un axe longitudinal, le calcul peut se faire en utilisant la valeur **D0k** comme la projection sur l'axe **x** de la distance entre le serveur **102** et le dispositif **101**.
- [0076] La **figure 7** est un schéma fonctionnel d'un dispositif **700** pour la mise en œuvre d'une ou plusieurs modes de réalisation de l'invention. Les dispositifs ou les serveurs

décrits ci-dessus peuvent avoir la même structure.

- [0077] Le dispositif **700** comprend un bus de communication auquel sont connectés :
- [0078] - une unité de traitement **701**, telle qu'un microprocesseur, dénommée CPU ;
- [0079] - une unité de mémoire vive **702**, dénommée RAM, pour le stockage de code exécutable d'un procédé selon un mode de réalisation de l'invention ainsi que des registres adaptés pour enregistrer les variables et paramètres nécessaires à la mise en œuvre d'un procédé selon des modes de réalisation, dont la capacité mémoire peut être étendue par une RAM optionnelle connectée à un port d'extension par exemple ;
- [0080] - une unité de mémoire **703**, appelée ROM, pour le stockage de programmes informatiques destinés à mettre en œuvre les modes de réalisation de l'invention ;
- [0081] - une unité d'interface réseau **704** connectée à un réseau de communication sur lequel les données numériques à traiter sont transmises ou reçues. L'interface réseau **704** peut être une interface réseau unique, ou composée d'un ensemble de différentes interfaces réseau (par exemple des interfaces câblées et sans fil, ou différents types d'interfaces câblées ou sans fil). Les données sont écrites sur l'interface réseau pour la transmission ou sont lues à partir de l'interface réseau pour la réception sous le contrôle de l'application logicielle s'exécutant dans le CPU **701** ;
- [0082] - une unité d'interface utilisateur graphique **705** permettant de recevoir des entrées d'un utilisateur ou d'afficher des informations à un utilisateur ;
- [0083] - un disque dur **706** noté HD
- [0084] - un module d'entrées/sorties E/S **707** pour recevoir/envoyer des données depuis/vers des dispositifs externes tels qu'une source vidéo ou un écran.
- [0085] Le code exécutable peut être stocké soit en mémoire morte **703**, soit sur le disque dur **706**, soit sur un support numérique amovible comme par exemple un disque. Selon une variante, le code exécutable des programmes peut être reçu au moyen d'un réseau de communication, via l'interface réseau **704**, afin d'être stocké dans l'un des moyens de stockage du dispositif de communication **700**, comme le disque dur **706**, avant d'être exécuté.
- [0086] L'unité centrale de traitement **701** est adaptée pour contrôler et diriger l'exécution des instructions ou des parties de code logiciel du ou des programmes selon les incarnations de l'invention, ces instructions étant stockées dans l'un des moyens de stockage susmentionnés. Après la mise sous tension, l'unité de traitement **701** est capable d'exécuter les instructions de la mémoire vive principale **702** relatives à une application logicielle après que ces instructions ont été chargées à partir du programme ROM **703** ou du disque dur (HD) **706** par exemple. Une telle application logicielle, lorsqu'elle est exécutée par l'unité centrale **701**, entraîne l'exécution des étapes d'une méthode selon des incarnations.
- [0087] La présente invention a été décrite et illustrée dans la présente description détaillée

en référence aux figures jointes. Toutefois la présente invention ne se limite pas aux formes de réalisation présentées. D'autres variantes, modes de réalisation et combinaisons de caractéristiques peuvent être déduits et mis en œuvre par la personne du métier à la lecture de la présente description et des figures annexées.

[0088] Pour satisfaire des besoins spécifiques, une personne compétente dans le domaine de l'invention pourra appliquer des modifications ou adaptations.

[0089] Dans les revendications, le terme "comporter" n'exclut pas d'autres éléments ou d'autres étapes. L'article indéfini « un » n'exclut pas le pluriel. Les différentes caractéristiques présentées et/ou revendiquées peuvent être avantageusement combinées. Leur présence dans la description ou dans des revendications dépendantes différentes, n'exclut pas en effet la possibilité de les combiner. Les signes de référence ne sauraient être compris comme limitant la portée de l'invention.

Revendications

[Revendication 1]

Procédé de localisation d'un premier dispositif (200) dans un volume prédéfini (V) associé à un repère orthogonal (x,y,z),

- dans lequel ledit volume est délimité par au moins un première et une deuxième parois latérales,

- dans lequel au moins un deuxième dispositif relai (201, 202, 203, 204) et un troisième dispositif de contrôle (205) sont disposés dans ledit volume (V),

- dans lequel lesdits deuxième et troisième dispositifs sont disposés dans un même plan à une hauteur prédéterminée (H0),

- dans lequel lesdits deuxième et troisième dispositifs sont séparés d'une distance longitudinale prédéfinie (D0k) selon une direction longitudinale (x) dudit volume (V),

Le procédé comportant les étapes suivantes :

- émission (401) par le premier dispositif (200) d'un premier signal (S1) dans ledit volume (V),

- réception (402, 403) dudit signal par ledit premier dispositif (200) après rebond sur lesdites parois latérales dudit volume (V),

- estimation (404) d'une position longitudinale (ID, IE) dudit premier dispositif (200) par rapport audites parois à partir dudit premier signal (S1),

- transmission (405) par ledit premier dispositif (200) au deuxième dispositif (201, 202, 203, 204), d'un deuxième signal (S2) comportant au moins ladite position longitudinale,

- estimation (406, 407) d'une distance (DBk) séparant lesdits premier (200) et deuxième (201, 202, 203, 204) dispositifs à partir dudit deuxième signal (S2) et de ladite hauteur prédéterminée (H0),

- transmission (408, 409) par ledit deuxième dispositif (201, 202, 203, 204) audit troisième dispositif (205), d'un troisième signal (S3k) comportant au moins ladite distance (DBk),

- estimation (408, 409) par ledit troisième dispositif de ladite localisation dudit premier dispositif (200) à partir dudit troisième signal et de ladite distance longitudinale prédéfinie (D0k).

[Revendication 2]

Procédé selon la revendication 1, dans lequel plusieurs deuxièmes dispositifs (201, 202, 203, 204) sont disposés dans ledit volume (V) et dans lequel

– chaque deuxième dispositif (201, 202, 203, 204) reçoit ledit

- premier signal (S1),
- chaque deuxième dispositif (201, 202, 203, 204) estime (406, 407) une distance propre (DBk) le séparant du premier dispositif (200) et transmet (408, 409) un troisième signal propre (S3k) comportant au moins ladite distance propre (DBk),

- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 2, dans lequel ladite estimation de ladite localisation comporte le calcul d'une moyenne pondérée (L) de distances longitudinales estimées (Lk) par chaque deuxième dispositif (201, 202, 203, 204).
- [Revendication 4] Procédé selon la revendication 3, selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ladite étape de réception (402, 403) dudit premier signal comporte une première réception (402) correspondant à un premier rebond détecté et une deuxième réception (403) correspondant à un deuxième rebond dans une direction opposée au premier rebond.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lesdits premier et deuxième signal comportent une identification de leur émetteur respectif.
- [Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant en outre une étape de transmission (413) de ladite estimation vers un dispositif d'affichage pour afficher (414) ladite localisation.
- [Revendication 7] Système comportant :
- un premier dispositif (200) dans un volume prédéfini (V) associé à un repère orthogonal (x,y,z), ledit volume étant délimité par au moins un première et une deuxième parois latérales,
 - au moins un deuxième dispositif relai (201, 202, 203, 204) et un troisième dispositif de contrôle (205) disposés dans ledit volume (V),
 - dans lequel lesdits deuxième et troisième dispositifs sont disposés dans un même plan à une hauteur prédéterminée (H0),
 - dans lequel lesdits deuxième et troisième dispositifs sont séparés d'une distance longitudinale prédéfinie (D0k) selon une direction longitudinale (x) dudit volume (V),
- dans lequel :
- le premier dispositif (200) est configuré pour émettre (401) un premier signal (S1) dans ledit volume (V),

- ledit premier dispositif (200) est configuré pour recevoir (402, 403) ledit signal par après rebond sur lesdites parois latérales dudit volume (V),
- ledit premier dispositif (200) est configuré pour estimer (404) une position longitudinale (1D, 1E) dudit premier dispositif (200) par rapport audites parois à partir dudit premier signal (S1),
- ledit premier dispositif (200) est configuré pour transmettre (405) au deuxième dispositif (201, 202, 203, 204), un deuxième signal (S2) comportant au moins ladite position longitudinale,
- ledit deuxième dispositif (201, 202, 203, 204) est configuré pour estimer (406, 407) une distance (DBk) séparant lesdits premier (200) et deuxième (201, 202, 203, 204) dispositifs à partir dudit deuxième signal (S2) et de ladite hauteur prédéterminée (H0),
- ledit deuxième dispositif (201, 202, 203, 204) est configuré pour transmettre (408, 409) audit troisième dispositif (205), un troisième signal (S3k) comportant au moins ladite distance (DBk),
- ledit troisième dispositif (205) est configuré pour estimer (408, 409) ladite localisation dudit premier dispositif (200) à partir dudit troisième signal et de ladite distance longitudinale prédéfinie (D0k).

[Revendication 8]

Système selon la revendication 7, dans lequel plusieurs deuxièmes dispositifs (201, 202, 203, 204) sont disposés dans ledit volume (V) et dans lequel

- chaque deuxième dispositif (201, 202, 203, 204) est configuré pour recevoir ledit premier signal (S1),
- chaque deuxième dispositif (201, 202, 203, 204) est configuré pour estimer (406, 407) une distance propre (DBk) le séparant du premier dispositif (200) et transmet (408, 409) un troisième signal propre (S3k) comportant au moins ladite distance propre (DBk),

[Revendication 9]

Système selon la revendication 8, dans lequel ladite estimation de ladite localisation comporte le calcul d'une moyenne pondérée (L) de distances longitudinales estimées (Lk) par chaque deuxième dispositif (201, 202, 203, 204).

[Revendication 10]

Système selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, comportant en outre un dispositif d'affichage et dans lequel ledit troisième dispositif est configuré pour transmettre ladite estimation vers ledit dispositif

d'affichage pour afficher ladite localisation.

[Fig. 1]

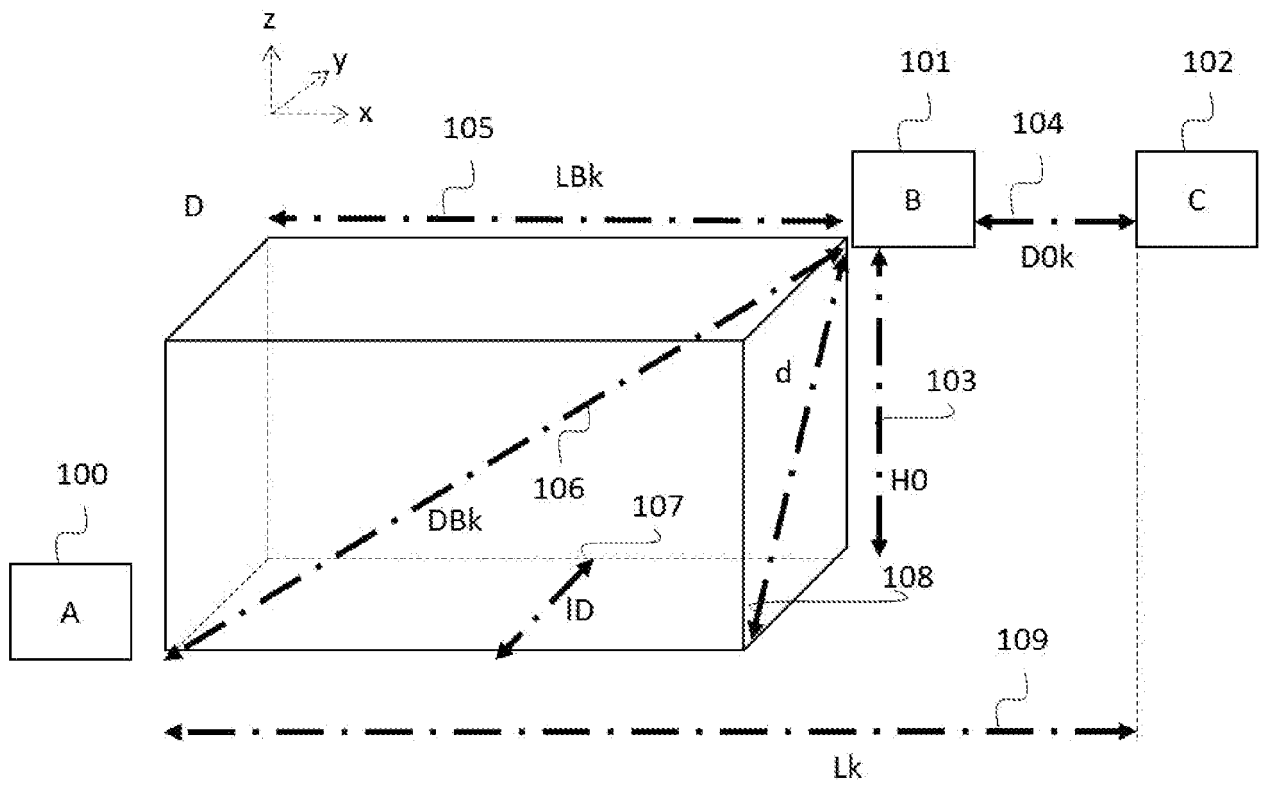


FIGURE 1

[Fig. 2]

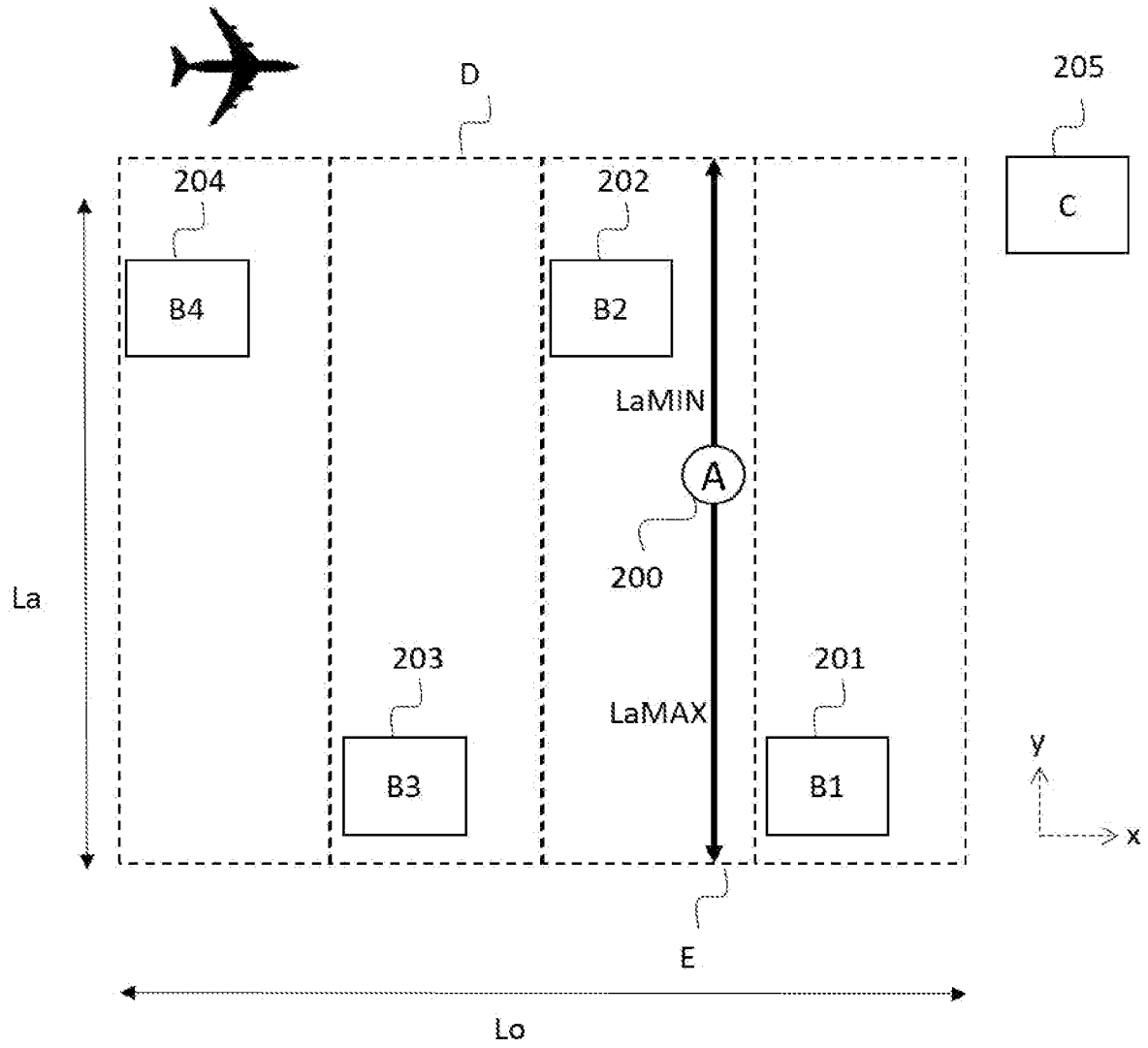


FIGURE 2

[Fig. 3]

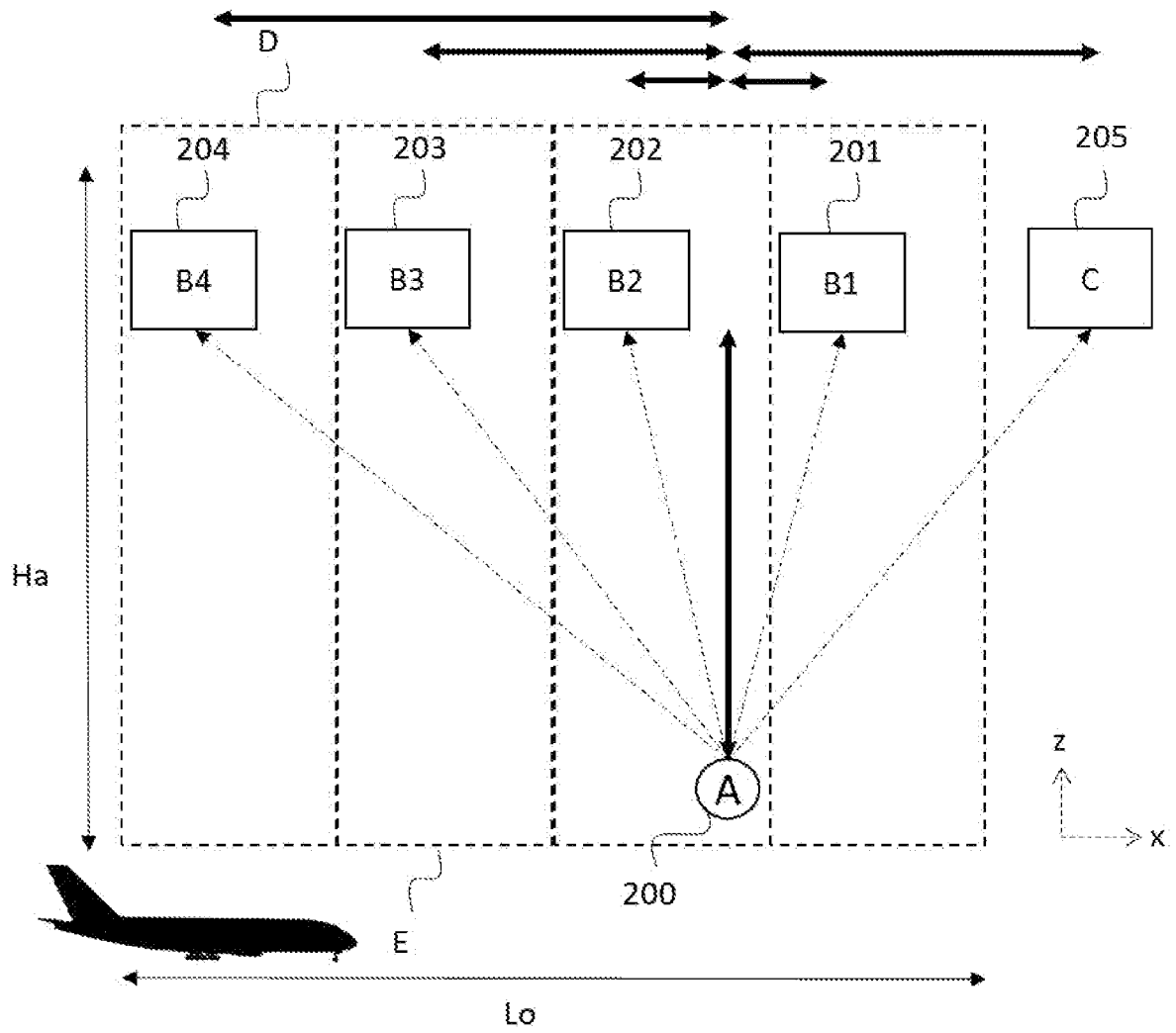


FIGURE 3

[Fig. 4]

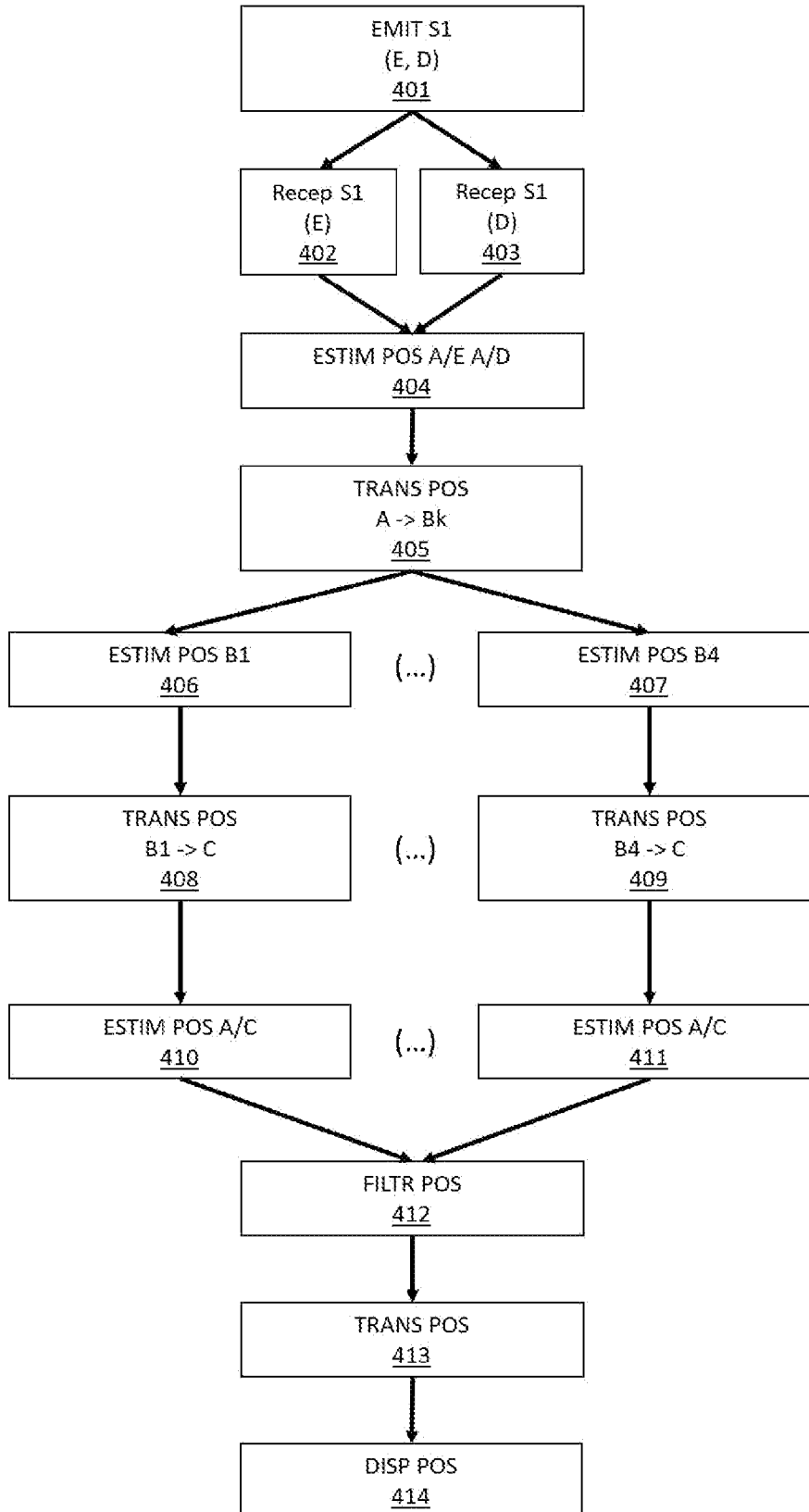


FIGURE 4

[Fig. 5]

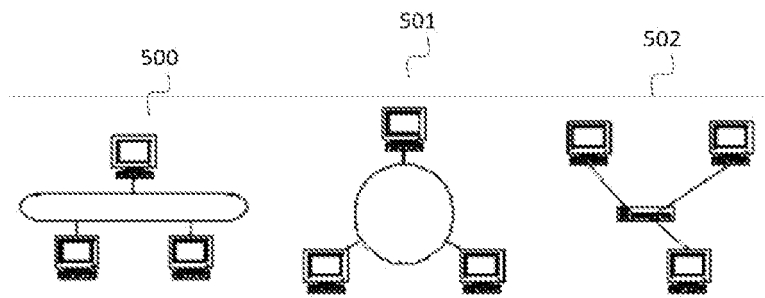


FIGURE 5

[Fig. 6]

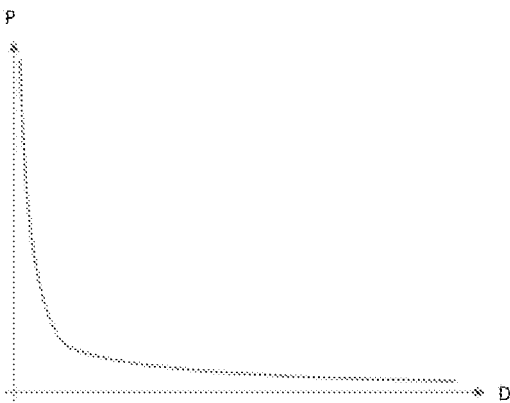


FIGURE 6

[Fig. 7]

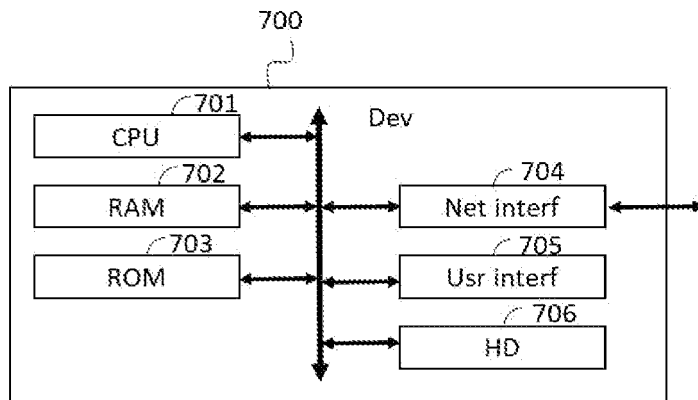


FIGURE 7

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 884927
FR 2007882

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS | | Revendication(s) concernée(s) | Classement attribué à l'invention par l'INPI |
|---|--|--|---|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | | |
| A | US 2003/060175 A1 (ROSENFELD JOSI [GB]) 27 mars 2003 (2003-03-27) * alinéas [0020] - [0034]; figures 1-3 * ----- | 1-10 | G01S5/00 G01S5/06 G01S13/00 |
| A | US 2012/044786 A1 (BOOIJ WILFRED EDWIN [NO] ET AL) 23 février 2012 (2012-02-23) * figure 5 * ----- | 1-10 | |
| A | WO 2004/057362 A2 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; ROSENFELD JOSI [GB]) 8 juillet 2004 (2004-07-08) * le document en entier * ----- | 1-10 | |
| | | | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) |
| | | | G01S |
| Date d'achèvement de la recherche | | Examineur | |
| 23 mars 2021 | | Kern, Olivier | |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS | | T : théorie ou principe à la base de l'invention | |
| X : particulièrement pertinent à lui seul | | E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure | |
| Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un | | à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date | |
| autre document de la même catégorie | | de dépôt ou qu'à une date postérieure. | |
| A : arrière-plan technologique | | D : cité dans la demande | |
| O : divulgation non-écrite | | L : cité pour d'autres raisons | |
| P : document intercalaire | | & : membre de la même famille, document correspondant | |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2007882 FA 884927**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **23-03-2021**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

| Document brevet cité au rapport de recherche | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|------------------------|---|------------------------|
| US 2003060175 A1 | 27-03-2003 | AT 308832 T | 15-11-2005 |
| | | CN 1575557 A | 02-02-2005 |
| | | DE 60207092 T2 | 13-07-2006 |
| | | EP 1425868 A1 | 09-06-2004 |
| | | ES 2251602 T3 | 01-05-2006 |
| | | JP 2005501472 A | 13-01-2005 |
| | | KR 20040031020 A | 09-04-2004 |
| | | US 2003060175 A1 | 27-03-2003 |
| | | WO 03019827 A1 | 06-03-2003 |
| ----- | | | |
| US 2012044786 A1 | 23-02-2012 | CN 102378918 A | 14-03-2012 |
| | | EP 2389598 A2 | 30-11-2011 |
| | | ES 2606715 T3 | 27-03-2017 |
| | | US 2012044786 A1 | 23-02-2012 |
| | | WO 2010084308 A2 | 29-07-2010 |
| ----- | | | |
| WO 2004057362 A2 | 08-07-2004 | AU 2003283761 A1 | 14-07-2004 |
| | | WO 2004057362 A2 | 08-07-2004 |
| ----- | | | |