

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication : **2 916 531**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : **07 03629**

51) Int Cl⁸ : **G 01 C 23/00 (2006.01), G 05 D 1/12, G 01 C 21/16**

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 22.05.07.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 28.11.08 Bulletin 08/48.

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 :

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

72) Inventeur(s) : OLLIVIER FRANCK.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : MARKS & CLERK FRANCE.

54) **PROCEDE D'ESTIMATION DES ERREURS POSITION ET VITESSE D'UNE CENTRALE INERTIELLE A L'AIDE D'UN RADAR A IMAGERIE SAR.**

57) L'invention a pour objet un procédé pour déterminer l'erreur de position et le biais vitesse d'une centrale inertielle à bord d'un porteur poursuivant une trajectoire en direction d'une cible caractérisé en ce qu'il comporte en outre les étapes suivantes:

- l'acquisition à bord du porteur d'une série d'images de type SAR de la cible;
- l'exploitation desdites images pour mesurer à partir de chacune des images une mesure de la distance et une mesure du Doppler de la cible;
- l'estimation de la position précise du porteur par rapport à la cible et de l'erreur vitesse (correspondant à un biais sur une durée faible), à partir des mesures de distance et du Doppler de la cible avec un filtre estimateur.

L'invention peut également comprendre une étape de détermination de la forme de la trajectoire qui optimise les performances du filtre estimateur.

Les domaines d'application de l'invention sont:

- le guidage précis d'un missile sur une cible fixe à partir d'un autodirecteur SAR « Synthetic Aperture Radar ».
- le recalage de la centrale inertielle d'un aéronef portant un radar SAR « Synthetic Aperture Radar ».

FR 2 916 531 - A1



Procédé d'estimation des erreurs position et vitesse d'une centrale inertielle à l'aide d'un radar à imagerie SAR

Le domaine de l'invention concerne :

- le guidage précis d'un missile sur une cible fixe à partir d'un autodirecteur SAR « Synthetic Aperture Radar ».
- le recalage de la centrale inertielle d'un aéronef portant un radar SAR « Synthetic Aperture Radar ».

La présente demande de brevet décrit l'invention dans le cadre d'un guidage d'un missile sur une cible fixe.

De manière générale, les radars à antenne synthétique (SAR : Synthetic Aperture Radar) sont des radars qui exploitent par traitement, le déplacement du porteur pour améliorer la résolution liée à la largeur du faisceau d'antenne. La résolution spatiale, qui caractérise la finesse de l'image SAR acquise, est donc obtenue :

- dans la direction de l'axe antenne par la résolution en distance du radar ;
- dans la direction perpendiculaire à l'axe antenne par le traitement SAR

Cette remarque met en évidence que le porteur doit avoir un mouvement suivant la direction perpendiculaire à l'axe antenne, ce qui interdit d'effectuer une imagerie SAR sur le devant de la trajectoire, c'est-à-dire suivant la direction du vecteur vitesse.

Le traitement du type SAR est notamment décrit dans l'ouvrage de J.Darricau : Physique et Théorie du Radar –Tome 3, 3^{ème} édition – Chapitre 21, page 483 – Editeur Sodipe, Paris 1994.

Ainsi, l'acquisition d'une image SAR sur une cible et son environnement permet de restituer la scène avec une résolution fine (de la classe métrique ou même submétrique). L'exploitation de cette image à partir des informations élaborées lors de la préparation d'une mission permet de localiser précisément la cible dans l'image et ce notamment lorsque la mission consiste pour un missile à localiser avec précision une cible et à se diriger vers elle avec précision.

Le positionnement géographique de l'image SAR est obtenu à partir des informations délivrées par la centrale inertielle du missile. Or ces informations peuvent être fortement bruitées ce qui conduit alors à une forte imprécision sur le positionnement géographique de l'image SAR. Il apparaît donc qu'à cause de ce
5 phénomène bien que la cible soit localisée précisément dans l'image SAR, il ne soit pas possible d'en déduire une localisation géographique précise.

Il est rappelé que l'activation du mode SAR impose un dépointage angulaire entre le vecteur vitesse et la direction missile-cible et donc une trajectoire non directe comme illustré en figure 1.

10 Une première étape correspond à une portion de trajectoire avec cartographies répétées sur la cible. Lors du rapprochement vers la cible, le dépointage angulaire diminue jusqu'à devenir trop faible pour être compatible du mode SAR correspondant à une seconde étape. Ainsi à partir d'une certaine distance, l'autodirecteur arrête son fonctionnement et le missile rallie la cible en
15 mode purement inertiel à partir des informations recalées par l'autodirecteur.

Durant ce ralliement, les erreurs sur le vecteur vitesse estimé par la centrale inertielle génèrent une dérive de la trajectoire missile, ce qui peut conduire à un décalage important du point d'impact par rapport à la cible comme illustré en figure 2.

20 Pour éviter ce phénomène, l'invention propose un procédé d'estimation des erreurs de la centrale inertielle au niveau position et vitesse qui pour des durées faibles peut être assimilée à un biais constant.

Plus précisément l'invention a pour objet un procédé de détermination de l'erreur de position et du biais vitesse de la centrale inertielle embarquée d'un porteur
25 poursuivant une trajectoire en direction d'une cible, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- l'acquisition à bord du porteur d'une série d'images de type SAR de la cible ;
- l'exploitation desdites images pour effectuer à partir de chacune des
30 images une mesure de la distance et une mesure du Doppler de la cible ;
- l'estimation de la position précise du porteur par rapport à la cible et du biais vitesse, à partir des mesures de distance et du Doppler de la cible avec un filtre estimateur.

Avantageusement le filtre est un filtre de Kalman Etendu discret.

Avantageusement le procédé de l'invention comprend une étape préalable d'optimisation de trajectoire pour optimiser les performances du filtre estimateur.

Avantageusement, le procédé comporte l'utilisation d'un outil comportant
5 une fonction de coût sous contraintes.

Avantageusement, la fonction de coût sous contraintes est la borne de Cramer Rao associée à l'estimation de la position du porteur par rapport à la cible et du biais vitesse.

Avantageusement, le procédé comporte les étapes suivantes :

- 10
- la segmentation de la trajectoire en N tronçons ;
 - la détermination des 2N composantes de l'accélération transversale du porteur le long de la trajectoire en optimisant la borne de Cramer Rao pour la dernière image acquise.

Par ailleurs les contraintes prises en compte par la fonction de coût sont
15 du type facteur de charge maximal du porteur et/ou dépointage angulaire minimal entre le vecteur vitesse et la direction porteur-cible et/ou l'angle d'impact minimal dans le plan vertical.

Ainsi selon le procédé de l'invention, les informations estimées par le porteur sont la position de la cible et les erreurs vitesse de la centrale inertielle. Ces
20 informations sont évaluées à partir de la distance et du Doppler de la cible estimés à l'issue du traitement de chaque image SAR.

Le filtre fournit une estimation de la position réelle du porteur et une estimation du biais vitesse à partir des mesures distance et Doppler issues de l'exploitation des images SAR.

25 Ces mesures sont repérées dans un repère dont l'origine est la cible permettant ainsi une détermination précise de la position du porteur par rapport à la cible.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la
30 lecture de la description qui va suivre et grâce aux figures annexées parmi lesquelles :

- la figure 1 illustre la trajectoire non directe empruntée par un missile effectuant des images SAR sur la cible, avec un dépointage angulaire entre le vecteur vitesse et la direction porteur-cible ;

4

- la figure 2 illustre l'erreur sur la vitesse engendrée par la centrale inertielle au niveau du point d'impact réel par rapport à une cible lors d'une mission sans correction d'erreur ;
- 5 - la figure 3 illustre le décalage entre la localisation estimée de l'image SAR à partir des informations inertielles et la localisation exacte de l'image SAR ;
- la figure 4 illustre la position de la cible au point d'intersection des cercles iso distance et iso Doppler associés à l'ensemble des mesures obtenues le long d'une trajectoire non optimisée
- 10 - la figure 5 illustre l'optimisation de la trajectoire vis à vis de la localisation de la cible.

L'invention va être décrite dans le cadre d'une mission pour laquelle un missile autodirecteur cherche à localiser avec précision une cible. L'invention pourrait
15 tout aussi bien être appliquée à tout aéronef portant un radar qui réalise des images SAR répétées sur un objet au sol.

De manière générale en définissant les paramètres suivants :

- X_e : position courante du missile
- 20 - X_d : position initiale du missile (à $t = 0$)
- X_m : déplacement du missile depuis $t=0$ estimé par la centrale inertielle
- t : temps courant
- b : erreurs vitesse de la centrale inertielle modélisées par des biais

On a l'équation d'évolution suivante :

$$25 \quad X_e = X_m - t \cdot b + X_d$$

Les positions sont exprimées dans un repère dont l'origine est la cible. La position courante de la cible caractérise donc la position relative missile-cible qui est l'information exploitée par le guidage du missile

Et l'on peut considérer en première approximation que :
30

$$\begin{cases} \dot{X}_d = 0 \\ \dot{b} = 0 \end{cases}$$

Le symbole $\dot{}$ signifie la dérivation par rapport au temps.

5

Par ailleurs les équations de mesure sont les suivantes :

- Le déplacement du missile estimé par la centrale inertielle X_m qui est faussé par un biais constant sur la vitesse
- 5 • La distance Missile-Cible

$$d = \|X_m - t \cdot b + X_d\| + \omega_d$$

Le symbole $\|a\|$ correspond à la norme du vecteur a

- La fréquence Doppler

$$10 \quad f = \frac{2}{\lambda} \cdot \frac{\langle X_m - t \cdot b + X_d; V_m - b \rangle}{\|X_m - t \cdot b + X_d\|} + \omega_f$$

avec V_m vitesse estimée par la centrale inertielle

Le symbole $\langle a b \rangle$ correspond au produit scalaire entre les vecteurs a et b

- 15 Où ω_d et ω_f sont les bruits de mesure, de variance σ_d^2 et σ_f^2

La précision sur la position de l'image SAR par rapport au missile dépend de la précision sur la vitesse de la centrale inertielle comme illustré en figure 3 qui schématise le décalage entre la localisation exacte de l'image SAR et la localisation estimée de l'image SAR et ce en fonction du décalage entre la vitesse vraie et la
20 vitesse estimée.

Pour s'affranchir des erreurs de la centrale inertielle sur la vitesse, la démarche retenue est la suivante :

Le traitement de chaque image SAR fournit la Distance et le Doppler de la cible, la cible se situe sur un cercle correspondant à l'intersection d'une sphère iso
25 Distance et d'un cône Iso Doppler comme illustré en figure 4. Les axes correspondent au repère géographique centré sur la cible, l'unité étant proportionnelle à des mètres. L'exploitation de la répétition des images fournit une estimée de la position de la cible et le biais vitesse.

Le paragraphe ci-après détaille les équations du filtre qui fournit une estimation position X_d et une valeur du biais vitesse b à partir des mesures distance et Doppler issues de l'exploitation des images SAR.

Le filtre peut avantageusement être un filtre de Kalman Etendu discret.

5 Conformément au paragraphe précédent le vecteur d'état X comprend six composantes qui sont les coordonnées du point X_d et les biais vitesse b suivant trois axes orthogonaux.

Les notations suivantes sont utilisées dans ce paragraphe :

- 10 - $X(k|k-1)$ correspond à la prédiction de l'état à l'instant k estimée à l'instant $k-1$
- $X(k|k)$ est l'estimation de l'état à l'instant k effectuée à l'instant k
- $Y(k)$ est la mesure (distance, Doppler) effectuée à l'instant k

Ces notations d'indice s'appliquent aussi à la matrice de covariance de l'état R_x .

15 Le pas de discrétisation temporel correspond à la cadence de renouvellement des images SAR.

Conditions Initiales

20 L'état $X(0)$ et la matrice de covariance $R_x(0 | 0)$ sont initialisés à partir de la connaissance de la trajectoire théorique et des performances attendues de la centrale inertielle.

Prédiction

- Prédiction de l'état : $X(k | k-1) = X(k-1 | k-1)$
- 25 - Prédiction de la covariance de l'état : $R_x(k | k-1) = R_x(k-1 | k-1)$
- Prédiction de la mesure : $Y_p(k | k-1) = c(X(k | k-1))$

La fonction c est détaillée ci après

Innovation

- 30 - Calcul de l'innovation : $e(k) = Y(k) - Y_p(k | k-1)$

- Covariance de l'innovation : $Re(k) = H(k) Rx(k | k-1) H(k)^T + Rm(k)$

La matrice $H(k)$ correspond au jacobien des mesures, cette matrice est détaillée ci après. La matrice $Rm(k)$ est la covariance des bruits de mesure

5 Gain de Kalman

- Calcul du gain de Kalman : $K(k) = Rx(k | k-1) H(k)^T Re(k)^{-1}$

Estimations finales

- Correction de la prédiction : $X(k | k) = X(k | k-1) + K(k) e(k)$

10 - Correction de la covariance : $Rx(k | k) = [I - K(k) H(k)] Rx(k | k-1)$

La fonction c correspond à l'expression de la mesure attendue en fonction de l'état estimé

$$c(X(k|k-1)) = \left[\begin{array}{c} \|X_m - t \cdot b + X_d(k|k-1)\| \\ \frac{2}{\lambda} \cdot \frac{\langle X_m - t \cdot b(k|k-1) + X_d(k|k-1); V_m - b(k|k-1) \rangle}{\|X_m - t \cdot b(k|k-1) + X_d(k|k-1)\|} \end{array} \right]$$

15 L'expression du Jacobien des mesures est la suivante. Pour des simplifications de notation, dans cette expression X_d et b correspondent respectivement à $X_d(k | k-1)$ et à $b(k | k-1)$.

$$H_k = \left(\begin{array}{c} \left(\frac{X_m - t \cdot b + X_d}{\|X_m - t \cdot b + X_d\|} \right)^T \quad \left(-t \cdot \frac{X_m - t \cdot b + X_d}{\|X_m - t \cdot b + X_d\|} \right)^T \\ \frac{2}{\lambda} \left(\frac{V_m - b}{\|X_m - t \cdot b + X_d\|} - \frac{(X_m - t \cdot b + X_d) \cdot (X_m - t \cdot b + X_d; V_m - b)}{\|X_m - t \cdot b + X_d\|^3} \right)^T \quad \frac{2}{\lambda} \left(-t \cdot \left(\frac{V_m - b}{\|X_m - t \cdot b + X_d\|} - \frac{(X_m - t \cdot b + X_d) \cdot (X_m - t \cdot b + X_d; V_m - b)}{\|X_m - t \cdot b + X_d\|^3} \right) \frac{X_m - t \cdot b + X_d}{\|X_m - t \cdot b + X_d\|} \right)^T \end{array} \right)$$

20

Selon l'invention, le procédé propose d'utiliser un filtre estimateur. Pour renforcer l'efficacité d'un tel filtre, il peut avantageusement être prévu en amont d'optimiser la trajectoire du porteur en direction de la cible.

25 En effet la forme de la trajectoire a un impact direct sur les performances de ce filtre estimateur. Ce couplage peut être appréhendé en considérant les positions relatives de l'ensemble des cercles associés aux distance et Doppler de la

cible obtenues à partir du traitement de chaque image SAR. Il apparaît par exemple qu'une trajectoire effectuée dans un plan à incidence constante conduit à des cercles qui sont tous tangents à une droite passant par la cible. La figure 4 illustre ce phénomène. La position estimée de la cible a donc tendance à glisser le long de
 5 cette droite ce qui se traduit par des erreurs importantes. Par contre dans le cas d'une trajectoire ayant du défilement suivant les trois axes, les cercles distance Doppler sont tous dans des plans différents, ce qui permet de localiser plus précisément le point d'intersection qui est la cible comme illustré en figure 5.

De façon à optimiser les performances du filtre estimateur, il est proposé
 10 d'utiliser un outil permettant de rechercher une trajectoire optimale vis à vis des précisions de la position relative de la cible et des erreurs vitesse estimées à la fin de l'activation de l'autodirecteur c'est-à-dire lors de l'engagement du ralliement inertiel sur la cible. Cet outil doit permettre de déterminer la trajectoire à partir de la résolution d'un problème du type optimisation d'une fonction de coût sous
 15 contraintes.

La fonction de coût considérée est la borne de Cramer Rao évaluée pour la dernière image SAR acquise. Cette borne correspond à la meilleure précision obtainable par un filtre estimateur non biaisé. Les contraintes prises en compte portent sur l'autodirecteur (portée, squint angle minimal compatible du mode SAR,...)
 20 et sur le missile (facteur de charge,...).

La trajectoire est découpée en N tronçons. Pour chacune de ces portions de trajectoire, l'accélération transversale est supposée constante. L'outil détermine les 2*N composantes des accélérations le long de la trajectoire, ce qui après intégration fournit la forme de la trajectoire sachant que le point de départ de la
 25 trajectoire est fixée par l'utilisateur et que la cible se trouve à l'origine du repère. La détermination des 2*N composantes de l'accélération est obtenue de façon à optimiser la borne de Cramer Rao pour la dernière image acquise.

La borne de Cramer Rao est l'inverse de la matrice de Fisher J_k , qui pour le modèle retenu, est obtenue par l'équation récursive suivante :

30

$$J_{k+1} = J_k + \tilde{H}_{k+1}^T \cdot R_{k+1}^{-1} \cdot \tilde{H}_{k+1}$$

Où

\tilde{H}_{k+1} est le Jacobien de la fonction de mesure, évalué en la vraie valeur de l'état

avec le Jacobien de f qui est la matrice des dérivées partielles $\left(\frac{\partial f_i}{\partial x_j} \right)_{i,j}$

- - R_{k+1} est la matrice de covariance du bruit de mesure
- 5 • J_0 est l'inverse de la covariance de l'état initial

Pour le modèle l'expression du Jacobien des mesures est

$$\tilde{H}_k = \begin{pmatrix} \left(\frac{X_m - t \cdot b + X_d}{\|X_m - t \cdot b + X_d\|} \right)^T & \left(-t \cdot \frac{X_m - t \cdot b + X_d}{\|X_m - t \cdot b + X_d\|} \right)^T \\ \frac{2}{\lambda} \left(\frac{V_m - b}{\|X_m - t \cdot b + X_d\|} \frac{(X_m - t \cdot b + X_d) \cdot (X_m - t \cdot b + X_d; V_m - b)}{\|X_m - t \cdot b + X_d\|^3} \right)^T & \frac{2}{\lambda} \left(-t \cdot \left(\frac{V_m - b}{\|X_m - t \cdot b + X_d\|} \frac{(X_m - t \cdot b + X_d) \cdot (X_m - t \cdot b + X_d; V_m - b)}{\|X_m - t \cdot b + X_d\|^3} \right) \frac{X_m - t \cdot b + X_d}{\|X_m - t \cdot b + X_d\|} \right)^T \end{pmatrix}$$

10

Où les différentes fonctions sont évaluées au temps $t = t_k$ correspondant à l'instant de la k-ième mesure.

Le calcul récursif de J_k pour une trajectoire va permettre d'évaluer la qualité de celle-ci en calculant la trace de la borne de Cramér-Rao pour la dernière image acquise, ce qui caractérise la précision globale du point d'impact dans le cas d'un missile parfait. Plus cette trace est faible et plus les informations fournies par l'autodirecteur permettent un guidage précis sur la cible.

15

L'optimisation de la trajectoire est effectuée en considérant les contraintes suivantes :

20

- le facteur de charge maximal du missile pendant la phase de cartographie SAR et pendant le ralliement inertiel,
 - le dépointage angulaire minimal entre le vecteur vitesse et la direction missile-cible.
- 25 - l'angle d'impact minimal dans le plan vertical.

25

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour déterminer l'erreur de position et le biais vitesse d'une centrale inertielle à bord d'un porteur poursuivant une trajectoire en direction d'une cible fixe, caractérisé en ce qu'il comporte en outre les étapes suivantes :

- 5 - l'acquisition à bord du porteur d'une série d'images de type SAR de la cible ;
- l'exploitation desdites images pour mesurer à partir de chacune des images une mesure de la distance et une mesure du Doppler de la cible ;
- 10 - l'estimation de la position précise du porteur par rapport à la cible et du biais vitesse, à partir des mesures de distance et du Doppler de la cible avec un filtre estimateur.

2. Procédé pour déterminer l'erreur de position et le biais vitesse d'une centrale inertielle à bord d'un porteur poursuivant une trajectoire en direction d'une cible selon la revendication 1, caractérisé en ce que le filtre est un filtre de kalman

3. Procédé pour déterminer l'erreur de position et le biais vitesse d'une centrale inertielle à bord d'un porteur poursuivant une trajectoire en direction d'une cible selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend une

20 étape préalable d'optimisation de trajectoire pour optimiser les performances du filtre estimateur.

4. Procédé pour déterminer l'erreur de position et le biais vitesse d'une centrale inertielle à bord d'un porteur poursuivant une trajectoire en direction d'une

25 cible selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend l'utilisation d'un outil comportant une fonction de coût sous contraintes.

5. Procédé pour déterminer l'erreur de position et le biais vitesse d'une centrale inertielle à bord d'un porteur poursuivant une trajectoire en direction d'une

30 cible selon la revendication 4, caractérisé en ce que la fonction de coût sous contrainte est la borne de Cramer Rao.

6. Procédé pour déterminer l'erreur de position et le biais vitesse d'une centrale inertielle à bord d'un porteur poursuivant une trajectoire en direction d'une cible selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- la segmentation de la trajectoire en N tronçons ;
- 5 - la détermination des 2N composantes de l'accélération transversale du porteur le long de la trajectoire en optimisant la borne de Cramer Rao pour la dernière image acquise.

7. Procédé pour déterminer l'erreur de position et le biais vitesse d'une
10 centrale inertielle d'un porteur poursuivant une trajectoire en direction d'une cible selon l'une des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que les contraintes prises en compte lors de l'optimisation de la trajectoire de type facteur de charge maximal du porteur et/ou dépointage angulaire minimal entre le vecteur vitesse et la direction porteur-cible et/ou l'angle d'impact minimal dans le plan vertical.

15

1/3

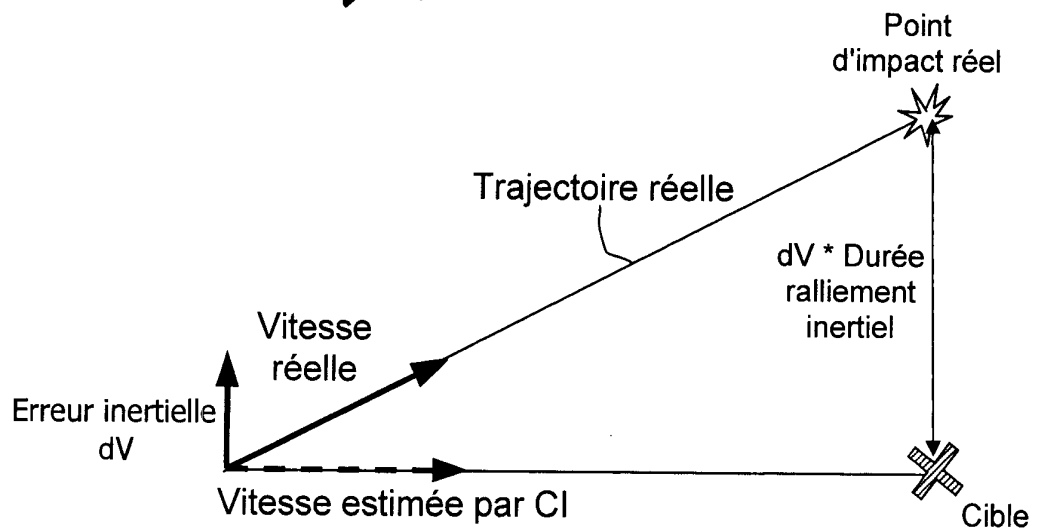
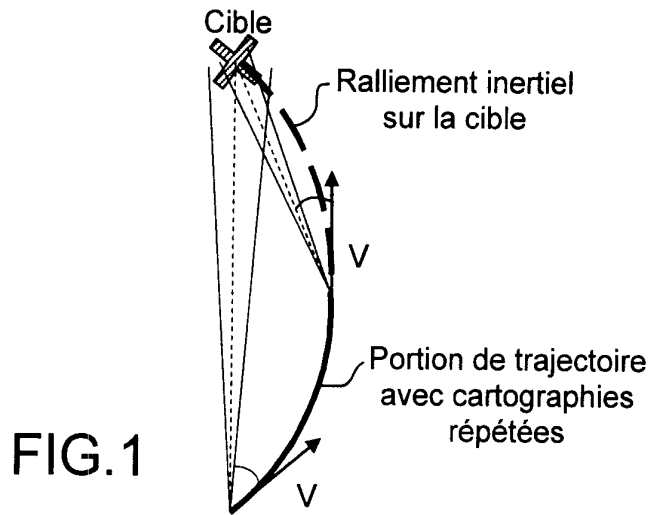


FIG.2

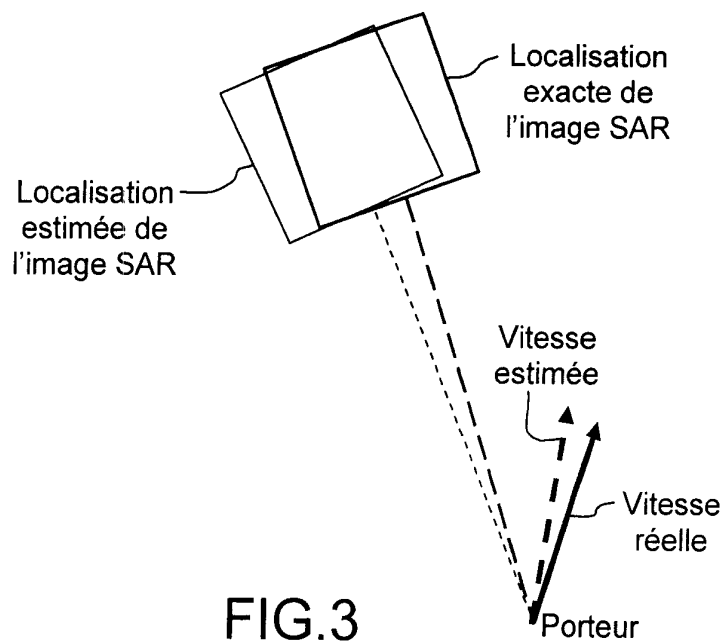


FIG.3

2/3

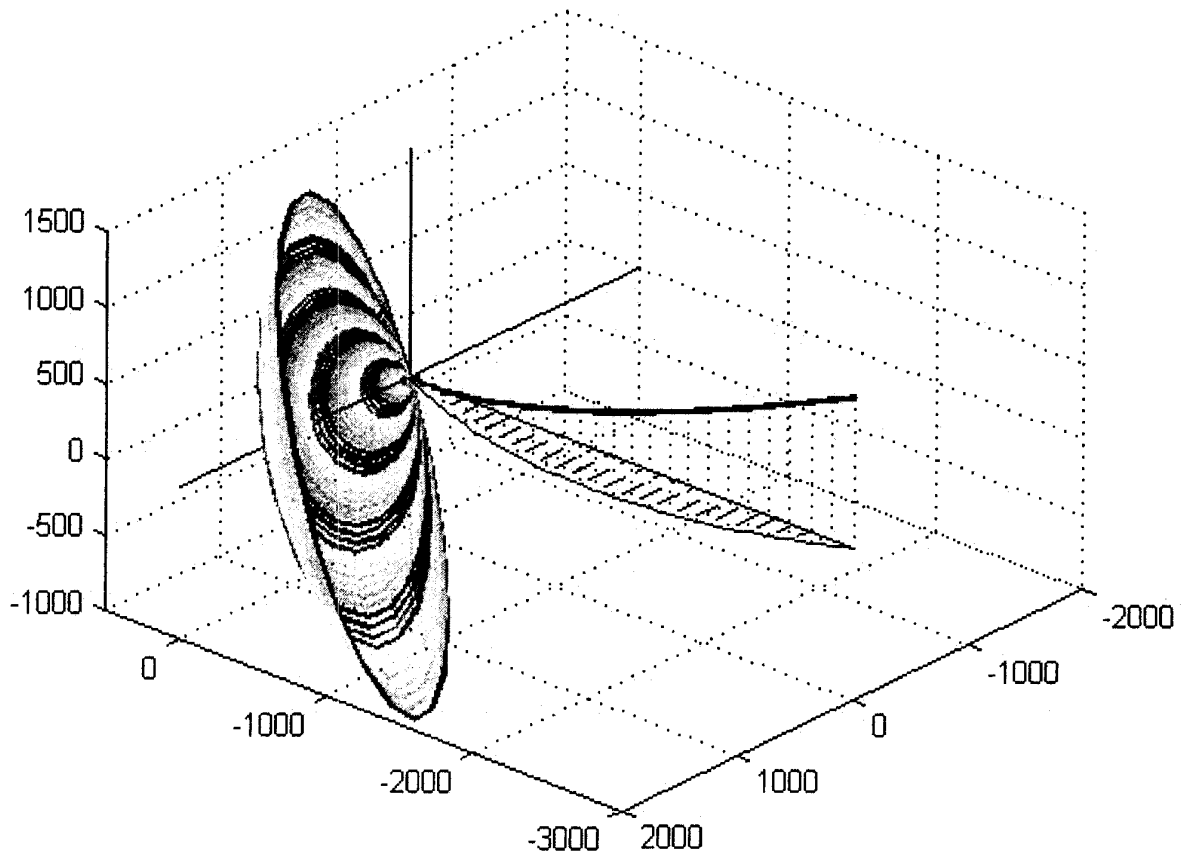


FIG.4

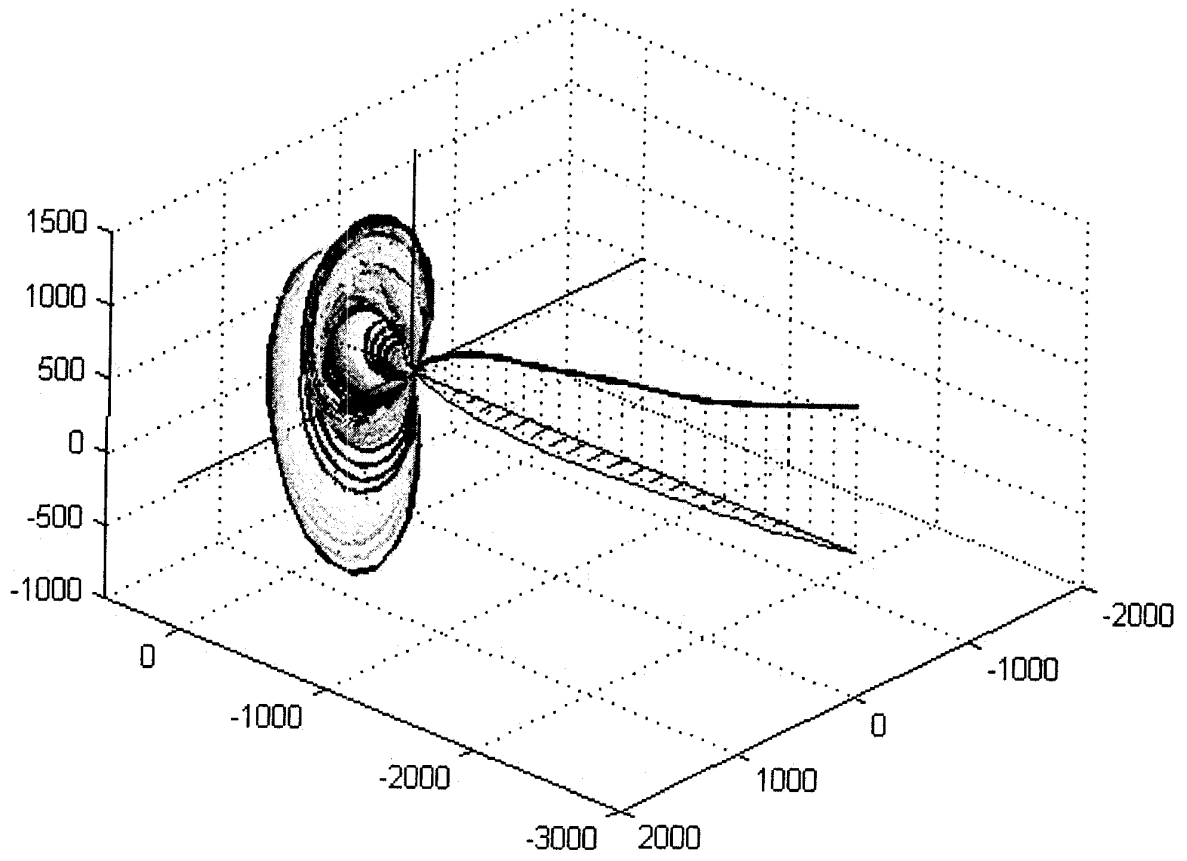


FIG.5



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

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

FA 697785
FR 0703629

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 0 586 302 A (AEROSPATIALE [FR]) 9 mars 1994 (1994-03-09) * page 2, ligne 1 - ligne 16 * * page 2, ligne 36 - page 3, ligne 26 * * page 4, ligne 52 - page 6, ligne 7 * * page 7, ligne 1 - ligne 57 * * page 9, ligne 6 - page 10, ligne 54 * * figures 1,2 *	1-7	G01C23/00 G05D1/12
X	EP 1 742 084 A (RAYTHEON CO [US]) 10 janvier 2007 (2007-01-10) * page 2, alinéa 2 * * page 3, alinéa 11 - alinéa 18 * * page 4, alinéa 22 - page 8, alinéa 33 * * figures 1-3 *	1-7	
X	BEVINGTON J E ET AL: "PRECISION AIDED INERTIAL NAVIGATION USING SAR AND DIGITAL MAP DATA" 1990'S - DECADE OF EXCELLENCE IN THE NAVIGATION SCIENCES. LAS VEGAS, MAR. 20 - 23, 1990, PROCEEDINGS OF THE POSITION LOCATION AND NAVIGATION SYMPOSIUM. (PLANS), NEW YORK, IEEE, US, 20 mars 1990 (1990-03-20), pages 490-496, XP000163828 * page 490, colonne de gauche, alinéas 2,3 * * page 491, colonne de gauche, alinéa 1 * * page 492, colonne de gauche, alinéa 1 - colonne de droite, alinéa 2 * * figures 1,2,5 *	1-7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G01C G01S G05D F41G
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		10 janvier 2008	Yosri, Samir
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0703629 FA 697785**

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 10-01-2008

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 0586302 A	09-03-1994	DE 69306069 D1	02-01-1997
		DE 69306069 T2	03-04-1997
		FR 2695202 A1	04-03-1994
		JP 3362925 B2	07-01-2003
		JP 6316299 A	15-11-1994
		US 5485384 A	16-01-1996

EP 1742084 A	10-01-2007	US 2006293854 A1	28-12-2006
		US 2006293853 A1	28-12-2006
