

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 06.04.17.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 12.10.18 Bulletin 18/41.

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) : ORANGE Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : VARELA SANTANA THOMAS et MAR-
TINEZ LOPEZ SOFIA.

73 Titulaire(s) : ORANGE Société anonyme.

74 Mandataire(s) : ORANGE/IMT/OLPS/IPL/PAT.

54 PROCÉDES ET DISPOSITIFS DE CARTOGRAPHIE FLOTTANTE D'UN GROUPE DE MOBILES.

57 L'invention concerne un procédé de cartographie flot-
tante à partir des positions relatives de terminaux mobiles
synchronisés appartenant à un groupe.

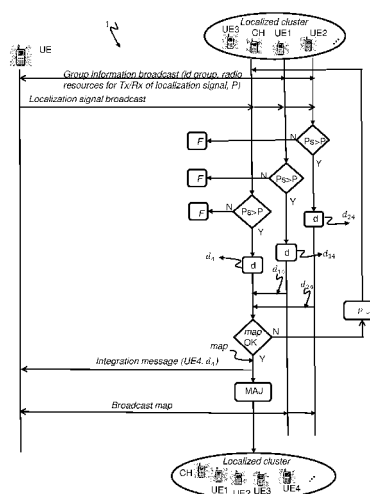
Selon l'invention, le procédé (1) comprend :

diffusion par un terminal (CH) créateur du groupe d'un
signal D2D d'information sur le groupe,

- diffusion par un terminal mobile candidat (UE) à faire
partie du groupe d'un signal D2D de localisation,

- estimation par chacun d'au moins trois des terminaux
du groupe d'une distance entre ce terminal du groupe et le
terminal candidat à partir du signal D2D de localisation reçu,
cette distance définissant un cercle de positions relatives
possibles du terminal candidat autour du terminal du
groupe,

- détermination d'une position relative du terminal candi-
dat sur la carte flottante effectuée par recherche d'intersec-
tions des cercles de positions relatives autour des au moins
trois terminaux, le terminal candidat faisant partie du groupe
si la recherche permet de déterminer la position relative du
terminal candidat.



Procédés et dispositifs de cartographie flottante d'un groupe de mobiles

Domaine de l'invention

Le domaine de l'invention est celui de la localisation de terminaux de télécommunications mobiles et plus généralement de dispositifs de télécommunications mobiles.

5 L'invention se rapporte plus particulièrement aux techniques de cartographie de mobiles. L'invention trouve notamment des applications dans les domaines suivants :

- environnement : l'invention permet d'obtenir par exemple une cartographie de capteurs de polluants répartie sur une nappe de pétrole, cette carte renseignant sur la nappe elle-même,
- réalité virtuelle et interaction : l'invention permet d'obtenir une cartographie de capteurs
- 10 répartis dans l'environnement qui va être utilisée pour interagir avec la réalité virtuelle,
- automobile : l'invention permet d'obtenir une cartographie de véhicules dans lesquels sont disposés des dispositifs de télécommunications mobiles.

Les capteurs, dispositifs et mobiles considérés pour la localisation et la cartographie sont dotés de moyens de télécommunications mobiles. Par la suite, le terme terminal couvre aussi bien

15 un tel capteur, qu'un téléphone mobile, smartphone, i.e. tout dispositif apte à communiquer avec un réseau d'accès de télécommunications mobiles.

Art antérieur

[1] se rapporte à la localisation de nœuds sans fil dans un réseau distribué ad-hoc. L'évolution d'un tel réseau repose sur la capacité à établir des informations sur la localisation des

20 nœuds. Les auteurs décrivent un algorithme basé sur les coordonnées a priori de quelques nœuds localisés dits ancrés et sur la mesure de distance entre paires de nœuds. Les auteurs supposent qu'il y a au moins quatre nœuds ancrés dont les coordonnées sont connues a priori. L'algorithme détermine les positions de nœuds voisins des nœuds ancrés et propage cette connaissance de positionnement à des nœuds distants des nœuds ancrés établissant ainsi une cartographie du réseau.

25 Les distances sont estimées en mesurant la force du signal reçu (RSS: Received Signal Strength). Une telle estimation souffre d'une certaine inexactitude lorsque des obstacles entre l'émetteur et le récepteur affectent le signal transmis et diminuent la puissance reçue ; la distance estimée est alors plus grande qu'elle n'est en réalité. La puissance RSS est en outre très sensible aux effets multi-trajets (multi-path), aux phénomènes d'évanouissement (fading) et aux interférences. L'algorithme

30 nécessite impérativement la connaissance des positions de quatre nœuds ancrés. Et à chaque fois qu'un nouveau nœud veut rejoindre le réseau, l'algorithme utilise tous les nœuds cartographiés pour déterminer la distance du nouveau nœud aux nœuds du réseau. Ce déroulement conduit à beaucoup d'estimations de distances et à beaucoup de signaux transmis pour estimer ces distances.

Exposé de l'invention

35 L'invention propose un procédé de cartographie flottante à partir des positions relatives de terminaux mobiles synchronisés appartenant à un groupe.

Plus particulièrement, l'invention a pour objet un procédé de cartographie flottante à partir

des positions relatives de terminaux mobiles synchronisés appartenant à un groupe, les positions relatives des terminaux du groupe formant une carte flottante et le groupe comprenant initialement un nombre minimum de quatre terminaux pour initialiser une carte en deux dimensions. Le procédé utilise uniquement des signaux de télécommunication de terminal à terminal dits signaux D2D pour

- 5 mettre à jour le groupe et les positions relatives des terminaux du groupe. Le procédé comprend :
- diffusion par un terminal créateur du groupe d'un signal D2D d'information sur le groupe,
 - diffusion par un terminal mobile candidat à faire partie du groupe d'un signal D2D de localisation,
 - estimation par chacun d'au moins trois des terminaux du groupe d'une distance entre ce
 - 10 terminal du groupe et le terminal candidat à partir du signal D2D de localisation reçu, cette distance définissant un cercle de positions relatives possibles du terminal candidat autour du terminal du groupe,
 - recherche d'une ou plusieurs intersections des cercles de positions relatives autour des au moins trois terminaux pour déterminer si le terminal candidat fait partie du groupe et pour
 - 15 déterminer la position relative du terminal candidat sur la carte flottante.

Dès que le groupe comprend au moins quatre terminaux, respectivement six, une carte flottante en deux dimensions, respectivement en trois dimensions, peut être initialisée et ultérieurement enrichie de la localisation d'autres terminaux.

20 Contrairement à l'art antérieur, il n'y a aucune obligation que les quatre terminaux initiaux soient des terminaux ancrés ; le procédé s'affranchit de la nécessité de connaître la position de nœuds ancrés.

La carte est dite flottante car elle n'est pas ancrée à une localisation géographique absolue, elle est uniquement formée des positions relatives entre les terminaux mobiles du groupe sans qu'aucun ancrage à une localisation géographique absolue ne soit nécessaire.

25 Selon le procédé proposé, les positions relatives des terminaux du groupe forment la carte flottante. Ce procédé permet ainsi d'obtenir une cartographie des terminaux du groupe.

L'estimation de distance peut être effectuée par exemple en mettant en œuvre une technique « ToA » (Time of Arrival) ou une technique « DToA » (Difference of Time of Arrival). Les techniques ToA utilisent une mesure du temps de propagation τ_i entre un terminal de

30 référence et le terminal à localiser pour en déduire la distance correspondante $c\tau_i$ avec c la vitesse de propagation de l'onde. La répétition de la mesure pour plusieurs terminaux de référence synchronisés entre eux permet d'obtenir une localisation du terminal relative aux terminaux de référence.

Les techniques « DToA » mesurent des écarts de temps relatifs entre les terminaux, par

35 rapport à un terminal de référence commun aux autres terminaux de référence. Il est en effet nécessaire que la référence de temps soit commune. Ainsi, la position relative des terminaux s'effectue par estimation des temps de propagation relatifs des ondes d'un terminal à localiser aux

terminaux de référence et nécessite au moins trois terminaux de référence différents, synchronisés entre eux, pour procéder à une localisation à deux dimensions, correspondant à l'intersection du lieu des points associés à chaque temps de propagation.

Le procédé permet ainsi de déterminer une carte flottante en l'absence de connaissance de la localisation géographique absolue d'aucun des terminaux mobiles. Cette particularité permet une utilisation à l'intérieur de bâtiments dans des environnements où le positionnement GPS ou équivalent (par exemple Iridium) n'est pas toujours accessible. Son utilisation s'affranchit d'un système satellitaire dont l'accès peut être contrôlé, restreint, voire interdit. Le procédé peut s'utiliser en l'absence de couverture d'un réseau d'accès mobile car seul des signaux D2D sont nécessaires. Bien entendu, un réseau d'accès mobile peut être utile mais n'est pas nécessaire pour synchroniser en temps et en fréquence les terminaux. Si un réseau d'accès est présent et qu'il n'y a pas de terminal créateur, la station de base peut éventuellement jouer le rôle du mobile créateur de la carte flottante.

Le procédé ne nécessite pas de mesure d'angle d'arrivée d'un signal ni ne repose sur des signaux acoustiques.

Selon un mode de réalisation particulier, le groupe comprend en outre initialement au moins deux autres terminaux, le nombre minimum étant de six terminaux pour initialiser une carte en trois dimensions. Le procédé est tel qu'au moins un quatrième terminal du groupe estime une distance entre ce terminal et le terminal candidat à partir du signal D2D de localisation reçu et est tel que la détermination d'une position relative du terminal candidat est effectuée par recherche d'intersections de sphères de positions relatives possibles du terminal candidat autour des au moins quatre terminaux, chaque sphère étant définie par la distance entre un des au moins quatre terminaux et le terminal candidat.

Ce mode permet de déterminer une carte flottante en trois dimensions. Une cartographie en trois dimensions présente particulièrement un intérêt pour une utilisation dans un contexte où les terminaux ne sont pas dans un même plan. Par exemple, les terminaux sont disposés dans un bâtiment à plusieurs niveaux.

Selon un mode de réalisation particulier, l'initialisation du groupe par un terminal mobile créateur comprend les étapes :

- diffusion par le terminal créateur d'un signal D2D d'information sur le groupe,
- diffusion par un terminal mobile candidat à faire partie du groupe d'un signal D2D de localisation,
- estimation par les terminaux du groupe de distances entre ces terminaux et le terminal candidat à partir du signal D2D de localisation reçu, chaque distance définissant un cercle ou une sphère de positions relatives possibles du terminal candidat autour d'un terminal du groupe,
- recherche d'une ou plusieurs intersections des cercles ou sphères de positions relatives

pour déterminer si le terminal candidat fait partie du groupe,

- diffusion par le terminal créateur d'un signal D2D d'appartenance au groupe du terminal candidat uniquement si la recherche d'intersections permet de déterminer la position relative du terminal candidat.

5 Selon ce mode, le procédé est tel que les étapes d'estimation, de détermination d'une position et de diffusion d'un signal d'appartenance au groupe sont itérées tant que le nombre minimum n'est pas atteint et est tel qu'à chaque itération les terminaux du groupe autre que le terminal créateur transmettent à ce terminal leur distance estimée.

10 Selon un mode de réalisation particulier, l'estimation d'une distance par un terminal du groupe nécessite que le signal D2D de localisation reçu par ce terminal dépasse un seuil dont la valeur courante est prise égale à une première valeur déterminée.

Ainsi, en-dessous du seuil, il est considéré selon ce mode que le signal de localisation reçu n'est pas fiable et qu'il ne peut pas permettre d'estimer une distance précise. Ce mode de réalisation permet d'éviter des calculs inutiles et donc de gérer efficacement l'énergie dépensée par
15 les terminaux.

Selon un mode de réalisation particulier, le terminal créateur recevant de chaque terminal du groupe ayant pu estimer une distance cette distance estimée, le procédé est tel que si la recherche d'intersections permet de déterminer la position relative du terminal candidat et que le nombre de distances estimées reçues est supérieur à un nombre minimum de distances nécessaires
20 alors le terminal créateur détermine une nouvelle valeur supérieure à la valeur courante du seuil et la valeur courante du seuil est prise égale à cette nouvelle valeur.

Ainsi, un des terminaux du groupe est dit créateur car à l'origine de la création du groupe. Il réceptionne les distances estimées par les autres terminaux du groupe et recherche une interception des cercles ou sphères des positions relatives possibles du terminal candidat autour des
25 terminaux. Lorsque les distances reçues sont en nombre suffisant et permettent de résoudre un système d'équations définissant une intersection ou plusieurs intersections des cercles ou sphères, la carte est enrichie avec la position relative du terminal candidat.

Le terminal créateur compare alors le nombre de distances reçues avec le nombre minimum de distances nécessaire. Si le nombre de distances reçues est supérieur au nombre minimum,
30 l'augmentation du seuil va permettre de faire varier le nombre de distances estimées reçues. Ceci permet de gérer efficacement l'énergie totale dépensée par les terminaux. Si au contraire le nombre de distances reçues est inférieur au nombre minimum ou si une application utilisant la carte flottante a besoin d'une plus grande précision dans la localisation, la diminution du seuil va permettre d'augmenter le nombre de distances estimées reçues. Plus le nombre de distances
35 estimées reçues est important, plus la précision peut être augmentée car la redondance des données va compenser les éventuelles erreurs de mesure.

L'invention a en outre pour objet un terminal mobile dit créateur comprenant :

- un processeur pour déterminer un signal D2D d'information sur un groupe de terminaux comprenant le terminal créateur dont les positions relatives déterminent une carte flottante,
- un émetteur pour diffuser le signal D2D d'information,
- 5 - un récepteur pour recevoir un signal D2D de localisation diffusé par un terminal mobile candidat à faire partie du groupe,
- un processeur pour estimer une distance entre le terminal créateur et le terminal candidat à partir du signal D2D de localisation reçu, cette distance définissant un cercle ou une sphère de positions relatives possibles du terminal candidat,
- 10 - un récepteur pour recevoir une distance estimée entre un terminal du groupe autre que le terminal créateur et le terminal candidat à partir du signal D2D de localisation reçu, cette distance définissant un cercle ou une sphère de positions relatives possibles du terminal candidat autour du terminal du groupe,
- un processeur pour rechercher une ou des intersections des cercles ou sphères de positions
- 15 relatives autour d'au moins trois terminaux du groupe et déterminer si le terminal candidat fait partie du groupe et déterminer la position relative du terminal sur la carte flottante.

Un tel terminal peut bien sûr comporter différentes caractéristiques relatives au procédé de cartographie flottante selon l'invention qui peuvent être combinées ou prises isolément. Ainsi, les

20 caractéristiques et avantages de ce terminal sont les mêmes que ceux du procédé de cartographie flottante et ne sont donc pas détaillés plus amplement.

L'invention a en outre pour objet un système de terminaux mobiles synchronisés formant un groupe mettant en œuvre un procédé de cartographie flottante à partir des positions relatives des terminaux mobiles du groupe, les positions relatives des terminaux du groupe formant une carte

25 flottante, le groupe comprenant initialement un nombre minimum de quatre terminaux pour initialiser une carte en deux dimensions, le procédé utilisant uniquement des signaux de télécommunication de terminal à terminal dits signaux D2D pour mettre à jour le groupe et les positions relatives des terminaux du groupe. Le système est tel que le groupe comprend :

- un terminal dit créateur pour diffuser un signal D2D d'information sur le groupe,
- 30 - un terminal mobile candidat à faire partie du groupe pour diffuser un signal D2D de localisation à réception du signal d'information sur le groupe,
- au moins trois terminaux pour estimer chacun une distance entre ce terminal et le terminal candidat à partir du signal D2D de localisation reçu, cette distance définissant un cercle de positions relatives possibles autour du terminal du groupe et
- 35 tel que le terminal créateur est apte à rechercher une ou plusieurs intersections des cercles de positions relatives autour des au moins trois terminaux pour déterminer si le terminal candidat fait partie du groupe et pour déterminer une position relative du terminal candidat sur la carte flottante.

L'invention a en outre pour avantage qu'un terminal ne peut pas mentir sur sa localisation puisque cette dernière est déterminée à partir de mesures effectuées par d'autres terminaux et non pas déterminées à partir de coordonnées fournies par ce terminal. L'invention bénéficie donc d'une sécurité distribuée qui renforce l'exactitude de la carte flottante.

5 Un procédé de cartographie flottante selon l'invention peut être implémenté sous la forme d'un ou plusieurs circuits intégrés numériques ou analogiques, ou dans un ou plusieurs composants électroniques de type processeur par exemple un microprocesseur, un FPGA. Ainsi, l'algorithme de cartographie flottante selon l'invention peut être mis en œuvre de diverses manières, notamment sous forme câblée ou sous forme logicielle.

10 L'invention propose ainsi une nouvelle technique de cartographie flottante pour obtenir simplement une carte des positions relatives de terminaux mobiles appartenant à un groupe.

Dans encore un autre mode de réalisation, l'invention concerne un ou plusieurs programmes d'ordinateur comportant des instructions pour la mise en œuvre d'un procédé de cartographie flottante tels que décrits précédemment, lorsque le ou les programmes sont exécutés
15 par un processeur d'un ou plusieurs terminaux mobiles appartenant au groupe ou voulant appartenir au groupe. De tels programmes peuvent être stockés sur un support d'information.

Liste des figures

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante de modes de réalisation particuliers, donnés à titre de simples
20 exemples illustratifs et non limitatifs, et des dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 est un schéma illustrant une méthode ToA d'estimation de distances entre des terminaux du groupe et un terminal candidat et illustrant une méthode de triangulation,
- la figure 2 est un schéma représentant des étapes d'une phase d'initialisation d'un procédé selon l'invention,
- 25 - la figure 3 est un schéma illustrant une zone d'incertitude de la position relative d'un terminal candidat à appartenir au groupe,
- la figure 4 un schéma représentant les étapes principales d'un mode de réalisation d'un procédé selon l'invention,
- la figure 5 est un schéma simplifié d'un terminal créateur selon l'invention.

30 Description de modes de réalisation de l'invention

Le procédé de cartographie flottante selon l'invention détermine une carte qui comprend les positions relatives des terminaux qui appartiennent à un groupe. Ces positions relatives sont déterminées en exploitant une estimation des distances entre ces terminaux. L'estimation d'une distance entre deux terminaux illustrée par la figure 1 peut être effectuée selon différentes
35 méthodes, par exemple une technique ToA.

Le principe d'estimation d'une distance entre un premier terminal et un second terminal à partir d'une technique ToA (Time of Arrival) consiste à mesurer l'intervalle de temps $\delta\tau$ entre le

signal émis sous la forme d'un Dirac par le premier terminal et le signal correspondant reçu par le second terminal. L'intervalle de temps $\delta\tau_i$ correspond au délai de propagation du signal entre l'émetteur T_i et le récepteur M ou entre l'émetteur M et le récepteur T_i . La vitesse de propagation étant celle de la lumière, la mesure de $\delta\tau_i$ permet de calculer la distance $d_i = c\delta\tau_i$ séparant les terminaux M et T_i .

La précision de la mesure de $\delta\tau$ est liée à la capacité du terminal récepteur à estimer avec précision l'instant d'arrivée du signal en ligne directe (LOS: line-of-sight). La présence de bruit additif au signal reçu et de trajets multiples peuvent rendre l'estimation ardue. Pour améliorer la précision de l'estimation, un moyen consiste à utiliser un signal ultra large bande (UWB : Ultra Wide Band) comme décrit par [2]. Un signal est considéré ultra large bande UWB si le rapport entre sa bande et sa fréquence centrale est plus grand que 0,2 ou si c'est un signal multi bandes avec une largeur totale de bande supérieure à 500MHz.

Lors d'une phase d'initialisation illustrée par l'organigramme de la figure 2, le procédé détermine une carte flottante initiale. Cette carte initiale nécessite un groupe d'au moins quatre terminaux pour une cartographie selon deux dimensions (carte 2D) et d'au moins six terminaux pour une cartographie selon trois dimensions (carte 3D).

Un terminal est dit créateur en ce qu'il initialise la création du groupe *Localized cluster* de terminaux dont les positions relatives forment la carte initiale.

A l'initialisation, le terminal créateur *CH* est le seul terminal du groupe. Le terminal *CH* diffuse un message d'information *Group information broadcast (id group, radio resources for Tx/Rx of localization signal, P)* sur le groupe. Cette diffusion se fait au moyen d'un signal de télécommunication de terminal à terminal dit D2D c'est-à-dire sans être relayé par une station de base. Le message *Group information broadcast* comprend un identifiant *id group* du groupe *Localized cluster*, une identification *radio resources for Tx/Rx of localization signal* des ressources radio pour l'émission et la réception d'un signal de localisation et une valeur seuil *P* pour une puissance reçue d'un signal de localisation provenant d'un terminal extérieur au groupe, le seuil étant destiné à être utilisé par les terminaux du groupe.

Si un terminal *UE* qui n'appartient pas au groupe *Localized cluster* reçoit le message *Group information broadcast* du terminal créateur *CH* et veut intégrer le groupe, il diffuse en retour vers le terminal *CH* du groupe un signal de localisation *Localization signal broadcast*.

Le terminal *CH* du groupe qui reçoit le signal de localisation *Localization signal broadcast* émit par le terminal *UE* estime la distance d avec ce terminal *UE* si la puissance reçue P_s dépasse le seuil P . Si la puissance reçue P_s ne dépasse pas le seuil P alors aucun traitement F n'est possible. Après avoir estimé la distance d , le terminal *CH* envoie un message d'intégration *Integration message* au groupe au terminal *UE* en lui attribuant un identifiant *UE1 (UE dedicated number)*. Après intégration au groupe et pour les besoins d'illustration, la distance entre le terminal

CH et le terminal $UE1$ est notée d_1 . Le groupe est ainsi constitué des terminaux CH et $UE1$ et le terminal CH a connaissance de la distance d_1 .

Un terminal qui appartient au groupe écoute les signaux de location *Localization signal broadcast* destinés au groupe.

5 Le terminal créateur CH peut éventuellement diffuser de nouveau un message d'information sur le groupe.

Si un terminal UE qui n'appartient pas encore au groupe reçoit ce message ou le précédent message du terminal créateur CH et veut intégrer le groupe, il diffuse en retour vers les terminaux CH , $UE1$ du groupe un signal de localisation. Si la puissance reçue par le terminal $UE1$ dépasse le seuil alors ce terminal estime la distance au terminal UE et la transmet au terminal créateur CH . Si la puissance reçue par le terminal CH dépasse le seuil alors ce terminal estime la distance d au terminal UE . Après avoir estimé la distance au terminal UE et avoir reçu la distance transmise par le terminal $UE1$, le terminal CH envoie un message d'intégration au groupe au terminal UE en lui attribuant un identifiant, $UE2$. Après intégration au groupe et pour les besoins d'illustration, la distance entre le terminal CH et le terminal $UE2$ est notée d_2 et la distance entre le terminal $UE1$ et le terminal $UE2$ est notée d_{12} . Le groupe est ainsi constitué des terminaux CH , $UE1$ et $UE2$ et le terminal CH a connaissance des distances d_1 , d_2 et d_{12} .

Le terminal CH tente de créer la carte initiale à partir des distances d_1 , d_2 et d_{12} qu'il connaît. Compte tenu qu'aucune position absolue n'est déterminée ou connue, la carte flottante ne peut pas être initialisée à partir de seulement trois terminaux.

Le terminal créateur CH peut éventuellement diffuser de nouveau un message d'information sur le groupe. Si un terminal UE qui n'appartient pas encore au groupe reçoit ce message ou un précédent message du terminal créateur CH et veut intégrer le groupe, il diffuse en retour vers les terminaux CH , $UE1$, $UE2$ du groupe un signal de localisation. Si la puissance reçue par le terminal $UE1$, $UE2$ dépasse le seuil alors ce terminal estime la distance au terminal UE et la transmet au terminal créateur CH . Si la puissance reçue par le terminal créateur CH dépasse le seuil alors ce terminal estime la distance d au terminal UE . Après avoir estimé la distance au terminal UE et avoir reçu les distances transmises respectivement par les terminaux $UE1$ et $UE2$, le terminal créateur CH envoie un message d'intégration au groupe au terminal UE en lui attribuant un identifiant, $UE3$. Après intégration au groupe et pour les besoins d'illustration, la distance entre le terminal CH et le terminal $UE3$ est notée d_3 , la distance entre le terminal $UE1$ et le terminal $UE3$ est notée d_{13} et la distance entre le terminal $UE2$ et le terminal $UE3$ est notée d_{23} . Le groupe est ainsi constitué des terminaux CH , $UE1$, $UE2$ et $UE3$ et le terminal créateur CH a connaissance des distances d_1 , d_2 , d_{12} , d_3 , d_{13} , d_{23} .

35 Le terminal créateur CH tente de créer MAP la carte flottante initiale à partir des distances d_1 , d_2 , d_{12} , d_3 , d_{13} , d_{23} qu'il connaît. La carte flottante initiale est formée des positions relatives

des terminaux CH , $UE1$, $UE2$ et $UE3$ du groupe que le terminal créateur CH a pu déterminer à partir de ces distances $d_1, d_2, d_{12}, d_3, d_{13}, d_{23}$.

En effet, à partir d'un groupe de seulement quatre terminaux et de la connaissance de six distances entre ces terminaux, le procédé peut déterminer la carte flottante initiale dans un système de coordonnées (x, y) orthogonales dont l'origine est prise identique à la position d'un des quatre terminaux du groupe. Ceci peut être considéré comme un théorème (théorème 1), sa preuve est donnée en annexe A.

Chaque distance entre deux terminaux UEi et UEj est associée à une équation de la forme :

$$d_{ij} = \sqrt{(y_j - y_i)^2 + (x_j - x_i)^2}.$$

Avec six distances, on a donc six équations pour quatre terminaux avec huit inconnues ; les coordonnées (x_i, y_i) de chaque terminal UEi . En considérant que le système de coordonnées a pour origine le terminal CH créateur du groupe de coordonnées $(0,0)$ alors le système de six équations ne contient plus que six inconnues, il peut donc théoriquement être résolu et la carte peut être créée.

Si la carte flottante initiale est selon trois dimensions (carte 3D), sa formation nécessite six terminaux dans le groupe et la connaissance par le terminal créateur CH de quinze distances. Avec quinze distances, on a donc quinze équations pour six terminaux avec dix-huit inconnues, les coordonnées (x_i, y_i, z_i) de chaque terminal UEi . En considérant que le système de coordonnées a pour origine le terminal créateur CH du groupe de coordonnées $(0,0,0)$ alors le système de quinze équations ne contient plus que quinze inconnues, il peut donc théoriquement être résolu et la carte peut être créée.

Une fois que la carte initiale *map* est déterminée, le terminal créateur CH la diffuse dans un message *Broadcast map* aux terminaux du groupe *Localized cluster*.

L'intégration d'un nouveau terminal UE dans le groupe nécessite alors uniquement l'implication de trois terminaux CH , $UE1$, $UE2$ (carte 2D) ou de quatre terminaux (carte 3D) du groupe pour obtenir la position relative du nouveau terminal. Et la position relative d'un nouveau terminal UE peut être déterminée par triangulation. Le principe de triangulation est illustré par la figure 1.

Dans un plan à deux dimensions, un terminal M est localisé en considérant l'intersection de trois cercles de rayon : $d_i = c\delta\tau_i$. La localisation du terminal M nécessite l'émission de trois signaux issus de trois terminaux $T1$, $T2$, $T3$ différents synchronisés entre eux ou de manière réciproque la réception par les trois terminaux $T1$, $T2$, $T3$ du même signal émis par le terminal M . A chaque intervalle de temps δt_i correspondant au délai de propagation du signal entre l'émetteur Tj et le récepteur M est associé un rayon $d_j = c\delta\tau_j$ de Cercle C_j centré sur le terminal Tj .

Comme illustré par la figure 3 dans le cas 2D, le procédé peut tenir compte d'une marge e d'incertitude sur l'estimation des distances. La marge d'incertitude sur chaque estimation de

distance se traduit par une zone d'incertitude dans laquelle peut se trouver la position relative du terminal.

Le déroulement du procédé est illustré par l'organigramme de la figure 4.

Le terminal créateur *CH* diffuse un message d'information *Group information broadcast* sur le groupe *Localized cluster*. Cette diffusion se fait au moyen d'un signal direct dit D2D c'est-à-dire sans être relayé par une station de base. Le message comprend un identifiant *id group* du groupe, une identification *radio resources for Tx/Rx of localization signal* des ressources radio pour l'émission et la réception d'un signal de localisation et une valeur seuil *P* sur une puissance reçue d'un signal de localisation provenant d'un terminal. Les terminaux *UE1*, *UE2* appartenant déjà au groupe et les terminaux *UE* n'appartenant pas encore au groupe peuvent exploiter le signal reçu.

Si un terminal *UE* qui n'appartient pas encore au groupe *Localized cluster* reçoit le message du terminal créateur *CH* et veut intégrer le groupe, il diffuse en retour vers les terminaux *CH*, *UE1*, *UE2*, *UE3* du groupe un signal de localisation *Localization signal broadcast*.

Un terminal *CH*, *UE1*, *UE2* du groupe qui reçoit ce signal estime la distance d_4 , d_{14} , d_{24} avec ce terminal *UE* si la puissance reçue P_s dépasse le seuil *P*. En dessous du seuil *P*, le signal reçu est considéré comme non fiable, aucun traitement *F* n'est possible et le terminal du groupe n'effectue pas d'estimation de distance. Si un terminal *UE1*, *UE2* du groupe estime la distance d_{14} , d_{24} au terminal *UE*, il la communique au terminal créateur *CH*.

Le principe d'estimation de distance par triangulation appliqué au procédé selon l'invention revient donc dans le cas d'une carte 2D à résoudre un système de trois équations à trois inconnues :

$$d_{ij} = \sqrt{(y_j - y_i)^2 + (x_j - x_i)^2} \text{ avec } (x_j, y_j) \text{ les coordonnées relatives connues de chacun}$$

des trois terminaux du groupe et (x_i, y_i) les coordonnées relatives du terminal *UE* à localiser. Pour une carte 2D, l'ajout du nouveau terminal *UE* nécessite donc uniquement d'estimer trois distances par trois terminaux *CH*, *UE1*, *UE2* du groupe.

Ainsi, pour $n > 4$, l'obtention de la carte flottante 2D nécessite uniquement la connaissance de :

$$6 + 3(n - 4)(< C_n^2 = \frac{n(n-1)}{2}) \text{ distances avec } n \text{ le nombre de terminaux dans le groupe,}$$

cette relation est démontrée par récurrence en annexe A (corollaire 1).

Pour une carte 3D, l'ajout d'un nouveau terminal nécessite uniquement d'estimer quatre distances par quatre terminaux du groupe. Ainsi, pour $n > 6$, l'obtention de la carte flottante 3D nécessite la connaissance de :

$$15 + 4(n - 6)(< C_n^2 = \frac{n(n-1)}{2}) \text{ distances avec } n \text{ le nombre de terminaux dans le groupe.}$$

Un avantage du procédé est que l'ajout d'un nouveau terminal *UE* à la carte flottante ne nécessite pas d'estimer toutes les distances avec tous les terminaux du groupe. En effet, le seuil *P*

est un moyen pour limiter le nombre de distances estimées et éviter ainsi des calculs inutiles. Ce seuil permet d'estimer les distances associées aux signaux les plus forts donc les moins perturbés.

Après avoir estimé la distance au terminal *UE* et avoir reçu les distances transmises respectivement par les terminaux *UE1* et *UE2* du groupe, le terminal créateur *CH* vérifie la cohérence des distances entre elles i.e. s'il peut résoudre le système d'équations.

Si le terminal créateur peut déterminer la localisation du terminal *UE* et enrichir la carte flottante avec cette localisation alors il envoie un message d'intégration au groupe au terminal *UE* en lui attribuant un identifiant, *UE4*.

Le terminal créateur *CH* ajoute MAJ à la carte flottante la position relative du terminal *UE* à partir des distances d_4, d_{14}, d_{24} qu'il connaît. La carte flottante est formée des positions relatives des terminaux du groupe, soit selon l'illustration la carte flottante initiale, auxquelles est ajoutée la position relative du terminal *UE* que le terminal créateur *CH* a pu déterminer à partir des distances d_4, d_{14}, d_{24} .

Le groupe est ainsi constitué des terminaux *CH, UE1, UE2, UE3* et *UE4* et le terminal créateur *CH* a connaissance des distances $d_1, d_2, d_{12}, d_3, d_{13}, d_{23}, d_4, d_{14}$ et d_{24} .

Une fois que la carte *map* est déterminée, le terminal créateur *CH* la diffuse dans un message *Broadcast map* aux terminaux du groupe *Localized cluster*.

Si une estimation de distance est erronée ou bien lorsque la marge e d'incertitude n'est pas suffisante, le système d'équations peut ne pas être résolu. Compte tenu que la détermination de la position relative du terminal *UE* ne nécessite l'intervention que de trois terminaux du groupe, toute autre distance estimée par un autre terminal du groupe est étiquetée comme redondante et ignorée dans un premier temps. Mais lorsque le système d'équations ne peut pas être résolu alors le terminal créateur *CH* peut prendre en compte une distance redondante, par exemple estimée par le terminal *UE3* pour déterminer un nouveau système d'équations. Le terminal créateur *CH* peut ainsi exploiter les différentes distances redondantes jusqu'à obtenir un nouveau système d'équations pouvant être résolu.

Comme démontré en Annexe A (corollaire 2), dans le cas où le système d'équations ne peut être résolu, le procédé dispose de $n - 4$ distances redondantes pour déterminer la position relative du terminal *UE*. Dans le cas d'une cartographie 3D, le procédé dispose de $n - 6$ distances redondantes pour déterminer la position relative du terminal *UE*.

Si aucun nouveau système d'équations ne peut être résolu, le procédé peut alors diminuer $P \downarrow$ le seuil P de comparaison de la puissance reçue avant une nouvelle émission d'un message d'information *Group information broadcast (id group, radio resources for Tx/Rx of localization signal, P)* sur le groupe pour tenter d'obtenir d'autres signaux exploitables et ainsi obtenir des estimations de distances plus fiables.

La figure 5 illustre la structure simplifiée d'un terminal créateur selon l'invention.

Un terminal créateur *CH* d'une cartographie flottante d'un groupe de terminaux selon l'invention comprend un processeur μ P, une mémoire de masse MEM, une mémoire rapide pour le chargement d'un programme Pg, un émetteur/récepteur EM/RE piloté par le processeur, une antenne ANT d'émission et de réception d'un signal. L'activation du procédé de cartographie selon l'invention déclenche le chargement des instructions de code du programme d'ordinateur Pg dans la mémoire rapide depuis la mémoire de masse MEM, puis l'exécution par le processeur μ P des instructions du programme pour la mise en œuvre du procédé de cartographie selon l'invention.

Selon les instructions du programme :

- le processeur détermine un signal D2D d'information sur un groupe de terminaux dont les positions relatives déterminent une carte flottante,
- le processeur pilote l'émetteur pour diffuser le signal D2D d'information,
- le processeur pilote le récepteur pour recevoir un signal D2D de localisation diffusé par un terminal mobile candidat à faire partie du groupe,
- le processeur estime une distance entre le terminal *CH* et le terminal candidat à partir du signal D2D de localisation reçu, cette distance définissant un cercle ou une sphère de positions relatives possibles du terminal candidat autour de ce terminal *CH*,
- le processeur pilote le récepteur pour recevoir des distances estimées entre d'autres terminaux du groupe et le terminal candidat à partir du signal D2D de localisation reçu, ces distances définissant d'autres cercles ou sphères de positions relatives possibles du terminal candidat autour de ces autres terminaux du groupe,
- le processeur recherche une ou plusieurs intersections des cercles ou sphères de positions relatives autour d'au moins trois (cercles) ou quatre (sphères) terminaux du groupe pour déterminer une position relative du terminal candidat sur la carte flottante, le terminal candidat devenant un terminal appartenant au groupe si la zone permet de déterminer la position relative du terminal candidat.

Selon des instructions d'initialisation du programme exécutées par exemple lors d'une première activation de l'application de cartographie :

- le processeur détermine un signal D2D d'information sur un groupe de terminaux dont les positions relatives déterminent une carte flottante,
- le processeur pilote l'émetteur pour diffuser le signal D2D d'information,
- le processeur pilote le récepteur pour recevoir un signal D2D de localisation diffusé par un terminal mobile candidat à faire partie du groupe,
- le processeur estime une distance entre le terminal *CH* et le terminal candidat à partir du signal D2D de localisation reçu, la distance définissant un cercle ou une sphère de positions relatives possibles du terminal candidat autour de ce terminal *CH*,
- le processeur pilote le récepteur pour recevoir des distances estimées par d'autres terminaux du groupe à partir du signal D2D de localisation reçu, chaque distance définissant un

cercle ou une sphère de positions relatives possibles du terminal candidat autour d'un terminal du groupe,

- le processeur recherche une ou plusieurs intersections des cercles ou sphères préalablement définis de positions relatives pour déterminer une position relative du terminal candidat sur la carte

5 flottante,

- le processeur pilote l'émetteur pour diffuser un signal D2D d'appartenance au groupe du terminal candidat uniquement si la zone permet de déterminer la position relative du terminal candidat.

10 Références :

[1] : C. Savarese, J. Rabaey, J. Beutel, "Locationing In Distributed Ad-Hoc Wireless Sensor Networks", ICASSP 2001

[2] : S. Gezici, Z. Tian, G.B. Giannakis, H. Kobayashi, A.F. Molisch, H.V. Poor, and Z. Sahinoglu, "Localization via ultra-wideband radios," IEEE Signal Processing Mag., vol. 22, no. 4, pp. 70–84,

15 July 2005

Annexe A

Théorème 1 : à partir d'un groupe de seulement $n = 4$ terminaux et de la connaissance de $C_n^2 = 6$ distances $d_{ij} \in \mathbb{R}$ entre les terminaux UE_i et UE_j le procédé peut déterminer la carte flottante initiale dans un système de coordonnées (x, y) orthogonales dont l'origine est prise identique à la position d'un des quatre terminaux du groupe. $\mathbb{R}$ est l'ensemble des réels.

Preuve :

On considère n terminaux UEs connectés entre eux :

- UE_1 de coordonnées (x_1, y_1) est connecté aux $n - 1$ autres terminaux avec $n - 1$ distances d_{1j} avec $j > 1$
- UE_2 est aussi connecté à $n - 1$ UEs avec $n - 2$ nouvelles distances d_{2j} avec $j > 1$ puisque $d_{12} = d_{21}$,
- ...,
- UE_{n-1} est aussi connecté à $n - 1$ UEs avec 1 nouvelle distance d_{n-1n} .

Ainsi, nous avons la connaissance de $\sum_{i=1}^{n-1} (n - i) = n(n - 1)/2$ valeurs de distances qui

correspondent à $C_n^2 = \frac{n(n-1)!}{2(n-2)!} = \frac{n(n-1)}{2}$ combinaisons de distances.

La localisation de tous les terminaux n'est pas connue sauf celle du terminal UE_1 qui est choisi comme étant l'origine du système de coordonnées orthogonales (donc de la carte flottante) i.e. $(x_1, y_1) = (0, 0)$. Il reste donc $2(n - 1)$ coordonnées d' UEs inconnues.

Les distances peuvent être exprimées en fonction des coordonnées sous la forme suivante :

$$\left\{ \begin{array}{l} UE\ 1 \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} d_{1,2} = \sqrt{(y_2 - y_1)^2 + (x_2 - x_1)^2} \\ d_{1,3} = \sqrt{(y_3 - y_1)^2 + (x_3 - x_1)^2} \\ \vdots \\ d_{1,n} = \sqrt{(y_n - y_1)^2 + (x_n - x_1)^2} \end{array} \right\} \\ UE\ 2 \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} d_{2,3} = \sqrt{(y_3 - y_2)^2 + (x_3 - x_2)^2} \\ d_{2,4} = \sqrt{(y_4 - y_2)^2 + (x_4 - x_2)^2} \\ \vdots \\ d_{2,n} = \sqrt{(y_n - y_2)^2 + (x_n - x_2)^2} \end{array} \right\} \\ \vdots \\ UE\ n \rightarrow \left\{ d_{n-1,n} = \sqrt{(y_n - y_{n-1})^2 + (x_n - x_{n-1})^2} \right\} \end{array} \right.$$

Il s'agit d'un système non linéaire de $n(n - 1)/2$ équations avec $2(n - 1)$ variables inconnues.

Pour résoudre ce système il faut au moins que $\frac{n(n-1)}{2} \geq 2(n - 1)$ soit $n \geq 4$.

On peut observer que le système d'équations précédent n'a pas une unique solution. Ceci est démontré sur la base de l'exemple suivant :

$n = 4$ *UEs*, on dispose de $C_4^2 = 6$ distances $d_{12}, d_{13}, d_{14}, d_{23}, d_{24}, d_{34}$ entre les terminaux *UE1*, *UE2*, *UE3* et *UE4*. Choisissons :

UE1 de coordonnées $(x_1, y_1) = (0, 0)$ et tel que $d_{12} = 1, d_{13} = \sqrt{2}, d_{14} = \sqrt{5}$

UE2 tel que $d_{23} = 1, d_{24} = \sqrt{2}$

5 *UE3* tel que $d_{34} = 1$

En remplaçant ces valeurs dans le système d'équations, il vient :

$$(x_2, y_2) = \begin{pmatrix} x_2, -\sqrt{1-x_2^2} \\ x_2, \sqrt{1-x_2^2} \\ x_2, -\sqrt{1-x_2^2} \\ x_2, \sqrt{1-x_2^2} \end{pmatrix}, (x_3, y_3) = \begin{pmatrix} x_2 - \sqrt{1-x_2^2}, -x_2 - \sqrt{1-x_2^2} \\ x_2 - \sqrt{1-x_2^2}, x_2 + \sqrt{1-x_2^2} \\ x_2 + \sqrt{1-x_2^2}, x_2 - \sqrt{1-x_2^2} \\ x_2 + \sqrt{1-x_2^2}, -x_2 + \sqrt{1-x_2^2} \end{pmatrix}, (x_4, y_4) = \begin{pmatrix} 2x_2 - \sqrt{1-x_2^2}, -x_2 - 2\sqrt{1-x_2^2} \\ 2x_2 - \sqrt{1-x_2^2}, x_2 + 2\sqrt{1-x_2^2} \\ 2x_2 + \sqrt{1-x_2^2}, x_2 - 2\sqrt{1-x_2^2} \\ 2x_2 + \sqrt{1-x_2^2}, -x_2 + 2\sqrt{1-x_2^2} \end{pmatrix}$$

10 Il y a donc un nombre infini de solutions qui dépendent de la coordonnée x_2 . Mais toutes les solutions fournissent la même carte flottante à une rotation près prise entre 0° et 360° . L'unicité de la carte dépend de la valeur de x_2 . La connaissance de x_2 permet de déterminer chaque coordonnées des terminaux du groupe donc de déterminer la carte flottante.

Fin de la preuve.

15 Corollaire 1

Pour $n > 4$, l'obtention de la carte flottante 2D nécessite uniquement la connaissance de :

$6 + 3(n - 4) (< C_n^2 = \frac{n(n-1)}{2})$ distances avec n le nombre de terminaux dans le groupe.

Preuve par récurrence :

initialisation : $i = 5$

20 Compte tenu du théorème 1 pour $i = 4$ *UEs* il faut $C_i^2 = 6$ valeurs de distances.

Si on ajoute un terminal *UE* à cette carte, on a seulement besoin de trois distances supplémentaires d_{5k} pour $1 \leq k \leq 4$ en appliquant une méthode de triangulation. Le nombre maximum de distances pouvant être obtenu pour construire cette carte est $C_5^2 = 10$. On a ainsi besoin en tout de $6 + 3 = 6 + 3(5 - 4) = 9 < 10$ distances.

25 étape $i = 6$:

Pour une carte de cinq terminaux *UEs* il faut neuf distances. Pour ajouter un terminal à cette carte, il faut trois distances supplémentaires d_{6k} pour $1 \leq k \leq 5$ en appliquant une méthode de triangulation. Soit en tout $(6 + 3) + 3 = 6 + 3(6 - 4) = 12 < C_6^2 = 15$ distances.

étape $i = n$:

30 On a besoin en tout de $6 + 3(n - 4) < C_n^2 = n(n - 1)/2$.

étape $i = n + 1$:

On a besoin en tout de :

$$6 + 3(n - 4) + 3 = 6 + 3((n + 1) - 4) < C_n^2 + n = \frac{n(n-1)}{2} + n = \frac{n(n+1)}{2} = C_{n+1}^2, \text{ soit :}$$

$$6 + 3((n + 1) - 4) < C_{n+1}^2$$

5 Fin de la preuve

Corollaire 2 :

dans le cas où le système d'équations ne peut être résolu à cause d'une erreur d'estimation d'une distance, le procédé dispose de $n - 4$ distances redondantes pour déterminer la position relative du

10 terminal ***pour*** $n > 4$.

Preuve :

Pour ajouter un terminal n à la carte flottante, il faut $[6 + 3(n - 4)] - [6 + 3(n - 1 - 4)] = 3$ distances supplémentaires (corollaire 1). Mais on dispose au total de $n - 1$ nouvelles distances d_{nk} pour $1 \leq k \leq n - 1$. On dispose donc de $n - 1 - 3 = n - 4$ distances additionnelles dites

15 redondantes.

Fin de la preuve

REVENDICATIONS

1. Procédé (1) de cartographie flottante à partir des positions relatives de terminaux mobiles synchronisés appartenant à un groupe, les positions relatives des terminaux du groupe formant une carte flottante, le groupe comprenant initialement un nombre minimum de quatre terminaux pour initialiser une carte en deux dimensions, caractérisé en ce que le procédé utilise uniquement des signaux de télécommunication de terminal à terminal dits signaux D2D pour mettre à jour le groupe et les positions relatives des terminaux du groupe et en ce qu'il comprend :
 - diffusion par un terminal (*CH*) créateur du groupe d'un signal D2D d'information sur le groupe,
 - diffusion par un terminal mobile candidat (*UE*) à faire partie du groupe d'un signal D2D de localisation,
 - estimation par chacun d'au moins trois des terminaux du groupe d'une distance entre ce terminal du groupe et le terminal candidat à partir du signal D2D de localisation reçu, cette distance définissant un cercle de positions relatives possibles du terminal candidat autour du terminal du groupe,
 - recherche d'intersections des cercles de positions relatives autour des au moins trois terminaux pour déterminer si le terminal candidat fait partie du groupe et pour déterminer la position relative du terminal candidat sur la carte flottante.
2. Procédé (1) de cartographie flottante selon la revendication 1, tel que le groupe comprend en outre initialement au moins deux autres terminaux, le nombre minimum étant de six terminaux pour initialiser une carte en trois dimensions, tel qu'au moins un quatrième terminal du groupe estime une distance entre ce terminal et le terminal candidat à partir du signal D2D de localisation reçu et tel que la détermination d'une position relative du terminal candidat est effectuée par recherche d'intersections de sphères de positions relatives possibles du terminal candidat autour des au moins quatre terminaux, chaque sphère étant définie par la distance entre un des au moins quatre terminaux et le terminal candidat.
3. Procédé (1) de cartographie flottante selon l'une des revendications 1 à 2, tel que l'estimation d'une distance par un terminal du groupe nécessite que le signal D2D de localisation reçu par ce terminal dépasse un seuil dont la valeur courante est prise égale à une première valeur déterminée.
4. Procédé (1) de cartographie flottante selon la revendication 3, le terminal créateur recevant de chaque terminal du groupe ayant pu estimer une distance cette distance estimée, tel que si la recherche d'intersections permet de déterminer la position relative du terminal candidat et que

le nombre de distances estimées reçues est supérieur à un nombre minimum de distances nécessaires alors le terminal créateur détermine une nouvelle valeur supérieure à la valeur courante du seuil et la valeur courante du seuil est prise égale à cette nouvelle valeur.

- 5 5. Procédé (1) de cartographie flottante selon la revendication 4, tel que le nombre minimum de distances est de :
 - $6 + 3(n - 4)$ avec $n > 4$ pour l'obtention de la carte flottante 2D ou
 - $15 + 4(n - 6)$ avec $n > 6$ pour l'obtention de la carte flottante 3D.
- 10 6. Terminal (*CH*) mobile de télécommunication dit créateur caractérisé en ce qu'il comprend :
 - un processeur pour déterminer un signal D2D d'information sur un groupe de terminaux comprenant le terminal créateur dont les positions relatives déterminent une carte flottante,
 - un émetteur pour diffuser le signal D2D d'information,
 - 15 - un récepteur pour recevoir un signal D2D de localisation diffusé par un terminal mobile candidat à faire partie du groupe,
 - un processeur pour estimer une distance entre le terminal créateur et le terminal candidat à partir du signal D2D de localisation reçu, cette distance définissant un cercle ou une sphère de positions relatives possibles du terminal candidat,
 - 20 - un récepteur pour recevoir une distance estimée entre un terminal du groupe autre que le terminal créateur et le terminal candidat à partir du signal D2D de localisation reçu, cette distance définissant un cercle ou une sphère de positions relatives possibles du terminal candidat autour du terminal du groupe,
 - un processeur pour rechercher des intersections des cercles ou sphères de positions
 - 25 relatives autour d'au moins trois terminaux du groupe et déterminer si le terminal candidat fait partie du groupe et déterminer une position relative du terminal candidat sur la carte flottante.
- 30 7. Système de terminaux mobiles (*UE*, *UE1*, *UE2*, *UE3*, *UE4*) synchronisés formant un groupe mettant en œuvre un procédé de cartographie flottante à partir des positions relatives des terminaux mobiles du groupe, les positions relatives des terminaux du groupe formant une carte flottante, le groupe comprenant initialement un nombre minimum de quatre terminaux pour initialiser une carte en deux dimensions, le procédé utilisant uniquement des signaux de télécommunication de terminal à terminal dits signaux D2D pour mettre à jour le groupe et les
- 35 positions relatives des terminaux du groupe, le système est caractérisé en ce que le groupe comprend :
 - un terminal dit créateur (*CH*) pour diffuser un signal D2D d'information sur le groupe,

- un terminal mobile candidat (*UE*) à faire partie du groupe pour diffuser un signal D2D de localisation à réception du signal d'information sur le groupe,
- au moins trois terminaux (*CH*, *UE1*, *UE2*) pour estimer chacun une distance entre ce terminal et le terminal candidat à partir du signal D2D de localisation reçu, cette distance définissant un cercle de positions relatives possibles autour du terminal du groupe,
- le terminal créateur étant apte à rechercher des intersections des cercles de positions relatives autour des au moins trois terminaux pour déterminer si le terminal candidat fait partie du groupe et pour déterminer la position relative du terminal candidat sur la carte flottante.

5

10

1/3

Fig.1

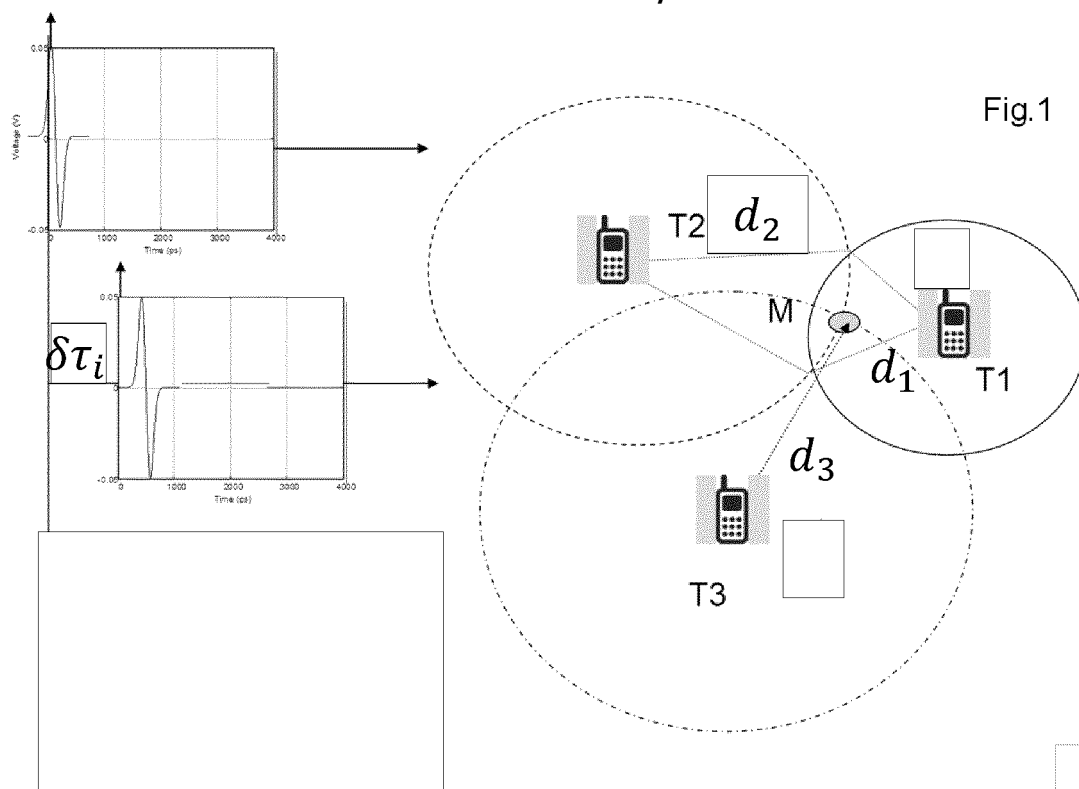


Fig.3

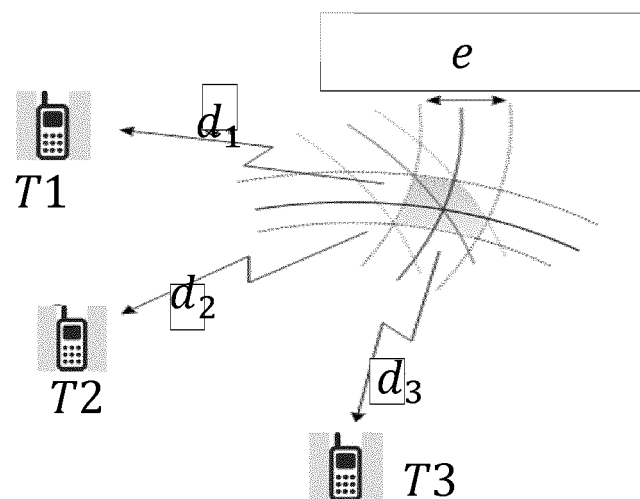
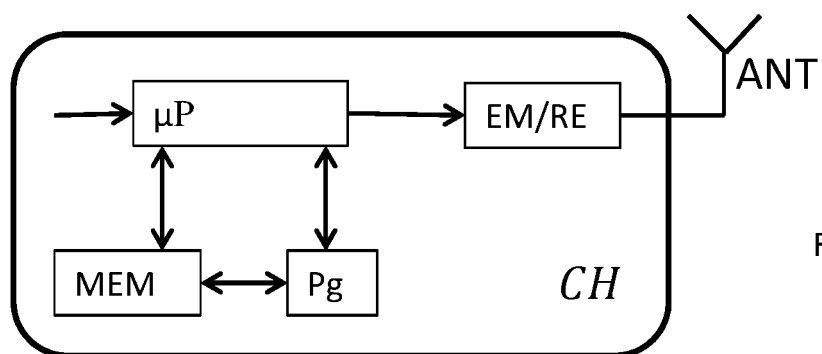


Fig.5



2/3

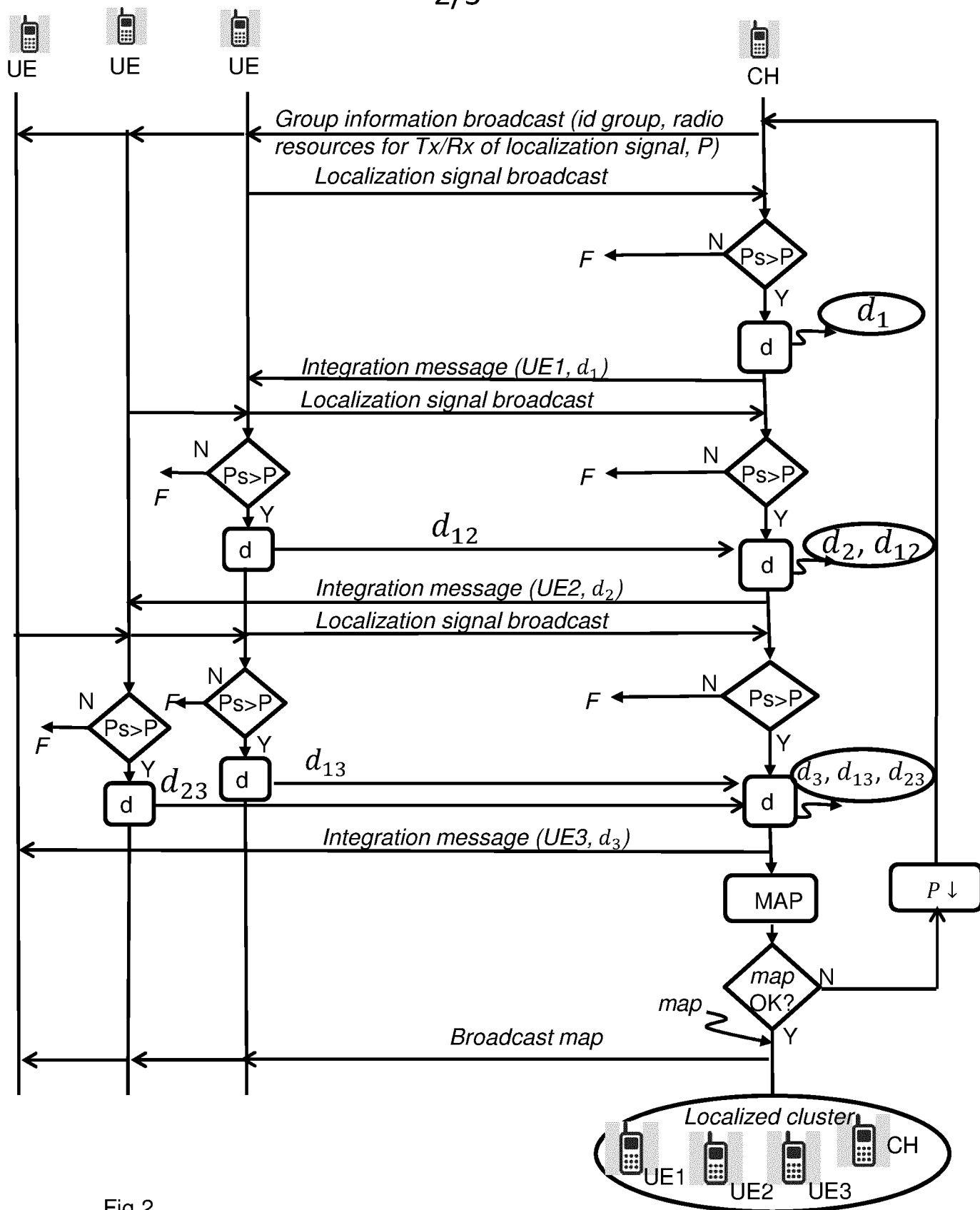


Fig.2

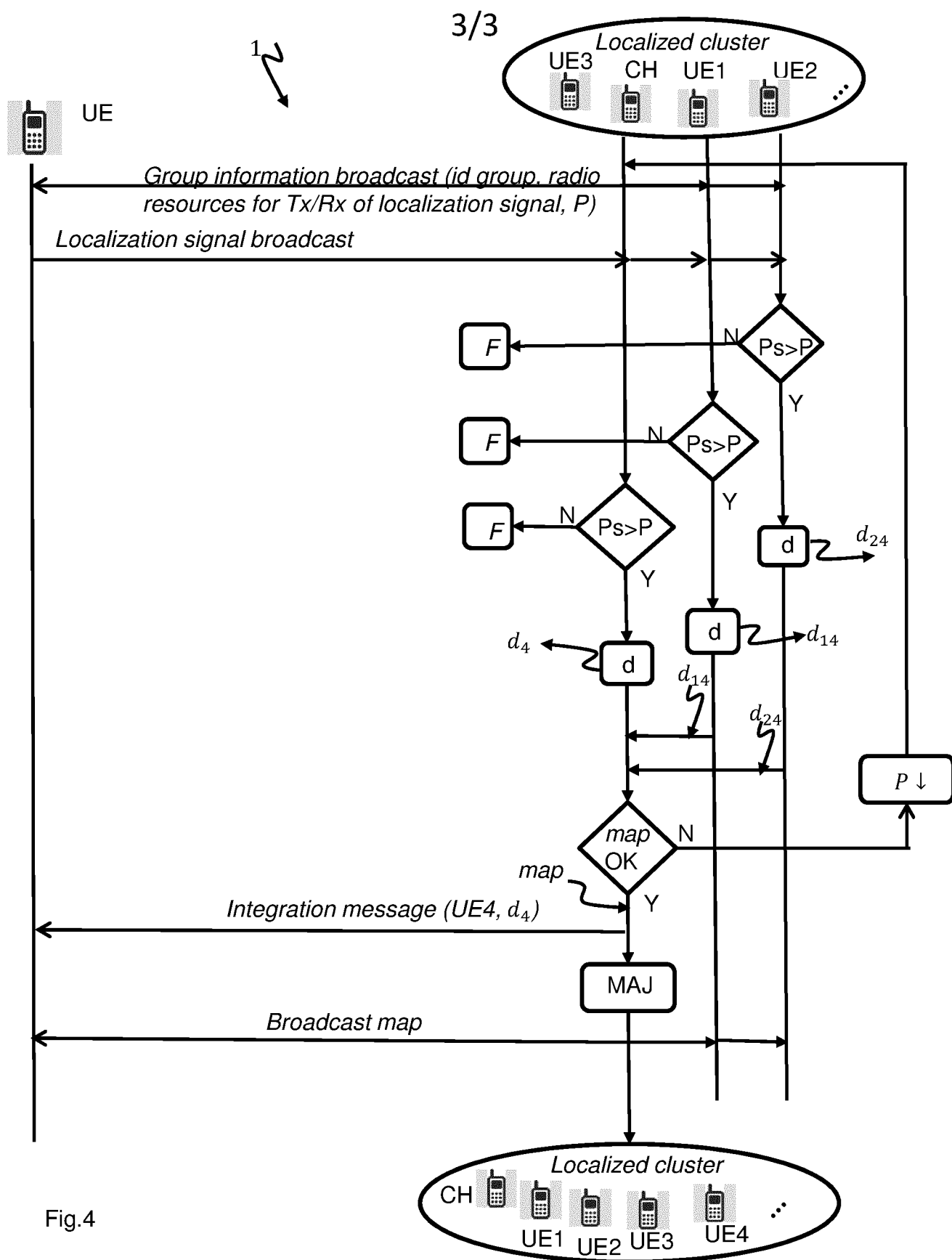


Fig.4



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 837686
FR 1752999

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	EP 1 821 116 A1 (SONY DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 22 août 2007 (2007-08-22)	1-3,5-7	H04W72/12 H04W64/00
A	* figures 3-12 *	4	
	* abrégé *		
	* alinéa [0023] - alinéa [0026] *		

A	US 2012/165012 A1 (FISCHER SVEN [DE] ET AL) 28 juin 2012 (2012-06-28)	1-7	
	* alinéa [0158] *		
	* alinéa [0202] *		
	* alinéa [0120] *		

A	WO 2016/059189 A1 (SAGEM DEFENSE SECURITE [FR]) 21 avril 2016 (2016-04-21)	1-7	
	* revendications 1-5 *		
	* page 4, ligne 30 - page 11, ligne 15 *		

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G01S
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
22 décembre 2017		Ó Donnabháin, C	
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 1752999 FA 837686

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 **22-12-2017**
 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
EP 1821116	A1	22-08-2007	CN 101384918 A	11-03-2009
			EP 1821116 A1	22-08-2007
			US 2008309556 A1	18-12-2008
			WO 2007093404 A1	23-08-2007

US 2012165012	A1	28-06-2012	CN 102985841 A	20-03-2013
			EP 2588879 A2	08-05-2013
			EP 2755042 A1	16-07-2014
			EP 2755043 A1	16-07-2014
			JP 5657792 B2	21-01-2015
			JP 5922192 B2	24-05-2016
			JP 2013535873 A	12-09-2013
			JP 2014239466 A	18-12-2014
			JP 2016036160 A	17-03-2016
			KR 20130036057 A	09-04-2013
			US 2012165012 A1	28-06-2012
			WO 2012003411 A2	05-01-2012

WO 2016059189	A1	21-04-2016	EP 3207400 A1	23-08-2017
			FR 3027409 A1	22-04-2016
			US 2017242094 A1	24-08-2017
			WO 2016059189 A1	21-04-2016
