

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 04.03.19.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 11.09.20 Bulletin 20/37.

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) : Nexter Systems Société Anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : BRUNEAU Philippe.

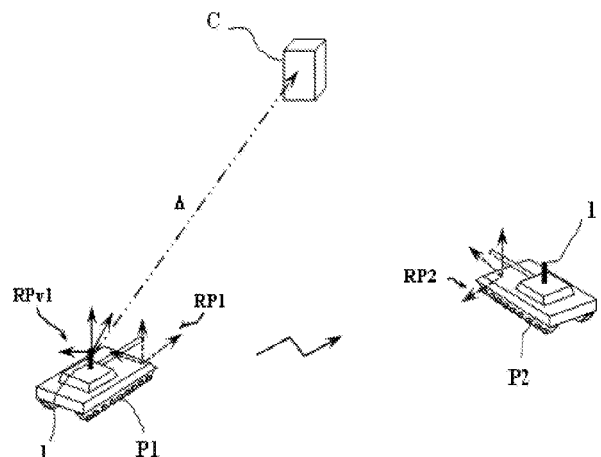
73 Titulaire(s) : Nexter Systems Société Anonyme.

74 Mandataire(s) :

54 PROCEDE D'INTERDESIGNATION DE CIBLES ENTRE UNE PREMIERE PLATEFORME ET AU MOINS UNE AUTRE PLATEFORME ET DISPOSITIF DE POINTAGE ET DESIGNATION METTANT EN OEUVRE UN TEL PROCEDE.

57 L'invention a pour objet un procédé et un dispositif d'interdésignation de cibles entre une première plateforme (P1) et au moins une autre plateforme (Pi). Au moins une plateforme comporte un viseur / désignateur panoramique pivotant autour d'un axe de pointage, et comporte également un moyen caméra (1) couplé à un moyen de calcul (2) associé à des moyens de communication (3), le moyen caméra (1) assurant une observation de l'espace avec une couverture angulaire de sensiblement 360° autour de la plateforme. Suivant le procédé, on observe une autre plateforme (Pi) à l'aide du moyen caméra (1) et on compare la géométrie de cette autre plateforme (Pi) avec un modèle numérique de cette plateforme. On en déduit la pose d'un premier repère de visée (RPv1) par rapport à un autre repère d'orientation associé à l'autre plateforme (RPi). On peut ainsi transmettre à une deuxième plateforme (P2) cette pose du premier repère (RPv1) ainsi que la distance ( $\Delta$ ) entre la cible et le moyen caméra de la première plateforme (P1).

Figure à publier avec l'abrégé : Fig. 1



## Description

### **Titre de l'invention : Procédé d'interdésignation de cibles entre une première plateforme et au moins une autre plateforme et dispositif de pointage et désignation mettant en œuvre un tel procédé.**

- [0001] Le domaine technique de l'invention est celui des procédés et dispositifs permettant l'interdésignation de cibles, en particulier sur le champ de bataille.
- [0002] Il est connu de doter les véhicules de moyens de pointage et de désignation comprenant par exemple des viseurs panoramiques.
- [0003] Le brevet FR2712993 décrit un tel type de viseur panoramique incorporant un télémètre laser (désignateur de cible). Un viseur / désignateur est solidaire d'un véhicule et il permet de déterminer les coordonnées d'une cible : angles de site et gisement et distance, dans un repère géométrique lié au véhicule.
- [0004] Il se pose aujourd'hui la question du combat collaboratif dans lequel les coordonnées d'une cible doivent pouvoir être échangées entre plusieurs véhicules susceptibles d'engager ladite cible.
- [0005] Il est donc nécessaire de connaître les coordonnées de la cible dans un repère absolu, par exemple le repère terrestre, pour que chaque véhicule puisse se localiser par rapport à la cible.
- [0006] Pour cela il est connu d'équiper les véhicules de moyens de positionnement par satellite (GPS). Ces moyens permettent de localiser et orienter un repère véhicule par rapport à un repère terrestre fixe et donc de convertir les coordonnées de cible fournies par le viseur désignateur (qui sont définies dans un repère lié au véhicule considéré) en coordonnées dans un repère absolu, donc utilisables par tous les autres véhicules.
- [0007] Cependant les moyens de positionnement GPS sont susceptibles d'être brouillés sur le champ de bataille, donc de ne pas pouvoir être utilisés.
- [0008] Il est également connu d'utiliser des plateformes inertielles pour positionner un véhicule dans un repère absolu. Mais ces équipements sont coûteux et fragiles, et ils peuvent présenter des variations de référence d'une plateforme à l'autre.
- [0009] C'est le but de l'invention que de fournir un procédé permettant l'interdésignation de cibles entre véhicules d'une façon simple, fiable et robuste, sans mise en œuvre de systèmes de positionnement par satellites.
- [0010] Ainsi l'invention a pour objet un procédé d'interdésignation de cibles entre une première plateforme et au moins une autre plateforme, procédé dans lequel au moins une plateforme comporte un viseur panoramique pivotant autour d'un axe de pointage, viseur doté d'une fonction de désignateur de cible, et comporte également un moyen caméra couplé à un moyen de calcul associé à des moyens de communication, moyen

caméra assurant une observation de l'espace avec une couverture angulaire de sensiblement  $360^\circ$  autour de la plateforme, procédé dans lequel on définit un premier repère d'orientation du moyen caméra de la première plateforme dans l'espace, dit premier repère de visée plateforme, procédé dans lequel :

- on observe une autre plateforme à l'aide du moyen caméra ;
- on compare la géométrie de l'autre plateforme ainsi observée à un modèle numérique de cette plateforme, qui a été mis dans une mémoire du moyen de calcul, pour en déduire la pose, c'est à dire l'orientation et la localisation du premier repère de visée par rapport à un autre repère d'orientation associé à l'autre plateforme ;
- on transmet à une deuxième plateforme la pose du premier repère d'orientation du moyen caméra par rapport à l'autre repère ainsi que la distance entre la cible et le moyen caméra de la première plateforme ou bien uniquement les coordonnées de la cible dans le repère d'orientation de l'autre plateforme.

[0011] Selon un mode particulier de mise en œuvre, il y a au moins deux plateformes en intervisibilité, une première plateforme ayant un premier repère d'orientation de son moyen caméra et une deuxième plateforme ayant un deuxième repère plateforme et :

- la première plateforme calcule la pose de son premier repère d'orientation du moyen caméra dans le deuxième repère plateforme ;
- la première plateforme transmet à la deuxième plateforme et par les moyens de communication la pose ainsi calculée ainsi que la distance entre la cible et le moyen caméra de la première plateforme ou bien uniquement les coordonnées de la cible dans le repère d'orientation de la deuxième plateforme.

[0012] Selon un autre mode particulier de mise en œuvre, il y a au moins trois plateformes en intervisibilité au moins deux à deux et :

- on choisit parmi les plateformes une plateforme dite de référence qui est positionnée sur le terrain dans le champ de vision des moyens caméra d'au moins deux autres plateformes ;
- on observe la plateforme de référence à l'aide des moyens caméras des autres plateformes ;
- on compare la géométrie de la plateforme de référence ainsi observée à un modèle numérique de cette plateforme, qui a été mis dans une mémoire du moyen de calcul de chaque autre plateforme, pour en déduire au niveau de chaque plateforme la pose, c'est à dire l'orientation et la localisation d'un repère d'orientation du moyen caméra associé à la plateforme qui observe, par rapport à un repère maître associé à la plateforme de référence ;
- la première plateforme transmet à la deuxième plateforme et par les moyens de communication la pose du premier repère d'orientation du moyen caméra de la première plateforme dans le repère maître ainsi que la distance entre la cible et le

moyen caméra de la première plateforme ou bien uniquement les coordonnées de la cible dans le repère maître.

[0013] Selon un mode de réalisation préféré, le moyen caméra est solidaire d'une platine qui est liée rigidement en gisement au viseur panoramique, le pointage en gisement du viseur entraînant donc le suivi de ce pointage par le moyen caméra, le moyen caméra étant lui-même monté pivotant en site par rapport à la platine, le pivotement en site étant commandé par une motorisation qui assure une recopie automatique du pointage en site du viseur, la cible observée par le moyen caméra étant la cible désignée par le viseur panoramique et la distance entre la cible et le moyen caméra étant fournie par le moyen de calcul à partir des informations de désignation données par le viseur panoramique.

[0014] Avantageusement, la première plateforme transmet à la deuxième plateforme et par les moyens de communication la pose de son premier repère d'orientation du moyen caméra dans le repère d'orientation de la deuxième plateforme ou dans le repère maître ainsi que la distance entre la cible et le moyen caméra de la première plateforme.

[0015] L'invention a également pour objet un dispositif de pointage et désignation d'une cible par une première plateforme, dispositif permettant la mise en œuvre du procédé selon l'invention et caractérisé en ce qu'il comporte :

- un viseur panoramique pivotant autour d'un axe de pointage en gisement, viseur doté d'une fonction de désignateur de cible,
- un moyen caméra couplé à un moyen de calcul associé à des moyens de communication, moyen caméra assurant par ailleurs une observation de l'espace avec une couverture angulaire de sensiblement 360° autour de la plateforme ;
- le moyen de calcul incorporant une mémoire dans laquelle est mis en place un modèle numérique d'au moins une autre plateforme qui est positionnée sur le terrain dans le champ de vision du moyen caméra de la première plateforme ;
- le moyen de calcul incorporant des algorithmes permettant de déterminer la pose c'est-à-dire l'orientation et la localisation, par rapport à un repère associé à l'autre plateforme, d'un premier repère d'orientation du moyen caméra de la première plateforme dans l'espace, dit premier repère de visée plateforme ;
- les moyens de communication permettant de transmettre à une deuxième plateforme la pose du premier repère d'orientation du moyen caméra par rapport à l'autre repère ainsi que la distance entre la cible et le moyen caméra de la première plateforme, ou bien uniquement les coordonnées de la cible dans le repère d'orientation de l'autre plateforme.

[0016] Selon un mode particulier de réalisation, une deuxième plateforme constitue l'autre plateforme, la pose du premier repère d'orientation du moyen caméra étant déterminée dans le repère d'orientation de la deuxième plateforme avant d'être transmises à la

deuxième plateforme.

- [0017] Selon un autre mode particulier de réalisation, l'autre plateforme est une plateforme de référence qui se trouve en intervisibilité à la fois avec la première plateforme et avec une deuxième plateforme, la pose du premier repère d'orientation du moyen caméra étant déterminée dans un repère maître associé à la plateforme de référence avant d'être transmise à la deuxième plateforme.
- [0018] Selon une variante de réalisation, le modèle numérique d'au moins une autre plateforme positionnée sur le terrain est un modèle articulé associant les modèles numériques d'au moins deux sous-ensembles de l'autre plateforme, chaque sous-ensemble pouvant être orienté dans l'espace par rapport à l'autre sous-ensemble, l'orientation relative des différents sous-ensembles étant transmise à la plateforme par l'autre plateforme.
- [0019] Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, le moyen caméra est solidaire d'une platine qui est liée rigidement en gisement au viseur panoramique, le pointage en gisement du viseur entraînant donc le suivi de ce pointage par le moyen caméra, le moyen caméra étant lui-même monté pivotant en site par rapport à la platine, le pivotement en site étant commandé par une motorisation qui assure une recopie automatique du pointage en site du viseur, le viseur étant couplé au moyen de calcul.
- [0020] Avantageusement, la première plateforme transmet à la deuxième plateforme et par les moyens de communication la pose de son premier repère d'orientation du moyen caméra dans le repère d'orientation de la deuxième plateforme ou dans le repère maître ainsi que la distance entre la cible et le moyen caméra de la première plateforme.
- [0021] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, description faite en référence aux dessins annexés et dans lesquels :
- [0022] [fig.1] montre de façon schématique deux plateformes équipées de dispositifs selon l'invention et engageant une cible ;
- [0023] [fig.2] représente en vue latérale un véhicule blindé équipé d'un dispositif de pointage et désignation selon l'invention ;
- [0024] [fig.3] est une vue agrandie et en perspective d'un dispositif de pointage et désignation selon l'invention ;
- [0025] [fig.4] montre de façon schématique trois plateformes engageant une cible.
- [0026] En se reportant à la figure 1, on a représenté un théâtre d'opération dans lequel deux plateformes P1 et P2, ici des chars, sont disposées à distance l'une de l'autre et en intervisibilité. On désignera par la suite par Pi une plateforme quelconque présente sur le terrain sans distinction particulière.
- [0027] Une cible C est placée à distance des plateformes P1 et P2. Chaque plateforme Pi qui est présente sur le terrain comporte un moyen caméra 1 qui est couplé à un moyen de calcul et qui est associé à des moyens de communication.

- [0028] On a représenté ainsi sur la figure 2 une plateforme Pi de type char dont la tourelle 4 porte un moyen caméra 1, relié à des moyens de calcul 2, couplés aux moyens de communication radio 3, dont on a représenté schématiquement une antenne 3a. Ces moyens de calcul et de communication sont schématiquement figurés par des blocs logés dans la tourelle 4. Les moyens de calcul 2 pourront être incorporés dans le calculateur de la conduite de tir de la plateforme Pi. Les moyens de communication 3 pourront être constitués par les moyens de liaison radio existant dans la plateforme Pi et permettant les échanges entre les différentes plateformes Pi présentes sur le terrain.
- [0029] Suivant le mode de réalisation qui est représenté à la figure 2, la plateforme Pi comporte un viseur panoramique 5 qui est pivotant en gisement sur 360° autour d'un axe de pointage en gisement 6.
- [0030] Ce viseur panoramique 5 est également orientable en site (le plus souvent par basculement d'un miroir 5a – figure 3), et il permet de déplacer dans l'espace une ligne de visée LV (figure 2). Le viseur panoramique 5 est également doté d'une fonction de désignateur de cible et il permet d'une façon classique d'acquérir les coordonnées d'une cible C dans un repère RPi lié au véhicule.
- [0031] On a représenté à la figure 2 le repère RPi avec ses axes de Roulis (R), de tangage (T) et de lacet (L). D'une façon conventionnelle, l'axe de roulis R correspond, à la direction d'avance horizontale de la plateforme Pi, l'axe de lacet L est la verticale à l'axe de roulis et l'axe de tangage est perpendiculaire aux deux autres axes.
- [0032] La conduite de tir de la plateforme Pi est capable de déterminer de façon permanente les coordonnées d'orientation dans le repère RPi d'une ligne de visée LV associée au viseur panoramique 5, la distance  $\Delta$  de la cible C à la plateforme Pi sur cette ligne de visée est par ailleurs mesurée par la fonction de désignateur de cible laser du viseur panoramique 5.
- [0033] Comme on le voit sur les figures 2 et 3, un moyen caméra 1 est solidaire d'une platine 7 qui est liée rigidement en gisement au viseur panoramique 5. Ainsi tout pointage en gisement du viseur 5 entraîne également un pointage en gisement identique du moyen caméra 1.
- [0034] Le moyen caméra 1 est par ailleurs lui-même monté pivotant en site par rapport à la platine 7. Pour cela le moyen caméra 1 est solidaire d'axes montés dans des tourillons 7a de la platine 7. L'axe de pointage en site du moyen caméra 1 est repéré 8 sur la figure 3. Le pivotement en site du moyen caméra 1 est commandé par une motorisation 9 qui assure une recopie automatique du pointage en site du viseur panoramique 5.
- [0035] Il suffit pour réaliser un telle recopie d'utiliser les commandes de pointage en site du miroir 5a du viseur 5 pour commander le pointage en site du moyen caméra 1.
- [0036] Plus précisément la recopie de l'angle de pointage en site est corrigée en tenant compte d'un angle de simbleautage entre le moyen caméra 1 et le viseur 5. Il est en

effet nécessaire (figure 2), pour la précision de la détermination de la position de la cible C, que la ligne de visée  $L_v$  du moyen caméra 1 converge avec la ligne de visée  $L_V$  du viseur 5 sur la cible C. Cette correction de simbleautage est classique et elle est effectuée en tenant compte de la distance  $\Delta$  mesurée par le télémètre du viseur panoramique 5 et en tenant compte de la distance  $\delta$  entre les caméras 10 du moyen caméra 1 et l'axe de pivot du miroir 5a du viseur 5.

- [0037] Ainsi lorsque l'angle de pointage en site du viseur 5 est égal à  $\alpha$ , l'angle de pointage en site du moyen caméra est égal à  $\alpha_1$  avec  $\alpha_1 = \alpha + \delta/\Delta$ .  $\Delta$  étant la distance du viseur 5 à la cible telle que télémétrée par le viseur 5 et  $\delta$  étant la distance (vue précédemment) entre les caméras 10 du moyen caméra 1 et l'axe de pivot du miroir 5a du viseur 5. Cet écart entre  $\alpha$  et  $\alpha_1$  est minime lorsque la distance de la plateforme à la cible est supérieure à une centaine de mètres.
- [0038] Comme on le voit sur les figures 2 et 3, le moyen caméra 1 comprend une pluralité de caméras individuelles 10 régulièrement réparties angulairement autour de l'axe de pointage en gisement 6. Ces caméras 10 sont conformées de façon à assurer une observation de l'espace autour de la plateforme  $P_i$  avec une couverture angulaire de sensiblement  $360^\circ$  autour de l'axe de pointage en gisement 6.
- [0039] On pourra choisir des caméras 10 à grand champ (donc à objectif grand angle) mais on pourra aussi choisir des caméras ayant un angle d'objectif plus réduit, il faut alors augmenter le nombre de caméras pour assurer la couverture angulaire souhaitée ( $360^\circ$ ).
- [0040] Pour des raisons technologiques, cette couverture de  $360^\circ$  pourra n'être effective qu'à une distance donnée de la plateforme  $P_i$  (par exemple d'au moins cinq mètres). Il pourra donc exister des zones aveugles mais uniquement à proximité de la plateforme  $P_i$ , les champs des caméras se recoupant à distance pour assurer la couverture de  $360^\circ$ .
- [0041] Concrètement les champs sont choisis suffisamment larges pour qu'une caméra 10 assure toujours l'observation d'au moins une partie d'une autre plateforme  $P_j$  disposée à distance de la plateforme  $P_i$  considérée.
- [0042] Ainsi la plateforme  $P_i$  est capable de viser et télémétrer une cible C. Elle peut ainsi calculer les coordonnées de la cible dans le repère  $RP_i$  lié à la plateforme.
- [0043] En se reportant à la figure 1, on voit que la première plateforme  $P_1$ , qui vise et télémètre la cible C, peut aussi observer une deuxième plateforme  $P_2$  qui est en intervisibilité avec elle.
- [0044] Selon une caractéristique de l'invention, on compare la géométrie de la plateforme  $P_2$  ainsi observée à un modèle numérique de cette plateforme, qui a été mis dans une mémoire 11 du moyen de calcul 2 (figure 3).
- [0045] Des algorithmes appropriés, également mis en mémoire, permettent de transformer en temps réel les images de la plateforme  $P_2$  en un modèle numérique instantané de cette plateforme. Le modèle numérique de la plateforme qui est en mémoire est issu de

la conception assistée par ordinateur (ou CAO) de la plateforme. C'est un modèle en trois dimensions qui n'est expurgé que des données de la plateforme qui ne sont pas visibles (formes cachées). Alternativement, en particulier si la CAO n'est pas disponible, il est possible d'utiliser un modèle numérique obtenu par une numérisation en trois dimensions de la plateforme.

- [0046] Ce modèle numérique incorpore bien sûr les éléments dimensionnels du véhicule réel, ce qui permettra de déterminer une distance entre la plateforme P1 et la plateforme P2 à partir de l'image d'un véhicule d'une taille donnée.
- [0047] On procède donc à une comparaison de la géométrie de la plateforme P2 observée (modèle numérique instantané) avec le modèle de référence qui a été mis dans une mémoire 11 du moyen de calcul 2.
- [0048] Cette comparaison permet, à l'aide d'algorithmes de comparaison, d'en déduire tout à la fois l'orientation des axes d'un repère de visée R<sub>Pv1</sub> par rapport au repère de la seconde plateforme R<sub>P2</sub> (angles des axes du repère R<sub>Pv1</sub> dans le repère R<sub>P2</sub>) et la localisation du premier repère de visée R<sub>Pv1</sub> par rapport au repère R<sub>P2</sub> (position du centre du premier repère R<sub>Pv1</sub> dans le repère R<sub>P2</sub>). Le repère de visée R<sub>Pv1</sub> est un repère solidaire du moyen caméra 1 et dont l'axe de roulis est confondu avec la ligne de visée L<sub>v</sub> du moyen caméra 1. Il diffère donc sensiblement du repère R<sub>P1</sub> lié à la première plateforme (dont l'axe de roulis est suivant l'axe longitudinal du véhicule) et il a une pose (position et localisation) par rapport au repère R<sub>P2</sub> qui dépend du pointage de cible qui est effectué par le viseur 5 portant le moyen caméra 1.
- [0049] Afin de tenir compte des orientations relatives des composantes de la plateforme P2 sur le terrain (par exemple la tourelle par rapport au châssis), on pourra réaliser au niveau du moyen de calcul 2 un calcul dynamique tenant compte des orientations relatives de ces composants en associant, au moment de la mesure, les modèles numériques respectifs du châssis, de la tourelle et du canon avec les orientations réelles connues de ces éléments. Le modèle numérique de la plateforme P2 est alors un modèle articulé associant les modèles numériques d'au moins deux sous-ensembles de cette plateforme qui peuvent être orientés dans l'espace les uns par rapport aux autres.
- [0050] La plateforme P1 calculera alors le modèle numérique global instantané de la plateforme P2 au moment du calcul de la pose du repère de visée R<sub>Pv1</sub>. Cette variante permet de mettre en œuvre un modèle numérique plus complet correspondant à la forme réelle de la plateforme P2 sur le terrain et donne donc une meilleure précision sur le calcul de la pose.
- [0051] Cette variante imposera cependant que la plateforme P2 transmette au préalable, sur demande de la plateforme P1, les orientations relatives de ses principaux éléments constitutifs (châssis, tourelle, canon). Les orientations seront bien entendu fournies dans le repère de la plateforme P2 qui sert ici de plateforme de référence.



- [0052] La comparaison des géométries de plateformes met en œuvre des algorithmes de comparaison d'image connus sous le nom d'algorithmes SLAM, acronyme de la dénomination anglo saxonne : **S**imultaneous **L**ocalization **A**nd **M**apping (localisation et cartographie automatique). Ces algorithmes sont bien connus de l'Homme du Métier et il n'est pas nécessaire de les décrire en détails. On notera qu'ils procèdent à des comparaisons d'images en mettant en œuvre de techniques de filtrage (filtrage de Kalman, filtrage probalistique) afin de déterminer les modifications d'orientation des axes nécessaires pour obtenir la meilleure corrélation. Il est ainsi possible à tout moment de déterminer les coordonnées du premier repère de visée  $RPv1$  dans le repère de la seconde plateforme  $RP2$  et il est aussi possible de connaître les orientations des axes du premier repère de visée  $RPv1$  par rapport aux axes du repère de la seconde plateforme  $RP2$ .
- [0053] On peut alors transmettre à la deuxième plateforme  $P2$  la pose du premier moyen caméra 1 dans le repère de la seconde plateforme  $RP2$ , c'est-à-dire tout à la fois la localisation du centre du repère de visée  $RPv1$  et les positions des axes du repère  $RPv1$ . Ces informations de pose donnent directement l'orientation de la ligne de visée  $Lv$  dans le repère de la seconde plateforme, ce qui avec la transmission de la distance  $\Delta$  entre le premier moyen caméra 1 et la cible  $C$ , permet de connaître les coordonnées de la cible  $C$  dans le repère de la seconde plateforme  $RP2$ , permettant ainsi à cette dernière de pointer directement la cible en question.
- [0054] Il n'est donc pas nécessaire de passer par un calcul préliminaire des coordonnées de cible dans le repère de la première plateforme  $RP1$ .
- [0055] Il serait bien entendu possible de prévoir un moyen caméra 1 qui serait fixé de façon rigide par rapport à la première plateforme  $P1$  et qui ne serait donc pas orienté vers la cible comme le viseur panoramique 5.
- [0056] Dans ce cas les moyens de calcul 2 détermineraient (de façon classique) les coordonnées de la cible  $C$  dans le premier repère véhicule  $RP1$ .
- [0057] Et par ailleurs ils détermineraient à l'aide des algorithmes de comparaison d'images la pose (orientation et localisation) du repère  $RP1$  par rapport au repère  $RP2$  et calculeraient ensuite les coordonnées de la cible  $C$  dans le repère  $RP2$  avant de transmettre ces coordonnées à la deuxième plateforme  $P2$ . Dans cette variante, le repère de visée de la plateforme  $RPvi$  est confondu avec le repère de la plateforme  $RPi$  puisque ce repère est fixe par rapport à la plateforme  $Pi$  et il ne varie pas pendant le pointage d'une cible.
- [0058] On pourra au choix convertir au niveau du calculateur de la plateforme  $P1$  les coordonnées de la cible dans le repère de la plateforme destinataire  $RP2$  avant de les lui transmettre.
- [0059] On pourra également transmettre à la plateforme  $P2$  les coordonnées de la cible dans

le repère de la plateforme P1 ainsi que les informations de pose du repère RP1 dans le repère RP2. C'est alors le calculateur de la plateforme P2 qui réalisera le calcul de changement de repère.

- [0060] Enfin, lorsque plusieurs plateformes s'appuient sur une plateforme de référence PR qu'elles peuvent observer, la plateforme P1 pourra calculer les coordonnées de la cible dans le repère maître RM associé à la plateforme de référence PR avant de les transmettre à la plateforme destinataire P2.
- [0061] Dans tous les cas, le mode de calcul selon cette variante de l'invention est plus lourd que celui de la variante décrite précédemment.
- [0062] Il permet par contre de mettre en œuvre un moyen caméra 1 qui est plus simple et moins coûteux car il reste fixe par rapport à la première plateforme P1 au lieu de suivre les pointages du viseur panoramique 5.
- [0063] Le procédé selon l'invention peut être mise en œuvre entre un nombre de plateformes  $P_i$  supérieur à 2. Ce qui est essentiel c'est qu'au moins deux plateformes qui échangent des coordonnées de cibles puissent être en intervisibilité avec au moins une autre plateforme qui va servir de référence de positionnement de leurs repères respectifs.
- [0064] Ainsi la figure 4 montre un théâtre d'opérations dans lequel les plateformes P1 et P2 sont masquées l'une à l'autre par un bouquet d'arbres A. Ces deux plateformes P1 et P2 peuvent observer une plateforme de référence PR qui est ici un véhicule léger de commandement et non un char.
- [0065] Comme précédemment chaque plateforme P1, P2 observe la plateforme de référence PR à l'aide de ses propres moyens caméra.
- [0066] Chaque plateforme P1 et P2 peut comparer la géométrie de la plateforme de référence PR ainsi observée à un modèle numérique de cette plateforme, qui a été mis dans une mémoire de son moyen de calcul 2.
- [0067] Les algorithmes précédemment décrits permettront de calculer, au niveau de chaque plateforme, la pose, c'est à dire l'orientation et la localisation d'un repère d'orientation  $RP_{vi}$  du moyen caméra 1 associé à la plateforme  $P_i$  qui observe, par rapport au repère maître RM associé à la plateforme de référence PR.
- [0068] Suivant le cas :
- si le moyen caméra 1 est un moyen fixe par rapport à la plateforme considérée, il permettra la localisation du repère (RP1 ou RP2) lié à la plateforme P1 ou P2 par rapport au repère maître RM ;
  - si le moyen caméra 1 est solidaire d'un viseur panoramique, il permettra la localisation d'un repère d'orientation du moyen caméra considéré (RPv1 ou RPv2) par rapport au repère maître RM.
- [0069] Dans l'exemple représenté, c'est la première plateforme P1 qui repère et désigne la cible C. Elle transmet à la deuxième plateforme P2 par ses moyens de communication

3 la pose de son premier repère d'orientation  $RPv1$  de son moyen caméra 1, calculée dans le repère maître  $RM$ , et elle transmet aussi la distance  $\Delta$  entre la cible  $C$  et son moyen caméra 1.

- [0070] La deuxième plateforme  $P2$  qui voit la plateforme de référence  $PR$  peut calculer sa propre orientation par rapport au repère maître  $RM$  et peut en déduire la localisation de la cible  $C$  par rapport à son propre repère  $RP2$ .
- [0071] La deuxième plateforme  $P2$  peut donc engager la cible  $C$  avec son propre système d'arme.
- [0072] Il est ainsi possible de proche en proche de transmettre des coordonnées de cible  $C$  à des plateformes  $Pi$  qui ne sont pas directement en intervisibilité. Il suffit que les plateformes aient au moins une plateforme commune visible.
- [0073] Ainsi la plateforme  $P3$  sur la figure 4 peut recevoir directement de la plateforme  $P1$  les coordonnées de la cible car elle voit aussi la plateforme de référence  $PR$ .
- [0074] Alternativement la plateforme  $P3$  pourrait recevoir les coordonnées de la cible  $C$  transmises par la plateforme  $P2$  avec laquelle elle est en intervisibilité.
- [0075] Lorsque différentes géométries de plateformes sont présentes sur le terrain et pour éviter toute erreur on pourra préciser dans les messages de transmission quel est le type de plateforme considéré, par exemple avec une référence univoque associée au véhicule ami qui est choisi comme plateforme de référence.
- [0076] On notera par ailleurs qu'il n'est pas nécessaire que la plateforme de référence  $PR$  soit elle-même dotée de moyens caméra ou même d'un viseur panoramique. Il suffit que cette plateforme de référence ait sa géométrie mémorisée dans les calculateurs des plateformes ayant à acquérir des cibles et à échanger des informations sur ces dernières.
- [0077] La plateforme de référence joue ainsi le rôle d'un Amer positionné sur le terrain, mais un Amer dont la position n'est pas fixe et peut varier au fil du temps. La fonction de cet Amer est de servir à un instant donné de référence de positionnement relatif entre deux autres plateformes ayant à échanger des coordonnées de cible.
- [0078] On simplifie ainsi la conduite des opérations et on évite d'avoir recours à des moyens de positionnement par satellite ou à des plateformes inertielles.
- [0079] Il est là encore possible de tenir compte des orientations relatives des composants de la plateforme  $PR$  sur le terrain (par exemple la tourelle par rapport au châssis). Le modèle numérique de la plateforme  $PR$  pourra donc être un modèle articulé associant les modèles numériques d'au moins deux sous-ensembles de cette plateforme qui peuvent être orientés dans l'espace les uns par rapport aux autres.
- [0080] Chaque plateforme  $Pi$  calculera alors le modèle numérique global instantané de la plateforme  $PR$  au moment du calcul de la pose du repère de visée  $RPv1$ . C'est la plateforme  $PR$  qui transmettra au préalable, sur demande des différentes plateformes  $Pi$

présentes sur le terrain, les orientations relatives de ses principaux éléments constitutifs (châssis, tourelle, canon) dans le repère de référence PR.

## Revendications

- [Revendication 1] Procédé d'interdésignation de cibles entre une première plateforme (P1) et au moins une autre plateforme (Pi), procédé dans lequel au moins une plateforme comporte un viseur panoramique (5) pivotant autour d'un axe de pointage, viseur doté d'une fonction de désignateur de cible, et comporte également un moyen caméra (1) couplé à un moyen de calcul (2) associé à des moyens de communication (3), moyen caméra (1) assurant une observation de l'espace avec une couverture angulaire de sensiblement 360° autour de la plateforme (P1,Pi), procédé dans lequel on définit un premier repère (RPv1) d'orientation du moyen caméra (1) de la première plateforme (P1) dans l'espace, dit premier repère de visée plateforme (RPv1), procédé dans lequel :
- on observe une autre plateforme (Pi) à l'aide du moyen caméra (1) ;
  - on compare la géométrie de l'autre plateforme (Pi) ainsi observée à un modèle numérique de cette plateforme, qui a été mis dans une mémoire (11) du moyen de calcul (2), pour en déduire la pose, c'est à dire l'orientation et la localisation du premier repère de visée (RPv1) par rapport à un autre repère d'orientation associé à l'autre plateforme (R<sub>Pi</sub>) ;
  - on transmet à une deuxième plateforme (P2) la pose du premier repère (RPv1) d'orientation du moyen caméra (1) par rapport à l'autre repère (R<sub>Pi</sub>) ainsi que la distance entre la cible et le moyen caméra (1) de la première plateforme (P1) ou bien uniquement les coordonnées de la cible dans le repère d'orientation (R<sub>Pi</sub>) de l'autre plateforme (Pi).
- [Revendication 2] Procédé d'interdésignation de cibles selon la revendication 1, procédé dans lequel, il y a au moins deux plateformes en intervisibilité, une première plateforme (P1) ayant un premier repère (RPv1) d'orientation de son moyen caméra (1) et une deuxième plateforme (P2) ayant un deuxième repère plateforme (RP2),
- la première plateforme (P1) calcule la pose de son premier repère (RPv1) d'orientation du moyen caméra (1) dans le deuxième repère plateforme (RP2) ;
  - la première plateforme (P1) transmet à la deuxième plateforme (P2) et par les moyens de communication (3) la pose ainsi calculée ainsi que la distance entre la cible et le moyen caméra (1) de la première plateforme (P1) ou bien uniquement les coordonnées de la cible dans le repère d'orientation (RP2) de la deuxième plateforme (P2).

- [Revendication 3] Procédé d'interdésignation de cibles selon la revendication 1, procédé dans lequel il y a au moins trois plateformes en intervisibilité au moins deux à deux, et dans lequel :
- on choisit parmi les plateformes une plateforme dite de référence (PR) qui est positionnée sur le terrain dans le champ de vision des moyens caméra (1) d'au moins deux autres plateformes (P1,P2) ;
  - on observe la plateforme de référence (PR) à l'aide des moyens caméras (1) des autres plateformes (P1,P2) ;
  - on compare la géométrie de la plateforme de référence (PR) ainsi observée à un modèle numérique de cette plateforme, qui a été mis dans une mémoire (11) du moyen de calcul (2) de chaque autre plateforme (P1,P2), pour en déduire au niveau de chaque plateforme (P1,P2) la pose, c'est à dire l'orientation et la localisation d'un repère d'orientation du moyen caméra associé à la plateforme qui observe (RPv1,RPv2), par rapport à un repère maître (RM) associé à la plateforme de référence (PR) ;
  - la première plateforme (P1) transmet à la deuxième plateforme (P2) et par les moyens de communication (3) la pose du premier repère (RPv1) d'orientation du moyen caméra (1) de la première plateforme (P1) dans le repère maître (RM) ainsi que la distance entre la cible et le moyen caméra (1) de la première plateforme (P1) ou bien uniquement les coordonnées de la cible dans le repère maître (RM).
- [Revendication 4] Procédé d'interdésignation de cibles selon une des revendications 1 à 3, procédé dans lequel le moyen caméra (1) est solidaire d'une platine (7) qui est liée rigidement en gisement au viseur panoramique (5), le pointage en gisement du viseur (5) entraînant donc le suivi de ce pointage par le moyen caméra (1), le moyen caméra (1) étant lui-même monté pivotant en site par rapport à la platine (7), le pivotement en site étant commandé par une motorisation (9) qui assure une recopie automatique du pointage en site du viseur (5), la cible observée par le moyen caméra (1) étant la cible désignée par le viseur panoramique (5) et la distance entre la cible et le moyen caméra (1) étant fournie par le moyen de calcul (2) à partir des informations de désignation données par le viseur panoramique (5).
- [Revendication 5] Procédé d'interdésignation de cibles selon la revendication 4, procédé dans lequel la première plateforme (P1) transmet à la deuxième plateforme (P2) et par les moyens de communication (3) la pose de son premier repère (RPv1) d'orientation du moyen caméra (1) dans le repère

d'orientation de la deuxième plateforme (RP2) ou dans le repère maître (RM) ainsi que la distance entre la cible et le moyen caméra (1) de la première plateforme (P1).

[Revendication 6]

Dispositif de pointage et désignation d'une cible par une première plateforme (P1), dispositif permettant la mise en œuvre du procédé selon une des revendications précédentes et **caractérisé en ce qu'**il comporte :

- un viseur panoramique (5) pivotant autour d'un axe de pointage en gisement, viseur doté d'une fonction de désignateur de cible,
- un moyen caméra (1) couplé à un moyen de calcul (2) associé à des moyens de communication (3), moyen caméra (1) assurant par ailleurs une observation de l'espace avec une couverture angulaire de sensiblement 360° autour de la plateforme ;
- le moyen de calcul (2) incorporant une mémoire (11) dans laquelle est mis en place un modèle numérique d'au moins une autre plateforme (Pi) qui est positionnée sur le terrain dans le champ de vision du moyen caméra (1) de la première plateforme (P1) ;
- le moyen de calcul (2) incorporant des algorithmes permettant de déterminer la pose c'est-à-dire l'orientation et la localisation, par rapport à un repère (Ri) associé à l'autre plateforme (Pi), d'un premier repère (RPv1) d'orientation du moyen caméra (1) de la première plateforme (P1) dans l'espace, dit premier repère de visée plateforme (RPv1) ;
- les moyens de communication (3) permettant de transmettre à une deuxième plateforme (P2) la pose du premier repère (RPv1) d'orientation du moyen caméra (1) par rapport à l'autre repère (Ri) ainsi que la distance entre la cible et le moyen caméra de la première plateforme (P1), ou bien uniquement les coordonnées de la cible dans le repère d'orientation (Ri) de l'autre plateforme (Pi).

[Revendication 7]

Dispositif de pointage et désignation d'une cible selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'une deuxième plateforme (P2) constitue l'autre plateforme (Pi), la pose du premier repère (RPv1) d'orientation du moyen caméra (1) étant déterminée dans le repère d'orientation de la deuxième plateforme (RP2) avant d'être transmises à la deuxième plateforme (P2).

[Revendication 8]

Dispositif de pointage et désignation d'une cible selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'autre plateforme (Pi) est une plateforme de référence (PR) qui se trouve en intervisibilité à la fois avec la première plateforme (P1) et avec une deuxième plateforme (P2), la pose du

- premier repère (RPv1) d'orientation du moyen caméra (1) étant déterminée dans un repère maître (RM) associé à la plateforme de référence (PR) avant d'être transmise à la deuxième plateforme (P2).
- [Revendication 9] Dispositif de pointage et désignation d'une cible selon une des revendications 6 à 8, caractérisé en ce que le modèle numérique d'au moins une autre plateforme (Pi) positionnée sur le terrain est un modèle articulé associant les modèles numériques d'au moins deux sous-ensembles de l'autre plateforme (Pi), chaque sous-ensemble pouvant être orienté dans l'espace par rapport à l'autre sous-ensemble, l'orientation relative des différents sous-ensembles étant transmise à la plateforme (P1) par l'autre plateforme (Pi).
- [Revendication 10] Dispositif de pointage et désignation d'une cible selon une des revendications 6 à 9, caractérisé en ce que le moyen caméra (1) est solidaire d'une platine (7) qui est liée rigidement en gisement au viseur panoramique (5), le pointage en gisement du viseur (5) entraînant donc le suivi de ce pointage par le moyen caméra (1), le moyen caméra (1) étant lui-même monté pivotant en site par rapport à la platine (7), le pivotement en site étant commandé par une motorisation (9) qui assure une recopie automatique du pointage en site du viseur (5), le viseur (5) étant couplé au moyen de calcul (2).
- [Revendication 11] Dispositif de pointage et désignation d'une cible selon la revendication 10, caractérisé en ce que la première plateforme (P1) transmet à la deuxième plateforme (P2) et par les moyens de communication la pose de son premier repère (RPv1) d'orientation du moyen caméra (1) dans le repère d'orientation de la deuxième plateforme (RP2) ou dans le repère maître (RM) ainsi que la distance entre la cible et le moyen caméra (1) de la première plateforme (P1).



[Fig. 1]

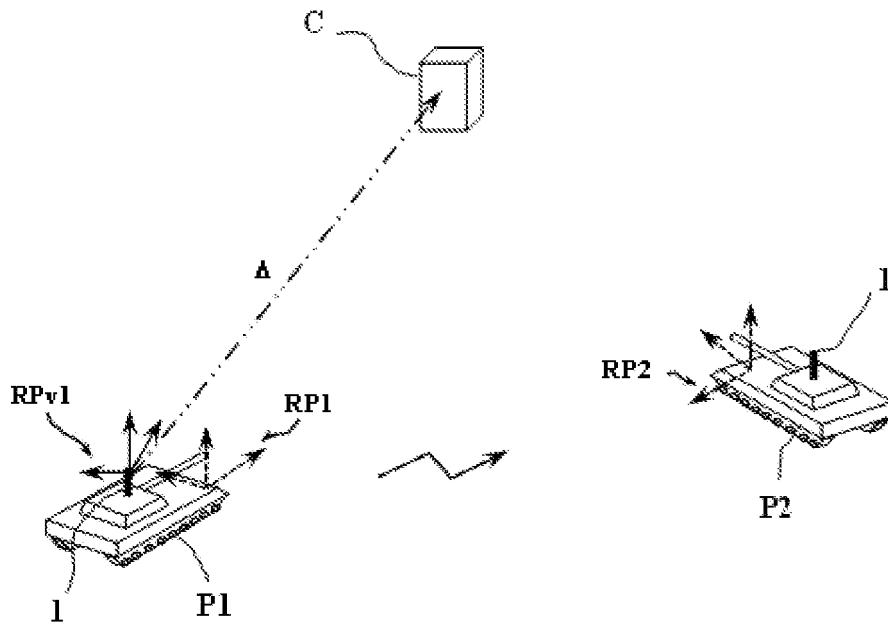


Fig. 1

[Fig. 2]

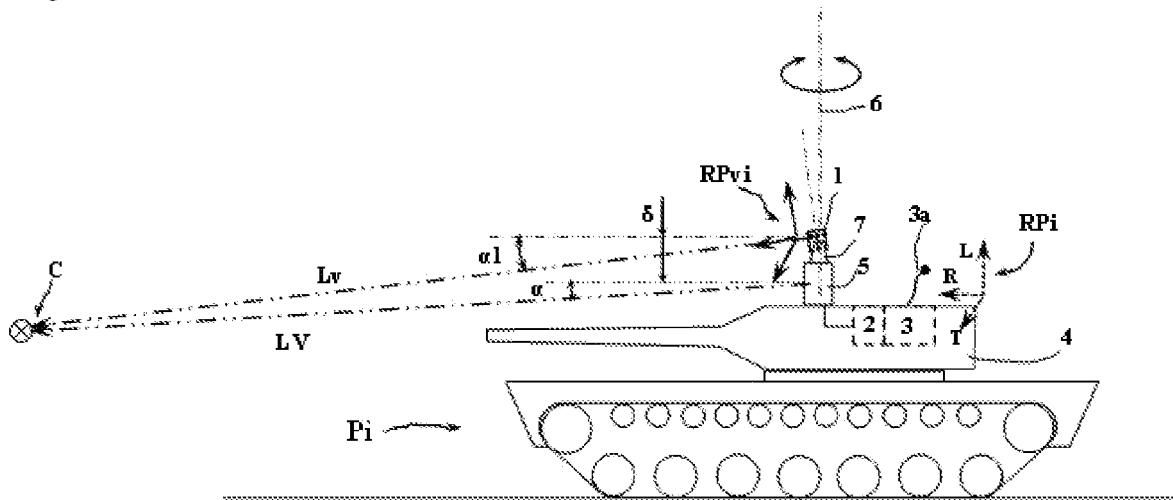


Fig. 2

[Fig. 3]

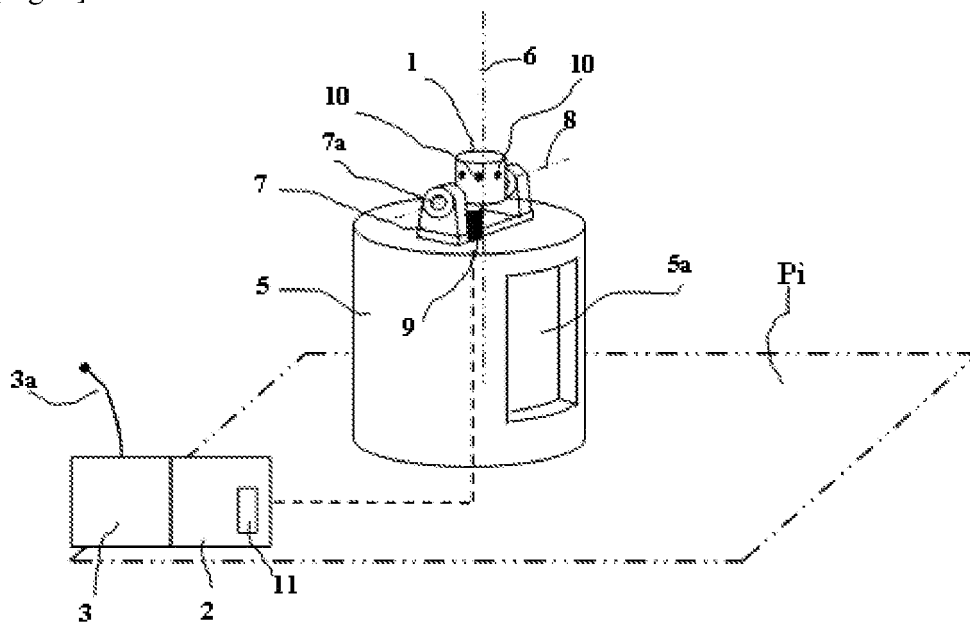


Fig. 3

[Fig. 4]

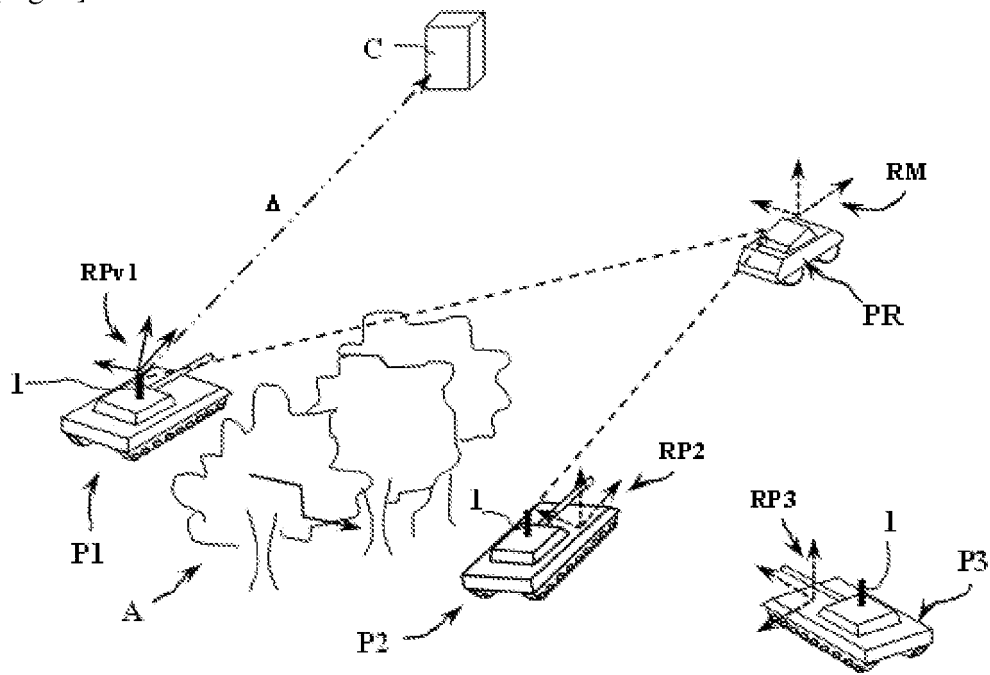


Fig. 4

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement  
national

FA 865428  
FR 1902082

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	SAJAD SAEEDI ET AL: "Multiple-Robot Simultaneous Localization and Mapping: A Review : Multiple-Robot Simultaneous Localization and Mapping", JOURNAL OF FIELD ROBOTICS, vol. 33, no. 1, 1 janvier 2016 (2016-01-01), pages 3-46, XP055493323, US ISSN: 1556-4959, DOI: 10.1002/rob.21620 * abrégé * * Table 1 * * Sections 5.2 et 5.3 *	1-11	G06T7/70 F41G3/00
X	CHUNG SOON-JO ET AL: "A Survey on Aerial Swarm Robotics", IEEE TRANSACTIONS ON ROBOTICS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 34, no. 4, 1 août 2018 (2018-08-01), pages 837-855, XP011688857, ISSN: 1552-3098, DOI: 10.1109/TRO.2018.2857475 [extrait le 2018-08-14] * Section IV *	1,6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G06T
X	DUMOND DANIELLE ET AL: "Coordinating with Humans by Adjustable-Autonomy for Multirobot Pursuit (CHAMP)", UNMANNED SYSTEMS TECHNOLOGY XIV, SPIE, 1000 20TH ST. BELLINGHAM WA 98225-6705 USA, vol. 8387, no. 1, 11 mai 2012 (2012-05-11), pages 1-15, XP060003643, DOI: 10.1117/12.920451 [extrait le 2012-05-15] * abrégé * * figure 2 * * Sections 2.2 and 2.3 *	1,6	
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		25 octobre 2019	Leclercq, Philippe
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

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

FA 865428  
FR 1902082

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 2002/175994 A1 (SAKAKIBARA KUNITERU [JP] ET AL) 28 novembre 2002 (2002-11-28) * le document en entier *	1-11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	WO 2007/086874 A2 (GROBER DAVID EHRLICH [US]) 2 août 2007 (2007-08-02) * le document en entier *	1-11	
A	Kirill Krinkin ET AL: "Modern Multi-Agent SLAM Approaches Survey", Proceedings of the XXth Conference of Open Innovations Association FRUCT, 1 avril 2017 (2017-04-01), pages 617-623, XP055634729, Extrait de l'Internet: URL:https://fruct.org/publications/abstract20/files/Kri.pdf * le document en entier *	1-11	
A	US 2009/078817 A1 (WILLIAMS DARIN S [US]) 26 mars 2009 (2009-03-26) * le document en entier *	1-11	
A	ADRIAN BOEING ET AL: "Cooperative multi-robot navigation and mapping of unknown terrain", ROBOTICS, AUTOMATION AND MECHATRONICS (RAM), 2011 IEEE CONFERENCE ON, IEEE, 17 septembre 2011 (2011-09-17), pages 234-238, XP031974467, DOI: 10.1109/RAMECH.2011.6070488 ISBN: 978-1-61284-252-3 * le document en entier *	1-11	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
25 octobre 2019		Leclercq, Philippe	
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 à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		.....	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

2  
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1902082 FA 865428**

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 **25-10-2019**  
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 2002175994 A1	28-11-2002	AUCUN	
-----			
WO 2007086874 A2	02-08-2007	EP 1897362 A2	12-03-2008
		US 2008034954 A1	14-02-2008
		WO 2007086874 A2	02-08-2007
-----			
US 2009078817 A1	26-03-2009	US 2009078817 A1	26-03-2009
		WO 2010080189 A2	15-07-2010
-----			