

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 156 155

21 N° d'enregistrement national : 24 09265

51 Int Cl⁸ : E 05 B 81/78 (2024.01), E 05 B 83/18

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 30.08.24.

30 Priorité : 05.12.23 FR 2313591.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 06.06.25 Bulletin 25/23.

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) : VITESCO TECHNOLOGIES GmbH—DE.

72 Inventeur(s) : WASZAK Wladia, MASRI Ihssen et Nguyen Assia.

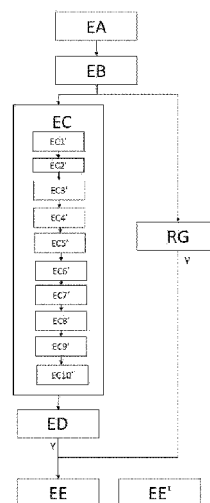
73 Titulaire(s) : VITESCO TECHNOLOGIES GmbH.

74 Mandataire(s) : VITESCO TECHNOLOGIES FRANCE.

54 Procédé de détection de geste destiné à la commande d'un ouvrant d'un véhicule automobile.

57 Procédé de détection de geste destiné à la commande d'un ouvrant d'un véhicule automobile de référentiel Rv, comportant les étapes suivantes : émettre (EA) un signal radiofréquence destiné à se propager jusqu'à une cible, recevoir (EB) un signal radiofréquence nommé signal retour, provenant de ladite cible (5), calculer (EC) une amplitude angulaire de la cible en mouvement dans un plan d'analyse du référentiel Rv, comparer (ED) ladite amplitude angulaire à un angle seuil, pour déterminer si un mouvement de la cible est volontaire ou non, à partir du signal retour, mettre en œuvre une reconnaissance de geste (RG) pour détecter lorsque la cible effectue un geste prédéterminé, si le geste prédéterminé est détecté, et si le geste est déterminé comme volontaire, générer (EE) un signal destiné à commander l'ouverture et/ou le déverrouillage de l'ouvrant.

Figure de l'abrégé : Figure 3.



FR 3 156 155 - A1



Description

Titre de l'invention : Procédé de détection de geste destiné à la commande d'un ouvrant d'un véhicule automobile

[0001] La présente divulgation concerne un procédé de détection de geste destiné à la commande d'un ouvrant d'un véhicule automobile, par détection d'un mouvement d'une cible par exemple une main ou un pied d'un utilisateur.

Domaine technique

[0002] La présente divulgation relève du domaine de la gestion des accès à un véhicule automobile.

Technique antérieure

[0003] Il est connu d'utiliser des signaux radiofréquence pour piloter l'ouverture d'un ouvrant de véhicule automobile, par exemple une porte d'un coffre. Un signal radiofréquence est un signal électromagnétique comportant une porteuse avec une fréquence comprise par exemple entre 3 kHz et 300 GHz mais le plus souvent entre 5 et 30 GHz dans des applications du monde de l'automobile.

[0004] Il existe notamment des procédés de détection de geste utilisés pour le pilotage d'un ouvrant de véhicule. Dans un tel procédé, une émission d'un signal radiofréquence est réalisée en direction d'une cible et l'analyse d'un signal radiofréquence retour permet de reconnaître un geste prédéterminé effectué par la cible.

[0005] Il est également connu d'utiliser un signal radiofréquence de type impulsionnel (par opposition à un signal continu) présentant des impulsions dites radiofréquence, c'est-à-dire dont la fréquence de porteuse appartient à un spectre radiofréquence large. L'utilisation de ce type de signal permet notamment de disposer, en plus de l'information sur le mouvement, d'une information de distance entre une cible et un dispositif d'émission et réception du signal radiofréquence.

[0006] La détection du geste prédéterminé dans une zone considérée pilote l'ouverture ou la fermeture, respectivement le verrouillage ou le déverrouillage d'un ouvrant du véhicule.

[0007] Il peut arriver que le geste prédéterminé soit confondu, lors du procédé de détection, avec des gestes involontaires tels que les pas ou piétinements d'un marcheur évoluant à proximité du véhicule.

[0008] Il est donc connu d'utiliser plusieurs dispositifs et procédés de traitement du signal pour discriminer ces gestes involontaires lors de la détection.

[0009] Toutefois, la discrimination nécessite des ressources matérielles supplémentaires aptes à mettre en œuvre des algorithmes complexes.

[0010] Un objectif de la présente invention est de proposer un procédé et un dispositif de détection de geste destiné à la commande d'un ouvrant d'un véhicule automobile, qui nécessitent peu de ressources matérielles et effectuent une discrimination satisfaisante des gestes involontaires.

Résumé

[0011] À cet effet, le présent document concerne un procédé de détection de geste destiné à la commande d'un ouvrant d'un véhicule automobile de référentiel R_v , ledit référentiel R_v ayant pour origine un point du véhicule, ledit ouvrant étant apte à être déplacé à l'aide d'un actionneur, ledit procédé comportant les étapes consistant à :

- a. émettre, à l'aide d'au moins un émetteur, un signal radiofréquence nommé signal émis, destiné à se propager jusqu'à une cible,
- b. recevoir, à l'aide d'au moins un récepteur, un signal radiofréquence nommé signal retour, provenant de ladite cible,
- c. à partir du signal retour, calculer une amplitude angulaire de la cible en mouvement dans un plan d'analyse du référentiel R_v , ledit plan d'analyse étant parallèle à un plan sur lequel s'appuient des roues du véhicule,
- d. comparer ladite amplitude angulaire à un angle seuil, pour déterminer si un mouvement de la cible est volontaire ou non, un mouvement volontaire étant associé à une amplitude angulaire inférieure à l'angle seuil,
- e. à partir du signal retour, mettre en œuvre une reconnaissance de geste pour détecter lorsque la cible en mouvement effectue un geste prédéterminé destiné à piloter une ouverture de l'ouvrant et/ou un déverrouillage de l'ouvrant,
- f. si le geste prédéterminé est détecté, et si le geste est déterminé comme volontaire, générer un signal de détection destiné à commander l'ouverture de l'ouvrant et/ou le déverrouillage de l'ouvrant.

[0012] L'invention permet ainsi de consolider une détection d'une volonté d'accéder au véhicule, par recoupement d'une information de détection d'un geste prédéterminé avec une information d'amplitude angulaire du mouvement. L'information d'amplitude angulaire permet ainsi d'éliminer des faux positifs à la détection du geste prédéterminé, pouvant correspondre à un geste proche du geste prédéterminé effectué par hasard par un simple marcheur évoluant à proximité du véhicule.

[0013] On comprend évidemment que l'au moins un émetteur et l'au moins un récepteur peuvent être formés ensemble par au moins un émetteur-récepteur, l'émission et la réception partageant alors au moins une même antenne d'émission et réception.

[0014] Par amplitude angulaire, on entend la somme des valeurs absolues des variations d'angle de la cible en mouvement entre deux instants de détection. On note $\Delta\alpha$ l'amplitude angulaire dans la suite du document.

- [0015] À titre illustratif, dans le cas d'un mouvement monotone (i.e. dans un unique sens trigonométrique), l'amplitude angulaire $\Delta\alpha$ est égale à la valeur absolue de la différence entre :
- [0016] - un angle de la cible à un instant de début de détection, et
- un angle de la cible à un instant de fin de détection.
- [0017] Dans le cas d'un mouvement non monotone (i.e. présentant des variations de sens trigonométrique), l'amplitude angulaire $\Delta\alpha$ est égale à la somme des valeurs absolues des variations d'angle de la cible entre chaque point d'inflexion.
- [0018] La discrimination des mouvements involontaires (étapes (c) et (d)) s'effectue typiquement dans une zone d'analyse sous la forme d'une portion de sphère située à l'extérieur du véhicule.
- [0019] Par exemple, si l'on souhaite discriminer des mouvements effectués à l'arrière du véhicule, au niveau du pare-chocs d'un véhicule, la discrimination des mouvements involontaires s'effectue typiquement dans une zone d'analyse prenant la forme d'une portion de sphère, avec la sphère centrée sur le pare-chocs et ladite portion de sphère située à l'extérieur du véhicule. Il s'agit par exemple d'une demi-sphère située à l'extérieur du véhicule et délimitée par un plan passant par le pare-chocs. De façon préférée, la portion de sphère est au maximum une demi-sphère, généralement un volume plus restreint.
- [0020] En restreignant la zone d'analyse à un plan d'intérêt parallèle à un plan sur lequel s'appuient des roues du véhicule, et donc en restreignant les paramètres de discrimination à des angles dans ce plan d'intérêt (de préférence un plan horizontal), on effectue une détermination satisfaisante d'un caractère volontaire ou non d'un mouvement, tout en minimisant la complexité des algorithmes de calcul.
- [0021] À titre illustratif, dans le cas d'un véhicule ayant des roues en appui sur une route « plate », le plan d'analyse est parallèle au plan horizontal du référentiel terrestre.
- [0022] Il peut aussi être prévu que le plan d'analyse soit un plan orthogonal à un plan sur lequel s'appuient des roues du véhicule.
- [0023] Dans la suite du présent document, les angles sont compris comme des angles trigonométriques, soit des angles pouvant être positifs, nuls ou négatifs.
- [0024] Le mouvement de la cible peut être déterminé comme volontaire à l'étape (d) si la variation d'angle est inférieure ou égale à une valeur maximale, ici l'angle seuil, nommé dans la suite α_s .
- [0025] Encore autrement dit, le mouvement de la cible peut être déterminé comme volontaire à l'étape (d) si le mouvement décrit une amplitude angulaire $\Delta\alpha$ inférieure ou égale à α_s .

- [0026] De cette manière, on discrimine des mouvements involontaires présentant de grandes amplitudes angulaires dans le plan d'analyse, c'est-à-dire des mouvements dont l'amplitude angulaire $\Delta\alpha$ est supérieure à α_s .
- [0027] Un angle seuil α_s de 90 degrés permet par exemple de discriminer un mouvement correspondant à un mouvement de marche d'un utilisateur le long du véhicule automobile : l'amplitude angulaire $\Delta\alpha$ alors supérieure à l'angle seuil étant donné que le mouvement correspond à une amplitude angulaire $\Delta\alpha$ proche de π radians ou 180°.
- [0028] L'angle seuil peut être compris entre 70 degrés et 120 degrés, de préférence égal à 90 degrés.
- [0029] L'étape (c) peut comprendre en outre de calculer une première distance entre le véhicule automobile et la cible dans le plan d'analyse, le mouvement de la cible étant déterminé comme volontaire à l'étape (d) si en outre la première distance est inférieure ou égale à une distance seuil.
- [0030] Autrement dit, le mouvement de la cible peut être déterminé comme volontaire à l'étape (d) si la cible se trouve dans une surface délimitée par la zone déterminée du véhicule et un arc de cercle de rayon égal à la distance seuil dans le plan azimut.
- [0031] De cette manière, on discrimine des mouvements involontaires localisés à une grande distance par rapport à la zone déterminée du véhicule, c'est-à-dire à une distance supérieure à la distance seuil.
- [0032] Les mouvements proches de la zone déterminée du véhicule, c'est-à-dire à une distance inférieure ou égale à la distance seuil, sont quant à eux considérés comme volontaires.
- [0033] La distance seuil peut être comprise entre 10 cm et 50 cm.
- [0034] La distance seuil peut être égale à 50 cm.
- [0035] Le signal émis peut être un signal impulsionnel comportant une porteuse modulée par une séquence d'impulsions.
- [0036] Les signaux émis par l'émetteur sont émis vers l'extérieur du véhicule et, de préférence, dans une zone de détection située à l'arrière du véhicule automobile.
- [0037] Le signal émis peut être un signal radiofréquence. Un signal radiofréquence désigne un signal électromagnétique fréquentiel dont la fréquence de la porteuse est comprise entre 3 kHz et 300 GHz. La fréquence de la porteuse peut être comprise, entre 5 GHz et 30 GHz, par exemple entre 5 GHz et 10 GHz.
- [0038] Le signal peut être un signal à bande ultralarge.
- [0039] Un signal à bande ultralarge (ou UWB pour « Ultra Wide Band ») est un signal électromagnétique qui est caractérisé par des impulsions très courtes dans le temps (par exemple de l'ordre de quelques nanosecondes) et une largeur de bande très large (par exemple supérieure à 500 MHz, voire plus de 1 GHz). Les impulsions sont si courtes qu'elles ont une durée de l'ordre de quelques périodes de la fréquence de la porteuse

f, ce qui signifie que le signal peut avoir une largeur de bande considérablement plus large que les signaux classiques. Un signal UWB a également une très faible énergie transmise. Ce type de signal est adapté à une utilisation dans des environnements présentant beaucoup de bruit radioélectrique ou d'interférences.

[0040] L'émetteur et le récepteur peuvent être situés dans un même dispositif d'émission et de réception. L'émetteur et le récepteur peuvent être formés par une même antenne radiofréquence.

[0041] Plusieurs émetteurs et plusieurs récepteurs associés peuvent également être utilisés, les émetteurs (et les récepteurs associés) peuvent être situés dans des zones du véhicule écartées l'une de l'autre.

[0042] Le présent document concerne également un système de gestion d'ouverture et/ou de déverrouillage d'un ouvrant destiné à être embarqué sur un véhicule automobile, et configuré pour la mise en œuvre des étapes du procédé selon l'invention, et qui comporte :

au moins un premier module d'émission-réception comprenant au moins une antenne radiofréquence, ledit premier module d'émission-réception étant destiné à émettre le signal émis et à recevoir le signal retour, et

un module de gestion électronique comportant un calculateur muni d'au moins un processeur et au moins une mémoire, ledit processeur ayant accès à la mémoire pour lire les étapes stockées dans la mémoire.

[0043] Le calculateur peut être par exemple une puce.

[0044] Le système de gestion peut comporter en outre un appareil émetteur-récepteur transporté par l'utilisateur.

[0045] Le module d'émission-réception peut être par exemple une ancre.

[0046] L'appareil émetteur-récepteur transporté par l'utilisateur peut être par exemple une télécommande (ou « keyfob » en anglais).

[0047] Par exemple, l'appareil émetteur-récepteur peut être une télécommande, un badge ou bien un téléphone intelligent intégrant une application dédiée.

[0048] On décrit dans la suite des exemples de traitement de signal, permettant de caractériser le mouvement de la cible notamment lorsque le signal émis est un signal impulsionnel comportant une porteuse modulée par une séquence d'impulsions. Ces exemples de traitement de données sont indiqués à titre d'exemple, et ne sont nullement limitatifs.

[0049] L'émetteur peut être ladite au moins une antenne radiofréquence du premier module d'émission-réception.

[0050] Le récepteur peut être une antenne radiofréquence additionnelle comprise dans le premier module d'émission-réception.

- [0051] Le procédé selon l'invention, et notamment les étapes (c) et (d) de détermination d'une amplitude angulaire, peut être effectué par le calculateur selon un des deux algorithmes suivants : un premier algorithme dit algorithme « radar » ou un second algorithme, dit algorithme « ranging ».
- [0052] Dans les algorithmes « radar » ou « ranging », les signaux émis et reçus sont des trames (des séries d'impulsions) à bande ultra large et le système de gestion comprend au moins deux antennes radiofréquences.
- [0053] Dans le cas de l'algorithme « ranging », la cible est un appareil émetteur-récepteur. Le signal émis se propage jusqu'à cet appareil émetteur-récepteur où il déclenche l'émission du signal retour qui revient vers le récepteur de l'étape (b). Dit autrement, la cible est alors un appareil émetteur-récepteur porté par un utilisateur, et l'amplitude angulaire est calculée à partir d'une communication bidirectionnelle entre la cible et l'émetteur et/ou le récepteur. Le signal retour est un signal généré par la cible en réponse à la réception du signal émis.
- [0054] Avec l'algorithme « ranging », c'est le contenu des trames ultra large bande qui va être exploité pour la détermination de l'amplitude angulaire $\Delta\alpha$.
- [0055] Les trames comprennent plusieurs champs dont notamment un champ « Scrambled Timestamp Sequence » (STS) et un champ « Synchronization » (SYNC).
- [0056] Dans l'algorithme « ranging », l'étape (a) du procédé est effectuée en réponse à une étape (a0) consistant à recevoir un signal initial émis par l'appareil émetteur-récepteur.
- [0057] De cette manière, l'algorithme « ranging » commence lorsque le récepteur mentionné à l'étape (b) reçoit ce signal initial qui permet un appariement entre le récepteur et l'appareil émetteur-récepteur porté par l'utilisateur.
- [0058] Autrement dit, l'appareil émetteur-récepteur émet la première trame qui initie la communication.
- [0059] De plus, dans l'algorithme « ranging », pour chaque antenne radiofréquence, l'étape (c) comporte les sous-étapes consistant à :
- (c1) à partir du champ STS de la trame retour, calculer l'évolution de la valeur de la phase ϕ ,
 - (c2) calculer un angle d'arrivée α correspondant à un angle de la cible en mouvement dans le référentiel R_v , à l'aide de la formule suivante :
- $$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{\lambda}{d} \frac{\Delta\phi}{2\pi}\right)$$
- [0060] avec $\Delta\phi$ le déphasage entre les signaux reçus par les deux antennes radiofréquences, λ la longueur d'onde du signal, d la distance entre les deux antennes radiofréquences, et
- (c3) en déduire l'amplitude angulaire $\Delta\alpha$ de la cible en mouvement.

[0061] Dans le cas de l'algorithme « radar », le signal émis se réfléchit sur la cible et revient vers le récepteur de l'étape (b) sous la forme du signal retour. La cible est de préférence une partie du corps de l'utilisateur, telle qu'une main ou un pied de l'utilisateur. Dit autrement, la cible est alors une partie du corps d'un utilisateur et l'amplitude angulaire est calculée à partir du signal retour qui est une réflexion du signal émis sur la cible. Par exemple, la cible peut être une main ou un pied d'un utilisateur.

[0062] Selon l'algorithme « radar », pour chaque antenne radiofréquence, l'étape (c) peut comporter les sous-étapes consistant à :

- (c1') amplifier et démoduler le signal retour à l'aide d'un mélangeur de manière à extraire des signaux $I(t)$ et $Q(t)$ définissant deux composantes en phase et en quadrature de phase respectivement,
- (c2') obtenir des données échantillonnées $I(t_i)$ et $Q(t_i)$ correspondant à un échantillonnage temporel des signaux $I(t)$ et $Q(t)$,
- (c3') extraire, dans les données échantillonnées $I(t_i)$ et $Q(t_i)$, celles se rapportant uniquement à des portions du signal retour, pour lesquelles un écart temporel entre la réception de chaque portion de signal retour et l'émission d'une impulsion correspondante du signal émis, est compris dans un intervalle prédéterminé (cet intervalle temporel correspondant en pratique à un intervalle de distances à la cible),
- (c4') pour chaque instant d'échantillonnage t_i , calculer un module des données extraites $I(t_i)$ et $Q(t_i)$, noté $|CIR(t_i)|$, correspondant à l'amplitude du signal retour démodulé, et de valeur égale à la racine carrée de $I^2(t_i) + Q^2(t_i)$,
- (c5') rechercher, sur les données $|CIR(t_i)|$ calculées, et successivement pour chaque impulsion du signal émis, la présence d'un pic d'amplitude supérieure ou égale à un seuil prédéterminé, la première détection d'un tel pic correspondant au repérage du début d'un mouvement de la cible, l'instant t_j associé à un tel pic étant enregistré et une impulsion d'indice k du signal émis étant associée à la première détection d'un tel pic,
- (c6') appliquer une transformée de Fourier rapide sur les données complexes $CIR(t_j)$ des données $|CIR(t_j)|$ obtenues pour passer en domaine fréquentiel et obtenir les données $|CIR(v_j)|$, v_j étant la fréquence associée à l'instant t_j ,
- (c7') à la détection d'une donnée $|CIR(v_j)|$ supérieure à une amplitude seuil, calculer la phase $\varphi(k)$ du signal retour démodulé en utilisant les valeurs I et Q associées audit instant t_j du pic, à l'aide des formules suivantes :
 - si $I(t_j) > 0$, alors $\varphi(k) = \arctan(Q(t_j)/I(t_j))$,
 - si $I(t_j) < 0$ et si $Q(t_j) < 0$, alors $\varphi(k) = \arctan(Q(t_j)/I(t_j)) - \pi$, et

- si $I(t_j) < 0$ et si $Q(t_j) > 0$, alors $\varphi(k) = \arctan(Q(t_j)/I(t_j)) + \pi$,
 - (c8') calculer l'évolution de la valeur de la phase φ , pour les impulsions d'indice $k+n$ suivantes du signal émis,
 - (c9') calculer, de façon continue jusqu'à la détection d'une donnée $|CIR(v_j)|$ inférieure à l'amplitude seuil, un angle d'arrivée α correspondant à un angle de la cible en mouvement dans le plan d'analyse par rapport à un point agencé au milieu des deux antennes, à l'aide de l'équation Math. 1, et
 - (c10') déduire l'amplitude angulaire $\Delta\alpha$ de la cible en mouvement.
- [0063] L'étape (c5') peut être effectuée par un filtre passe-haut sur les données $|CIR(t_i)|$ calculées.
- [0064] De cette manière, on ne sélectionne que les instants d'échantillonnage pertinents en discriminant les instants d'échantillonnage t_i avec $i \neq j$, pour lesquels l'amplitude est faible, soit les instants d'échantillonnage pour lesquels il n'y a pas ou peu de mouvement.
- [0065] Alternativement, l'angle d'arrivée α peut correspondre à un angle de la cible en mouvement dans le plan d'analyse par rapport à une des deux antennes, la distance d entre les deux antennes étant négligeable.
- [0066] L'étape (e) de mise en œuvre d'une reconnaissance de geste peut elle aussi utiliser un algorithme connu de type « radar », exploitant une réflexion sur la cible, ou de type « ranging », exploitant une communication bidirectionnelle avec la cible. De préférence, les étapes (c) à (e) utilisent le même type d'algorithme « radar » ou « ranging ».
- [0067] Dans le cas d'une détection de geste de type « radar », on peut suivre l'évolution de la position de la cible via un suivi des valeurs de phase telles qu'obtenues à l'étape (c8') décrite ci-avant.
- [0068] L'étape (f) consiste à générer un signal de détection destiné à commander l'ouverture ou le déverrouillage de l'ouvrant, lorsqu'il est déterminé à la fois que le geste prédéterminé a été réalisé et également que le mouvement correspondant à ce geste est volontaire, puisque d'amplitude angulaire inférieure à un angle seuil prédéterminé. Ce signal de détection est envoyé par exemple à un module de pilotage d'un actionneur apte à déplacer l'ouvrant d'une position fermée à une position ouverte, respectivement d'une position verrouillée à une position déverrouillée.
- [0069] L'étape (f) peut comprendre la commande d'un degré angulaire d'ouverture de l'ouvrant, en fonction de l'amplitude angulaire $\Delta\alpha$ de la cible en mouvement.
- [0070] Le récepteur peut comprendre une matrice d'au moins deux antennes réceptrices destinées à recevoir le signal retour, l'une des deux antennes réceptrices au moins pouvant être une antenne d'émission et réception configurée en outre pour émettre ledit signal émis, le récepteur étant configuré pour déterminer un angle d'incidence du

signal retour à partir d'un décalage temporel entre les instants respectifs de réception du signal retour par chacune desdites antennes réceptrices.

[0071] Dans cette configuration, le procédé de commande peut combiner les algorithmes « radar » et « ranging » de la façon suivante : les étapes (c1') à (c6') sont effectuées puis à la détection d'une donnée $|CIR(v_j)|$ supérieure à une amplitude seuil, les étapes (c1) à (c3) sont effectuées.

[0072] Le système de gestion peut comprendre en outre un second module d'émission-réception destiné à émettre un second signal émis et à recevoir un second signal émis, le premier et le second modules d'émission-réception étant configurés chacun pour déterminer leur distance respective à la cible, l'amplitude angulaire étant calculée par triangulation et à partir d'une distance connue entre le premier et le second modules d'émission-réception.

[0073] Dans cette configuration, l'étape (c) du procédé comprend les étapes consistant à :

- (c1'') pour chaque module d'émission-réception, calculer l'angle d'arrivée du signal retour,
- (c2'') déduire la distance entre la cible et chaque module d'émission-réception,
- (c3'') déduire par triangulation la position exacte de la cible dans le plan d'analyse, et
- (c4'') déduire l'amplitude angulaire $\Delta\alpha$ de la cible en mouvement.

[0074] L'angle d'arrivée α des étapes (c3), (c10') et (c4'') peut être déduit d'une table de correspondance avec la valeur de déphasage $\Delta\phi$, la table de correspondance étant réalisée par des mesures effectuées en amont du procédé de commande de l'ouvrant.

[0075] Le présent document concerne également un véhicule automobile muni d'un ouvrant mobile, apte à être déplacé par l'actionneur entre une position ouverte, une position fermée, caractérisé en ce qu'il comporte un système de gestion d'ouverture et/ou de déverrouillage dudit ouvrant selon le type précité.

[0076] Le véhicule peut comprendre en outre un verrou de l'ouvrant apte à être dans une position verrouillée ou déverrouillée et interdisant ou autorisant respectivement une ouverture de l'ouvrant, ledit verrou pouvant être commandé par le système de gestion.

[0077] Le verrou peut être par exemple un loquet.

[0078] Les caractéristiques exposées peuvent, optionnellement, être mises en œuvre, indépendamment les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres.

Brève description des dessins

[0079] D'autres caractéristiques, détails et avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse des dessins annexés, sur lesquels :

- [0080] [Fig.1] est une vue schématique d'un véhicule automobile selon un mode de réalisation du présent document,
- [0081] [Fig.2] est une vue schématique de l'arrière du véhicule automobile de la [Fig.1] dans le plan d'analyse qui est un plan horizontal avec une cible à un premier instant,
- [0082] [Fig.3] illustre les différentes étapes du procédé selon l'algorithme « radar »,
- [0083] [Fig.4] est une vue schématique de la [Fig.2] avec une cible à un second instant, et
- [0084] [Fig.5] illustre schématiquement l'arrière d'un véhicule automobile dans une coupe suivant le plan d'analyse selon le présent document.
- [0085] [Fig.6] illustre les différentes étapes d'un procédé selon l'invention, mettant en œuvre une triangulation.

Description des modes de réalisation

- [0086] La [Fig.1] est une vue schématique d'un véhicule automobile selon un mode de réalisation du présent document.
- [0087] Un véhicule automobile 1 comporte un ouvrant 2 mobile, apte à être déplacé par l'actionneur 3 entre une position totalement ouverte, une position totalement fermée et au moins une position intermédiaire partiellement ouverte, le véhicule comportant un système de gestion dudit ouvrant 2.
- [0088] Un repère (O, X, Y, Z) est associé à un référentiel R_v du véhicule automobile 1, l'origine O se trouvant au centre du parechoc arrière 8 du véhicule 1.
- [0089] La [Fig.2] est une vue schématique de l'arrière du véhicule automobile de la [Fig.1] dans le plan d'analyse qui est un plan horizontal.
- [0090] Le plan d'analyse est donc ici le plan (OXY).
- [0091] Le système de gestion comporte un module d'émission-réception 4 comprenant une première et une seconde antennes radiofréquences 4a, 4b séparées d'une distance d connue, et un module de gestion électronique comportant un calculateur.
- [0092] La première antenne 4a est destinée à émettre un signal émis 10 qui se propage vers la cible 5 (située initialement au point M à un premier instant) et les deux antennes 4a, 4b sont destinées à recevoir chacune un signal retour 12a, 12b qui est une réflexion du signal émis 10 sur la cible 5.
- [0093] Le calculateur comporte en son sein un processeur et une mémoire, le processeur ayant accès à la mémoire pour lire les étapes stockées dans la mémoire et est apte à générer un signal de sortie permettant de commander l'actionneur 3.
- [0094] La [Fig.3] illustre les différentes étapes du procédé selon l'invention, dans lequel l'amplitude angulaire du mouvement est déterminée selon l'algorithme « radar ».
- [0095] Ce procédé permet de commander ledit ouvrant 2 par détection d'un mouvement d'une cible 5. Dans l'exemple illustré, la cible 5 est une partie du corps d'un utilisateur.

- [0096] Lors d'une étape EA (étape (a) telle que mentionnée ci-avant), la première antenne radiofréquence 4a émet le signal émis 10, qui se propage jusqu'à la cible 5. Ce signal émis 10 est un signal impulsionnel à bande ultralarge, comportant une porteuse modulée par une séquence d'impulsions, et caractérisé par des impulsions très courtes dans le temps (par exemple de l'ordre de quelques nanosecondes) et une largeur de bande très large (par exemple supérieure à 500 MHz, voire plus de 1 GHz).
- [0097] Lors d'une étape EB (étape (b) telle que mentionnée ci-avant), le signal émis 10 se réfléchit sur la cible 5 et un signal retour 12a, 12b est reçu par chaque antenne 4a, 4b respectivement. Ici, l'antenne 4a est donc une antenne d'émission et réception, tandis que l'antenne 4b est une antenne réceptrice.
- [0098] À la réception du signal retour 12a, 12b, la cible forme un angle d'incidence (i.e. d'arrivée) α_a , respectivement α_b sur chaque antenne 4a, respectivement 4b.
- [0099] Lors d'une étape EC (étape (c) telle que mentionnée ci-avant), l'amplitude angulaire de la cible en mouvement dans le plan horizontal (OXY) est calculée à l'aide du calculateur.
- [0100] Il est maintenant fait référence à la [Fig.4] qui représente la cible 5 dans le plan (OXY) à un second instant. Entre le premier et le second instants, la cible 5 se déplace du point M au point N au cours de son mouvement.
- [0101] Au premier instant, la cible au point M forme un angle α avec le point situé au milieu d'un segment droit reliant l'antenne 4a et l'antenne 4b, soit au point O. En d'autres termes, l'angle α est l'angle formé par les demi-droites { [OX) ; [OM] }.
- [0102] Au second instant, la cible au point N forme un angle α' avec le point situé au milieu entre l'antenne 4a et l'antenne 4b, soit au point O. En d'autres termes, l'angle α' est l'angle formé par les demi-droites { [OX) ; [ON] }.
- [0103] L'amplitude angulaire $\Delta\alpha$ correspond à la somme des valeurs absolues des angles α et α' : $\Delta\alpha = |\alpha| + |\alpha'|$.
- [0104] Afin de déterminer cette amplitude angulaire $\Delta\alpha$, pour chaque antenne 4a, 4b l'étape EC du procédé comprend plusieurs sous-étapes.
- [0105] Lors d'une sous-étape EC1', on amplifie et démodule le signal retour 12a, 12b et on extrait des signaux I(t) et Q(t) définissant les deux composantes en phase et respectivement en quadrature de phase, à l'aide d'un mélangeur.
- [0106] Lors d'une sous-étape EC2', on obtient des données échantillonnées I(t_i) et Q(t_i) correspondant à un échantillonnage temporel des signaux I(t) et Q(t).
- [0107] Lors d'une sous-étape EC3', on extrait, dans les données échantillonnées I(t_i) et Q(t_i), celles se rapportant uniquement à des portions du signal retour, pour lesquelles un écart temporel entre la réception de chaque portion de signal retour et l'émission d'une impulsion correspondante du signal émis, est inférieur ou égal à un ou plusieurs seuils.

- [0108] Lors d'une sous-étape EC4', pour chaque instant d'échantillonnage t_i , on calcule un module des données extraites $I(t_i)$ et $Q(t_i)$, noté $|CIR(t_i)|$, correspondant à l'amplitude du signal retour démodulé, et de valeur égale à la racine carrée de $I^2(t_i)+Q^2(t_i)$.
- [0109] Lors d'une sous-étape EC5', on recherche EC5', sur les données $|CIR(t_i)|$ calculées, et successivement pour chaque impulsion du signal émis, la présence d'un pic d'amplitude supérieure ou égale à un seuil prédéterminé, la première détection d'un tel pic correspondant au repérage du début d'un mouvement de la cible, l'instant t_j associé à un tel pic étant enregistré et une impulsion d'indice k du signal émis étant associée à la première détection d'un tel pic.
- [0110] Lors d'une sous-étape EC6', on applique une transformée de Fourier rapide sur les données complexes $CIR(t_j)$ des données $|CIR(t_j)|$ obtenues pour passer en domaine fréquentiel et obtenir les données $|CIR(v_j)|$, v_j étant la fréquence associée à l'instant t_j .
- [0111] Lors d'une sous-étape EC7', à la détection d'une donnée $|CIR(v_j)|$ supérieure à une amplitude seuil, on calcule la phase $\varphi(k)$ du signal retour démodulé en utilisant les valeurs I et Q associées audit instant t_j du pic, à l'aide des formules suivantes :
- si $I(t_j) > 0$, alors $\varphi(k) = \arctan(Q(t_j)/I(t_j))$,
 - si $I(t_j) < 0$ et si $Q(t_j) < 0$, alors $\varphi(k) = \arctan(Q(t_j)/I(t_j)) - \pi$, et
 - si $I(t_j) < 0$ et si $Q(t_j) > 0$, alors $\varphi(k) = \arctan(Q(t_j)/I(t_j)) + \pi$.
- [0112] Lors d'une sous-étape EC8', on calcule l'évolution de la valeur de la phase φ , pour les impulsions d'indice $k+n$ suivantes du signal émis.
- [0113] Lors d'une sous-étape EC9', on calcule, de façon continue jusqu'à la détection d'une donnée $|CIR(t_j)|$ inférieure à l'amplitude seuil, un angle d'arrivée α , α' correspondant à un angle de la cible en mouvement dans le plan d'analyse, à l'aide de l'équation Math.1.
- [0114] Lors d'une sous-étape EC10', on déduit l'amplitude angulaire $\Delta\alpha$ de la cible en mouvement.
- [0115] Lors d'une étape ED du procédé, on compare l'amplitude angulaire $\Delta\alpha$ à un angle seuil α_s , pour déterminer si le mouvement de la cible est volontaire ou non, un mouvement volontaire étant associé à une amplitude angulaire $\Delta\alpha$ inférieure à l'angle seuil.
- [0116] Lors d'une étape RG du procédé, on met en œuvre une reconnaissance de geste pour détecter lorsque la cible en mouvement effectue un geste prédéterminé destiné à piloter une ouverture et/ou un déverrouillage de l'ouvrant. Cette étape RG est mise en œuvre après l'étape EB de réception du signal retour. Elle peut être mise en œuvre en parallèle des étapes EC et ED de calcul d'une amplitude angulaire et comparaison à un seuil. Le cas échéant, elle peut mutualiser certaines sous-étapes avec celles de l'étape EC de calcul d'une amplitude angulaire. Ainsi, de manière avantageuse mais non

limitative, l'étape RG de détection de geste peut mettre en œuvre un suivi de valeurs de phase telles qu'obtenues à l'issue de la sous étape EC8'.

- [0117] Lors d'une étape EE du procédé, si le geste est déterminé comme volontaire (résultat « Y ») et si le geste prédéterminé est reconnu (Y), on génère un signal de détection, lequel est destiné à commander une ouverture et/ou un déverrouillage de l'ouvrant 2, à l'aide de l'actionneur 3.
- [0118] Sinon, le procédé s'arrête (étape EE'). Cela correspond aux cas où le geste prédéterminé n'est pas détecté et aux cas où le geste prédéterminé est détecté mais le mouvement est déterminé comme involontaire.
- [0119] Pour $\alpha_s=90^\circ$, le mouvement de la cible de la [Fig.4] est considéré comme volontaire, car $\Delta\alpha < \alpha_s$. Autrement dit, le mouvement de la cible est discriminé, car la variation d'angle entre les points M et N décrit un angle inférieur à l'angle seuil α_s .
- [0120] La [Fig.5] illustre un mode de réalisation dans lequel le système de gestion d'ouvrant comprend un premier et un second modules d'émission-réception 50, 52 agencés au niveau du pare-chocs arrière 8 du véhicule et à une distance L1 l'une de l'autre. Chacun des premier et second modules d'émission-réception 50, 52 comprend au moins un émetteur et au moins un récepteur tels que décrits ci-avant.
- [0121] La cible 5 se trouve au point P, le point de référence du premier module d'émission 50 est le point Q et le point de référence du second module d'émission-réception 52 est le point R. Le point Q se trouve à une distance L1 du point R.
- [0122] Les points de référence Q et R sont les milieux des intersections du premier et du second modules d'émission-réception 50, 52 respectivement avec l'axe [OY).
- [0123] La [Fig.6] illustre les différentes étapes du procédé dans ce mode de réalisation.
- [0124] Le procédé de la [Fig.6] diffère de celui de la [Fig.3] en que l'étape EC du procédé comprend des sous-étapes différentes.
- [0125] Lors d'une sous-étape EC1'', pour chaque module d'émission-réception 50, 52, on calcule l'angle β , γ du signal retour formé par le segment de longueur L1 (soit le segment [QR]) et le segment entre la cible 5 et le module d'émission-réception correspondant (soit le segment [QP] pour le premier d'émission-réception 50 et le segment [RP] pour le second d'émission-réception 52).
- [0126] Lors d'une sous-étape EC2'', on déduit la distance L2, L3 (correspondant à [QP] pour L2 et [RP] pour L3) entre la cible 5 et chaque module d'émission-réception 50, 52 correspondant.
- [0127] Lors d'une sous-étape EC3'', on déduit par triangulation la position exacte de la cible 5 dans le plan d'analyse.
- [0128] Lors d'une sous-étape EC4'', on déduit l'amplitude angulaire $\Delta\alpha$ de la cible 5 en mouvement.

Revendications

[Revendication 1]

Procédé de détection de geste destiné à la commande d'un ouvrant (2) d'un véhicule automobile (1) de référentiel Rv, ledit référentiel Rv ayant pour origine un point (O) du véhicule, ledit ouvrant (2) étant apte à être déplacé à l'aide d'un actionneur (3), ledit procédé comportant les étapes consistant à :

- a. émettre (EA), à l'aide d'au moins un émetteur (4a), un signal radiofréquence nommé signal émis (10), destiné à se propager jusqu'à une cible (5),
- b. recevoir (EB), à l'aide d'au moins un récepteur (4a, 4b), un signal radiofréquence nommé signal retour (12a, 12b), provenant de ladite cible (5),
- c. à partir du signal retour (12a, 12b), calculer (EC) une amplitude angulaire de la cible en mouvement dans un plan d'analyse du référentiel Rv, ledit plan d'analyse étant parallèle à un plan sur lequel s'appuient des roues du véhicule (1),
- d. comparer (ED) ladite amplitude angulaire ($\Delta\alpha$) à un angle seuil (α_s), pour déterminer si un mouvement de la cible (5) est volontaire ou non, un mouvement volontaire étant associé à une amplitude angulaire ($\Delta\alpha$) inférieure à l'angle seuil (α_s),
- e. à partir du signal retour (12a, 12b), mettre en œuvre une reconnaissance de geste (RG) pour détecter lorsque la cible en mouvement effectue un geste prédéterminé destiné à piloter une ouverture de l'ouvrant (2) et/ou un déverrouillage de l'ouvrant (2),
- f. si le geste prédéterminé est détecté, et si le geste est déterminé comme volontaire, générer (EE) un signal de détection destiné à commander l'ouverture de l'ouvrant (2) et/ou le déverrouillage de l'ouvrant (2).

[Revendication 2]

Procédé de détection selon la revendication précédente, dans lequel l'angle seuil (α_s) est compris entre 70 degrés et 120 degrés, de préférence égal à 90 degrés.

[Revendication 3]

Procédé de détection selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'étape (c) comprend en outre calculer une première distance entre le véhicule automobile (1) et la cible (5) dans le plan

d'analyse, le mouvement de la cible (5) étant déterminé comme volontaire à l'étape (d) si en outre la première distance est inférieure ou égale à une distance seuil.

- [Revendication 4] Procédé de détection selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la cible (5) est une partie du corps d'un utilisateur et l'amplitude angulaire ($\Delta\alpha$) est calculée à partir du signal retour (12, 12b) qui est une réflexion du signal émis (10) sur la cible (5).
- [Revendication 5] Procédé de détection selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la cible (5) est un appareil émetteur-récepteur et l'amplitude angulaire ($\Delta\alpha$) est calculée à partir d'une communication bidirectionnelle entre la cible (5) et l'émetteur (4a) et/ou le récepteur (4a, 4b).
- [Revendication 6] Système de gestion d'ouverture et/ou de déverrouillage d'un ouvrant (2) destiné à être embarqué sur un véhicule automobile (1), et configuré pour la mise en œuvre de chacune des étapes du procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte :
- au moins un premier module d'émission-réception (50) comprenant au moins une antenne radiofréquence, ledit premier module d'émission-réception (50) étant destiné à émettre le signal émis et à recevoir le signal retour (12a, 12b), et
- un module de gestion électronique comportant un calculateur muni d'au moins un processeur et au moins une mémoire, ledit processeur ayant accès à la mémoire pour lire des étapes stockées dans la mémoire.
- [Revendication 7] Système de gestion selon la revendication précédente, dans lequel le premier module d'émission réception (4) comprend une matrice d'au moins deux antennes réceptrices destinées à recevoir le signal retour (12a, 12b), l'une des deux antennes réceptrices au moins pouvant être une antenne d'émission et réception configurée en outre pour émettre ledit signal émis, le premier module d'émission réception (50) étant configuré pour déterminer un angle d'incidence du signal retour à partir d'un décalage temporel entre les instants respectifs de réception du signal retour par chacune desdites antennes réceptrices.
- [Revendication 8] Système de gestion selon la revendication 6 comprenant en outre un second module d'émission-réception (52) destiné à émettre un second signal émis et à recevoir un second signal émis, le premier et le second modules d'émission-réception (50, 52) étant configurés

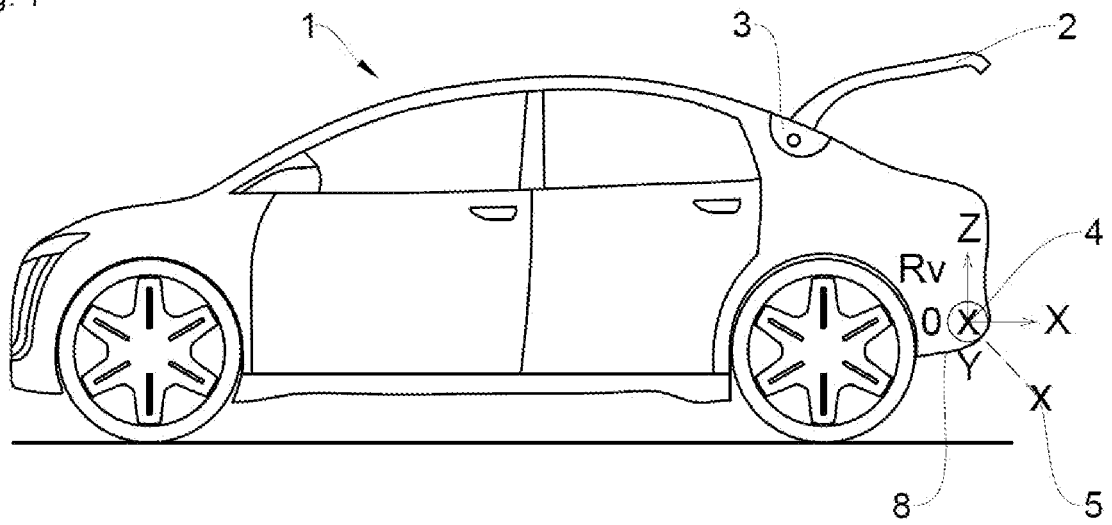
chacun pour déterminer leur distance respective à la cible (5), l'amplitude angulaire étant calculée par triangulation et à partir d'une distance connue (L1) entre le premier et le second modules d'émission-réception (50, 52).

[Revendication 9]

Véhicule automobile (1) muni d'un ouvrant mobile (2), apte à être déplacé par l'actionneur (3) entre une position ouverte, une position fermée, caractérisé en ce qu'il comporte un système de gestion d'ouverture et/ou de déverrouillage dudit ouvrant (2) selon les revendications 6 à 8.

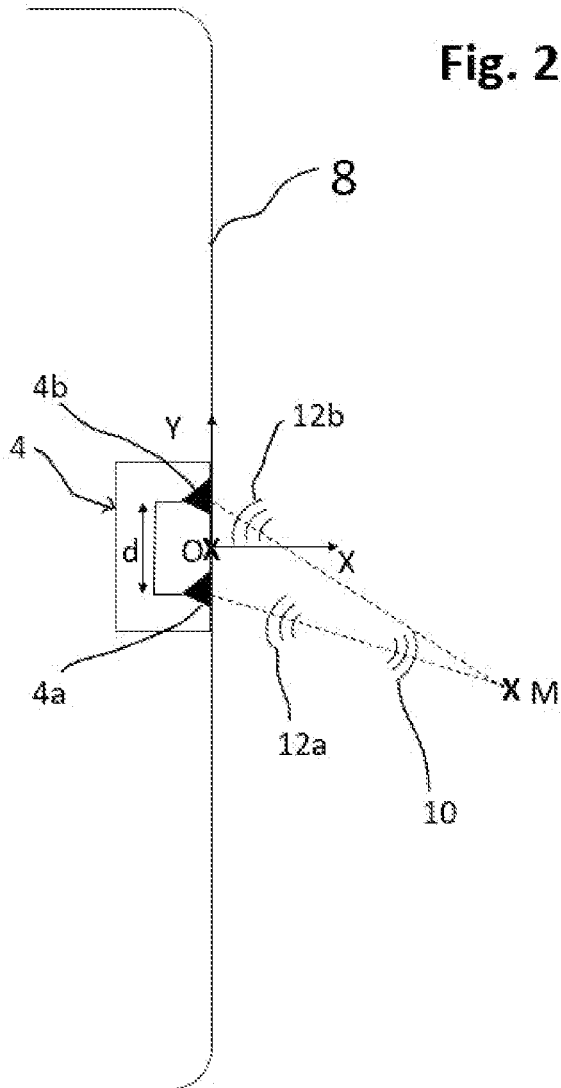
[Fig. 1]

Fig. 1



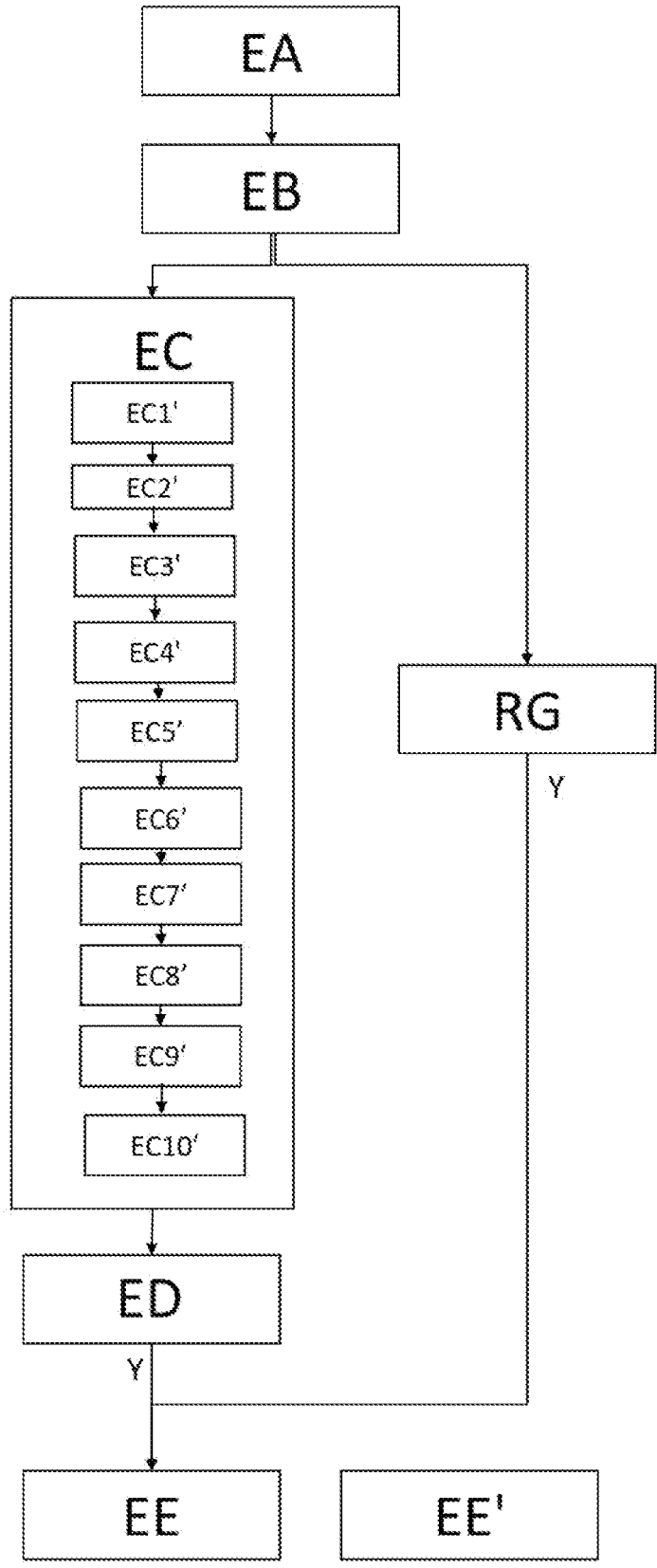
[Fig. 2]

Fig. 2

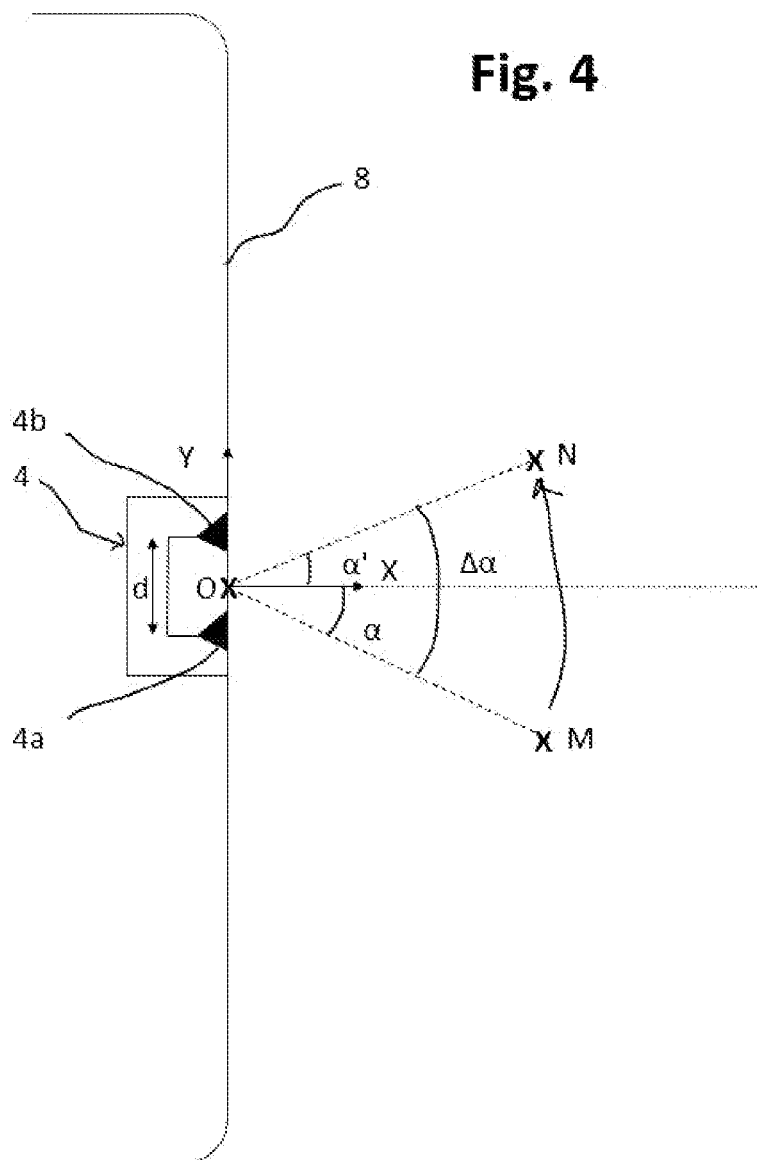


[Fig. 3]

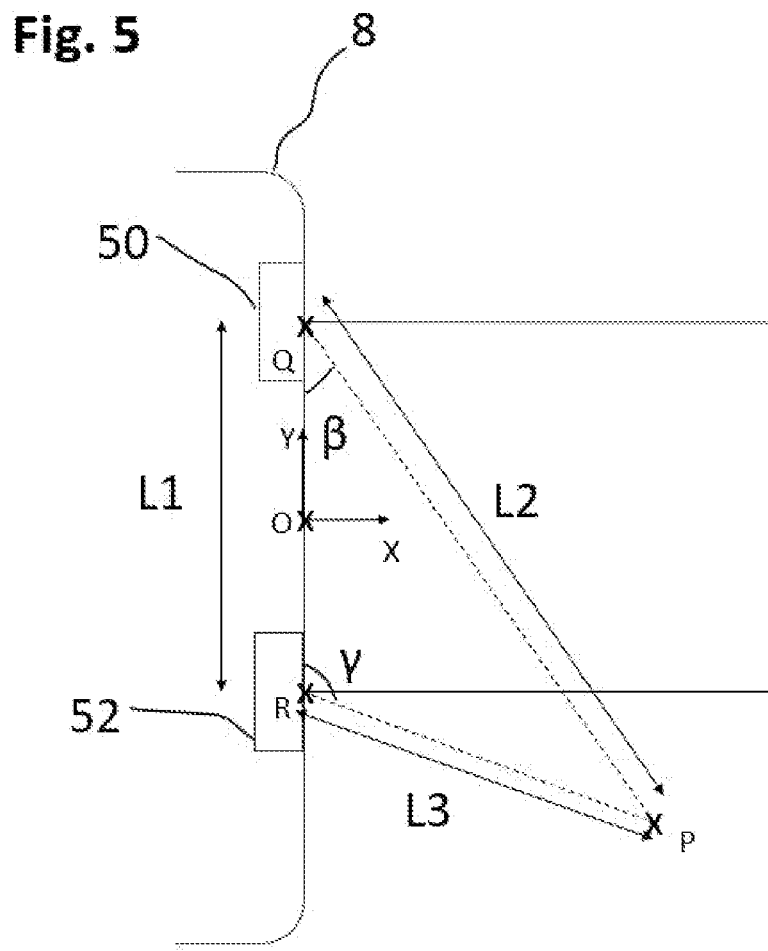
Fig. 3



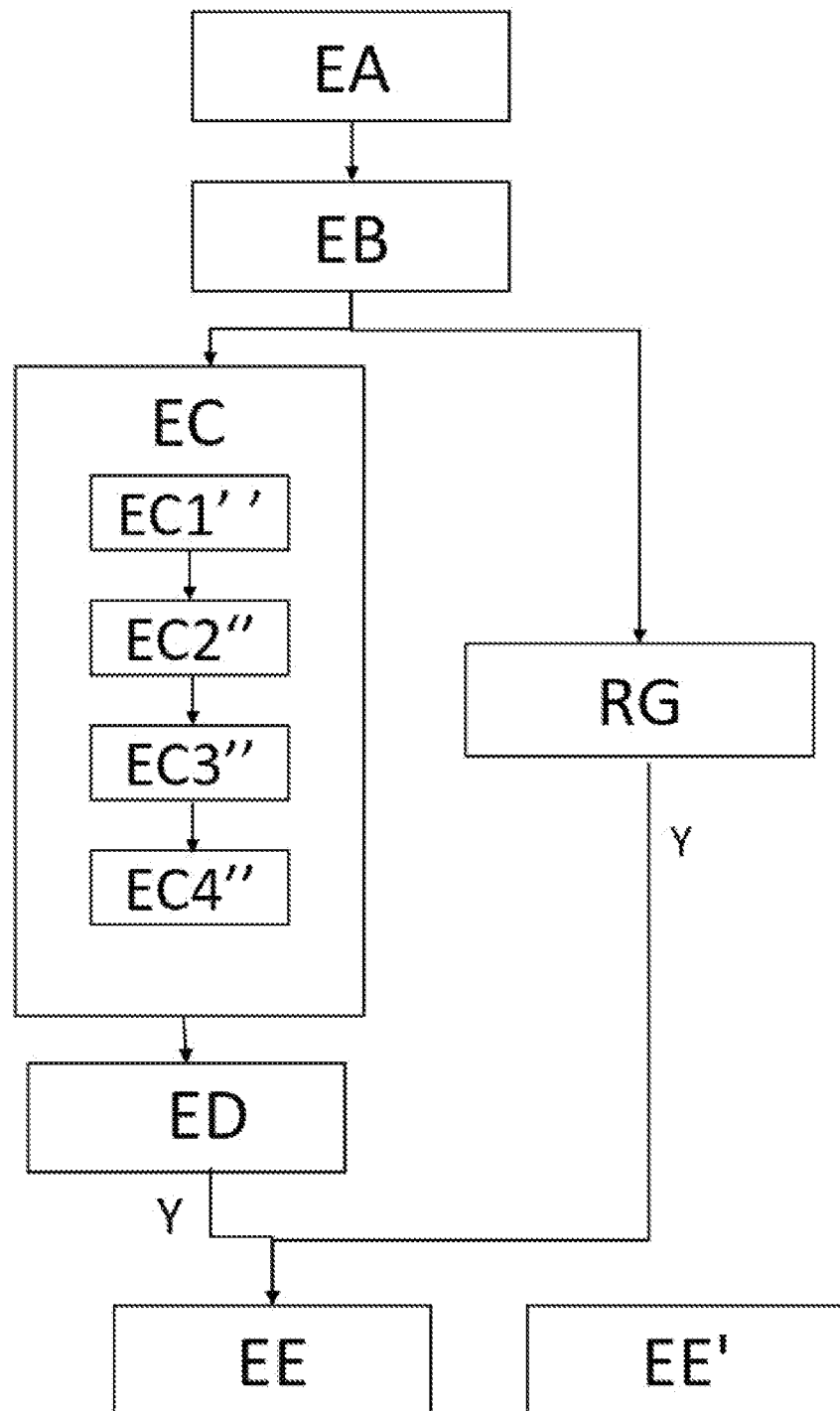
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]

Fig. 6



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 936344
FR 2409265

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		
X	US 2019/039570 A1 (FOSTER JAMES H [GB] ET AL) 7 février 2019 (2019-02-07) * figures 1A, 1B, 4 * * alinéa [0018] * * alinéa [0031] - alinéa [0052] * -----	1-9	E05B 81/78 E05B 83/18 G07C 9/00
X	CN 115 009 220 A (WEIFU HIGH TECH GROUP CO LTD) 6 septembre 2022 (2022-09-06) * revendications 1-10 * -----	1-9	
X	US 2019/126889 A1 (OMAN TODD P [US] ET AL) 2 mai 2019 (2019-05-02) * revendications 1-18 * * figures 1-8 * * alinéa [0021] - alinéa [0027] * -----	1-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B60R G01S G07C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
24 avril 2025		Hniene, Badr	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2409265 FA 936344**

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 **24 - 04 - 2025**
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 2019039570 A1	07-02-2019	CN 109074688 A	21-12-2018
		CN 114971807 A	30-08-2022
		US 2019039570 A1	07-02-2019
		US 2021122335 A1	29-04-2021
		US 2025026310 A1	23-01-2025
		WO 2017136725 A1	10-08-2017

CN 115009220 A	06-09-2022	AUCUN	

US 2019126889 A1	02-05-2019	CN 109760627 A	17-05-2019
		EP 3480620 A1	08-05-2019
		US 2019126889 A1	02-05-2019
