(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
3 juillet 2014 (03.07.2014)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2014/102261 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G01C 21/16 (2006.01) *G01C 25/00* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2013/077953

(22) Date de dépôt international :
23 décembre 2013 (23.12.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
12 03593 26 décembre 2012 (26.12.2012) FR

(71) Déposant : **SAGEM DEFENSE SECURITE** [FR/FR]; 18-20 Quai du Point du Jour, F-92100 Boulogne-Billancourt (FR).

(72) Inventeurs : **LIGNON, Christian**; Sagem Defense Securite, 18-20 Quai du Point du Jour, F-92100 Boulogne-Billancourt (FR). **GENDRE, Nicolas**; Sagem Defense Securite, 18-20 Quai du Point du Jour, F-92100 Boulogne-Billancourt (FR).

(74) Mandataires : **LAVIALLE, Bruno** et al.; Cabinet Boettcher, 16 rue Médéric, F-75017 Paris (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

(54) **Title** : METHOD FOR COMPARING TWO INERTIAL UNITS INTEGRAL WITH A SAME CARRIER

(54) **Titre** : PROCEDE DE COMPARAISON DE DEUX CENTRALES INERTIELLES SOLIDAIRES D'UN MEME PORTEUR

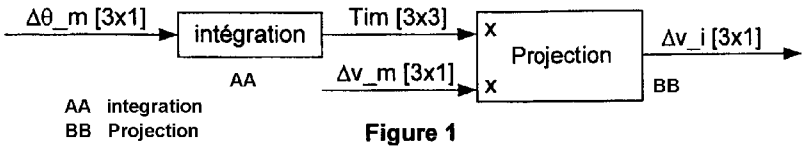


Figure 1

(57) **Abstract** : A method for comparing two inertial units that are integral with a carrier in positions spaced apart from each other and that each comprise three angular measurement sensors and three accelerometer sensors mounted according to the axes of a measurement reference frame unique to each inertial unit, the method comprising the steps of: - over a predefined time period, measuring a specific force and rotations respectively with the accelerometer sensors and the angular measurement sensors of each inertial unit, - correcting a leverage effect to return the reference frames to a same origin, - reconstituting an inertial reference frame of each inertial unit from the measured specific force and the rotations, - comparing the inertial reference frames to determine a discrepancy between them.

(57) **Abrégé** : Procédé de comparaison de deux centrales inertielles qui sont solidaires d'un porteur en des positions écartées l'une de l'autre et qui comportent chacune trois capteurs de mesure angulaire et trois capteurs accélérométriques montés selon les axes d'un repère de mesure propre à chaque centrale inertielle, le procédé comprenant les étapes de : - sur une durée prédéterminée, mesurer une force spécifique et des rotations respectivement avec les capteurs accélérométriques et les capteurs angulaires de chaque centrale inertielle, - corriger un effet de bras de levier pour ramener les repères à une même origine, - reconstituer un repère inertiel de chaque centrale inertielle à partir de la force spécifique et des rotations ainsi mesurées, - comparer les repères inertiels pour déterminer un écart entre eux.

WO 2014/102261 A1

PROCEDE DE COMPARAISON DE DEUX CENTRALES INERTIELLES SOLIDAIRES D'UN MEME PORTEUR

La présente invention concerne le transfert d'attitude (c'est-à-dire l'orientation du porteur dans un repère inertiel) d'une centrale inertielle vers une autre centrale inertielle.

Une centrale inertielle comporte des capteurs accélérométriques et des capteurs angulaires de type gyroscope ou gyromètre qui sont montés sur les axes d'un repère de mesure propre à la centrale inertielle. Les capteurs sont reliés à l'unité de traitement agencé pour traiter les signaux provenant des capteurs de manière à fournir des données de navigation, à savoir une attitude, une vitesse et une position du véhicule porteur auquel la centrale inertielle est fixée.

Il arrive qu'un même véhicule embarque deux centrales inertielles ayant des performances différentes comme par exemple une centrale inertielle précise à court terme mais inutilisable à long terme et une centrale inertielle précise à long terme mais présentant des erreurs cycliques importantes à court et moyen terme. Une bonne précision des données de navigation à court, moyen et long termes est obtenue en comparant des données de navigation, généralement la vitesse ou la position, fournies par les deux centrales inertielles. Cette comparaison est réalisée au moyen d'un filtre de Kalman pour déterminer un modèle d'erreur. Il est ainsi possible d'estimer et corriger les erreurs des capteurs accélérométriques et des capteurs angulaires. Toutefois, la comparaison est réalisée sur une donnée résultant d'un calcul de navigation qui est influencé également par des erreurs liées à l'unité de traitement élaborant des positions ou des vitesses. En outre, l'utilisation d'une don-

née issue de l'unité de traitement rend délicat tout filtrage qui permettrait de faciliter la comparaison ou d'augmenter la fiabilité de celle-ci. Un but de l'invention est de fournir un moyen pour estimer l'orientation d'une centrale inertielle à partir des mesures d'une autre centrale inertielle.

A cet effet, on prévoit, selon l'invention, un Procédé de comparaison de deux centrales inertielles qui sont solidaires d'un porteur en des positions écartées l'une de l'autre et qui comportent chacune trois capteurs de mesure angulaire et trois capteurs accélérométriques montés selon les axes d'un repère de mesure propre à chaque centrale inertielle, le procédé comprenant les étapes de :

- sur une durée prédéterminée, mesurer une force spécifique et des rotations respectivement avec les capteurs accélérométriques et les capteurs angulaires de chaque centrale inertielle,
- corriger un effet de bras de levier pour ramener les repères à une même origine,
- reconstituer un repère inertiel de chaque centrale inertielle à partir de la force spécifique et des rotations ainsi mesurées,
- comparer les repères inertiels pour déterminer un écart entre eux.

Ainsi, le procédé de l'invention effectue une comparaison des repères des centrales inertielles, ces repères étant obtenus à partir de la force spécifique déterminée par les capteurs accélérométriques et les rotations mesurées par les capteurs angulaires. Or, compte tenu de l'invariance de la force spécifique en un point dans un repère inertiel quelconque (c'est-à-dire que les deux centrales inertielles mesurent la même grandeur physique), il est possible de filtrer cette grandeur en vue d'améliorer la fiabilité de la comparaison.

Selon des caractéristiques particulières :

- la reconstitution de la force spécifique dans un repère inertiel est réalisée en calculant un signal correspondant au produit de la force spécifique mesurée dans le repère capteurs et d'une matrice de rotation issue de l'intégration de la mesure des incréments de rotations, ce signal subissant ensuite un filtrage passe-bas et un sous-échantillonnage ;

- la durée prédéterminée est sensiblement égale à la période d'excitation d'erreur de celle des centrales inertielles présentant une fiabilité la plus basse à court terme ;

- l'une des centrales inertielles étant une centrale inertielle à retournement, la durée est au moins égale à la durée d'un cycle complet de retournements ;

- la durée est au moins de l'ordre de quelques minutes ;

- la comparaison est effectuée en calculant une matrice de rotation entre les deux repères inertiels.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit d'un mode de mise en œuvre particulier non limitatif de l'invention.

Il sera fait référence aux dessins annexés, parmi lesquels :

- les figures 1 à 12 sont des schémas blocs montrant les différentes étapes du procédé selon un mode de mise en œuvre préféré de l'invention ;
- la figure 13 est une vue schématique d'un porteur équipé de deux centrales inertielles permettant la mise en œuvre du procédé de l'invention.

A la figure 13 est représenté un porteur 100 tel qu'un avion ou un navire. Deux centrales inertielles 1, 2

(ou centrale inertielle pour unité de mesure inertielle) sont solidaires du porteur 100 en des positions écartées l'une de l'autre. Chaque centrale inertielle 1, 2 comporte trois capteurs de mesure angulaire, ici des gyroscopes 10, et trois capteurs accélérométriques 20 montés selon les axes d'un repère de mesure 30.1, 30.2 propre à chaque centrale inertielle 1, 2.

Les centrales inertielles 1 et 2 ont des performances différentes : par exemple la centrale inertielle 1 présente de meilleures performances à court et moyen termes que la centrale inertielle 2 tandis que la centrale inertielle 2 présente de meilleures performances à long terme que la centrale inertielle 1. Les centrales inertielles 1, 2 peuvent utiliser la même technologie ou des technologies différentes. Les centrales inertielles peuvent ainsi comprendre des capteurs à résonateurs vibrants, des capteurs à fibres optiques… Les centrales inertielles peuvent être fixes (type « strap down ») ou portée par un châssis de stabilisation ou un châssis articulé pour assurer des retournements successifs de la centrales inertielle.

Les centrales inertielles 1, 2 sont reliées à une unité de navigation 40 programmée pour mettre en œuvre le procédé de l'invention dont le fonctionnement est décrit ci-après.

Le procédé comprend les étapes de :

- sur une durée prédéterminée, déterminer une force spécifique et des rotations respectivement avec les capteurs accélérométriques et les capteurs angulaires de chaque centrale inertielle,
- corriger un effet de bras de levier pour ramener les repères à une même origine,
- reconstituer un repère inertiel de chaque centrale inertielle à partir de la force spécifique et des rotations ainsi mesurées,

- comparer les repères inertiels pour déterminer un écart entre eux.

Plus précisément, une durée caractéristique est prédéterminée en premier lieu. Cette durée est de préférence égale à la période d'excitation des erreurs de la centrale inertielle la moins fiable à court terme, soit ici la centrale inertielle 2. Typiquement, pour une centrale inertielle à retournement, on utilise la durée du cycle complet de retournements. La durée de cycle doit être au moins de l'ordre de la demi-heure, pour éviter une division par zéro ou une trop grande vulnérabilité au bruit sur les opérations de la figure 4.

Le signal considéré est un incrément de vitesse Δv_i dans le repère inertiel de calcul de chaque centrale inertielle. Les incréments de vitesse Δv_i (qui concernent les trois axes du repère inertiel de calcul et sont donc modélisables numériquement sous la forme d'une matrice [3x1] comme indiqué sur les figures pour chaque grandeur qui peut l'être) sont obtenus en multipliant les incréments de vitesse Δv_m (qui sont fournis par les accéléromètres de chaque centrale inertielle) par la matrice de rotation Tim (matrice [3x3]) obtenue en intégrant sur la durée caractéristique les incréments angulaires $\Delta\theta_m$ des gyroscopes à chaque instant (figure 1).

Les incréments de vitesse Δv_i subissent un filtrage passe-bas, puis sont sous-échantillonnés pour obtenir des incréments de vitesse basse fréquence Δv_i_BF (figure 2). La période de sous-échantillonnage est par exemple comprise entre 3 et 30 secondes. Le filtre passe-bas peut être de différents types, mais doit assurer le respect du critère de Shannon pour le sous-échantillonnage. On notera que ce filtrage est rendu possible par l'invariance de la force spécifique en un point dans un repère inertiel quelconque. En outre, les incréments Δv_i en ques-

tion étant des signaux à trois composantes, le filtrage se fait indépendamment sur les trois voies.

Les incréments de vitesse basse fréquence Δv_i_BF sont ensuite normés. Les incréments normés rentrent dans une file de mémoire, ce qui permet pour l'étape suivante d'utiliser simultanément le dernier incrément normé produit fi, et un incrément normé retardé d'exactement un cycle fi_ret (figure 3). Les incréments normés fi et fi_ret sont modélisables numériquement sous forme de matrice [3x1]. Les incréments normés fi et fi_ret sont représentatifs de la force spécifique et sont différents l'un de l'autre pour une même centrale inertielle du fait de la rotation terrestre ayant eu lieu pendant le cycle considéré. Les incréments normés fi et fi_ret déterminés pour la centrale inertielle 1 sont censés être respectivement identiques à ceux déterminés pour la centrale inertielle 2 à l'exception de l'influence des bras de levier résultant de la différence de position entre les deux centrales inertielles 1 et 2. Pour éviter leur influence, les bras de leviers sont corrigés prélablement de façon classique.

La somme v_somme et la différence v_diff des deux incréments normés fi et fi_ret sont calculées. Les vecteurs a et b sont les vecteurs obtenus en normant la somme et la différence (figure 4).

Il est ensuite déterminé par concaténation une matrice [3x3] Ti. Les trois colonnes de la matrice Ti sont le vecteur a, le vecteur b, et leur produit vectoriel a^b (figure 5).

Toutes les opérations décrites jusqu'à présent sont appliquées à chacune des deux centrales inertielles, ce qui permet de produire deux matrices Ti_UMI1 et Ti_UMI2 dont le calcul est complètement indépendant (figure 6). Toutefois, la durée de cycle utilisée dans le calcul doit être la même. Sur cette figure, les incréments de vitesse

Δv_m_UMI1, Δv_m_UMI2 sont fournis respectivement par les accéléromètres de chaque centrale inertielle 1, 2 et les incréments angulaires Δθ_m_UMI1, Δθ_m_UMI2 sont fournis respectivement par les gyroscopes de chaque centrale inertielle 1, 2.

Les matrices Ti_UMI1 et Ti_UMI2 servent de base à des calculs d'attitude permettant de déterminer des biais d'attitude notés biais_attitude sur la figure 6. Ces calculs de biais d'attitude sont explicités en référence aux figures 7 à 10.

Il est ensuite calculé la matrice de rotation Tii assurant le passage de la matrice Ti_UMI1 à la matrice Ti_UMI2. La matrice Tii est une matrice [3x3] obtenue en multipliant la matrice Ti_UMI1 par la transposée de la matrice Ti_UMI2. On en déduit le quaternion Qii_temp (figure 7). Les algorithmes de transformation d'une matrice [3x3] en quaternion [4x1] sont du domaine public.

Le quaternion Qii (voir la figure 8) s'obtient simplement en mettant le signe de Qii_temp en cohérence avec le résultat scal du produit scalaire du quaternion Qii_temp et du quaternion Qii du pas de temps précédent. Le quaternion Qii représente une valeur instantanée (on parle ici d'instantanée par opposition à une valeur moyenne mentionnée plus loin et obtenue sur un temps d'intégration plus long).

Qii rentre alors dans une file de mémoire comprenant les valeurs sur une durée d'un cycle (figure 9).

Deux quaternions intermédiaires sont calculés. Le premier quaternion intermédiaire est la moyenne glissante sur un cycle de Qii (moyenne composante par composante) qui est ensuite normée (pour que le résultat soit un quaternion unitaire, donc un quaternion de rotation). Le premier quaternion intermédiaire représente donc une valeur moyenne. Le second quaternion intermédiaire est le conjugué du quaternion Qii, retardé d'un demi-cycle. Le

produit Qii_revers des deux quaternions intermédiaire résulte de la multiplication des deux quaternions intermédiaires. Le produit Qii_revers représente ainsi les écarts de la matrice de rotation instantanée par rapport à une matrice de rotation moyenne.

Les angles de biais d'attitude biais_attitude s'obtiennent en faisant l'extraction du vecteur de rotation à partir de Qii_revers (figure 10). Différentes méthodes (celles employant l'hypothèse des petits angles donnent des calculs très simples) permettent d'inverser la formule :

$Q = \left[\cos\left(\frac{\|\vec{B}\|}{2}\right) \quad \frac{\vec{B}}{\|\vec{B}\|} \sin\left(\frac{\|\vec{B}\|}{2}\right) \right]$, $\vec{B}$ étant le vecteur composé des trois angles de biais d'attitude.

Parallèlement, La matrice Tim et les incréments $\Delta\theta_m$ sont utilisés pour calculer, pour chaque terme d'erreur du modèle, une estimation des erreurs (prédites) d'attitude ε_i qu'il génère (figure 11).

Ces erreurs prédites ε_i sont sous-échantillonnées, puis les valeurs basse fréquence sont d'une part moyennées (moyenne glissante sur un cycle) et d'autre part retardées avant de soustraire les valeurs basses fréquence moyennées aux valeurs basse fréquence retardées (figure 12). On calcule ainsi un « écart à la moyenne » ε_i_BF, en phase avec le biais d'attitude biais_attitude calculé par la chaîne de la figure 10.

Selon un découpage temporel déterminé à l'avance (fixé en fonction des excitations auxquelles on soumet une des centrales inertielles), les biais d'attitude tout comme les erreurs prédites sont rentrés dans une pile mémoire pour permettre l'identification d'un modèle en fonction de ε_i_BF visant à compenser les biais d'attitude.

Le procédé de l'invention suppose que les erreurs accélérométriques sont préalablement corrigés par un mo-

dèle accélérométrique. Il est également réalisé une mesure des erreurs gyrométriques relatives. Cette mesure est réalisée grâce aux variations d'attitude ou par exemple par rapport à un modèle gyroscopique connu ou en effectuant des sollicitations cycliques d'une des centrales (par exemple un retournement). Il serait également possible de mesurer les différences d'attitude en utilisant des moyens dédiés comme des codeurs d'angles, une caméra, des moyens optiques...

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits mais englobe toute variante entrant dans le champ de l'invention telle que définie par les revendications.

REVENDICATIONS

1. Procédé de comparaison de deux centrales inertielles qui sont solidaires d'un porteur en des positions écartées l'une de l'autre et qui comportent chacune trois capteurs de mesure angulaire et trois capteurs accélérométriques montés selon les axes d'un repère de mesure propre à chaque centrale inertielle, le procédé comprenant les étapes de :

- sur une durée prédéterminée, mesurer une force spécifique et des rotations respectivement avec les capteurs accélérométriques et les capteurs angulaires de chaque centrale inertielle,

- corriger un effet de bras de levier pour ramener les repères à une même origine,

- reconstituer un repère inertiel de chaque centrale inertielle à partir de la force spécifique et des rotations ainsi mesurées,

- comparer les repères inertiels pour déterminer un écart entre eux.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la comparaison des deux repères inertiels est effectuée pour déterminer une matrice de rotation instantanée entre les repères inertiels.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel des biais d'attitude et des erreurs d'attitude sont déterminés à partir d'écarts entre la matrice de rotation instantanée et une matrice de rotation moyenne, et le procédé comprend une étape d'introduire les biais et les erreurs d'attitude dans un modèle visant à compenser les écarts d'attitude.

4. Procédé selon la revendication 2, dans lequel la reconstitution est réalisée en calculant un signal correspondant au produit des incréments de vitesse utilisés pour la détermination de la force spécifique et de la

matrice de rotation instantanée, ce signal subissant ensuite un filtrage passe-bas et un sous-échantillonnage respectant le critère de Shannon.

5. Procédé selon la revendication 2, dans lequel la durée prédéterminée est sensiblement égale à la période d'excitation d'erreur de celle des centrales inertielles présentant une fiabilité la plus basse à court terme.

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel l'une des centrales inertielles étant une centrale inertielle à retournement, la durée est au moins égale à la durée d'un cycle complet de retournements.

7. Procédé selon la revendication 5, dans lequel la durée est au moins de l'ordre d'une demi-heure.

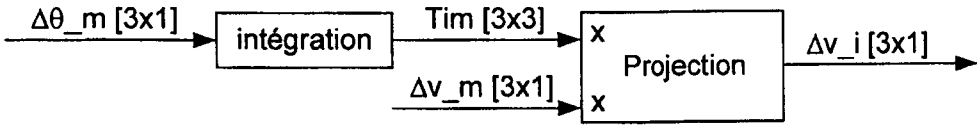


Figure 1

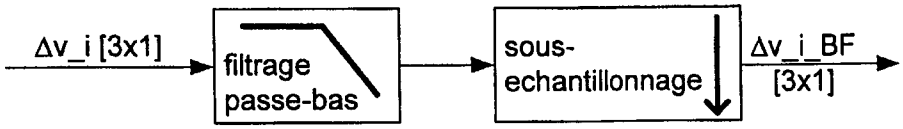


Figure 2

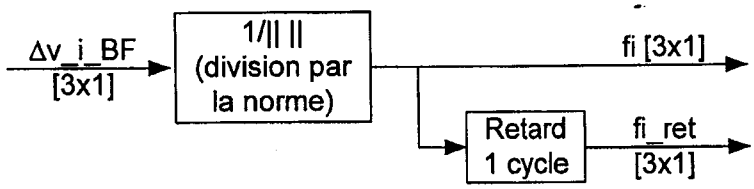


Figure 3

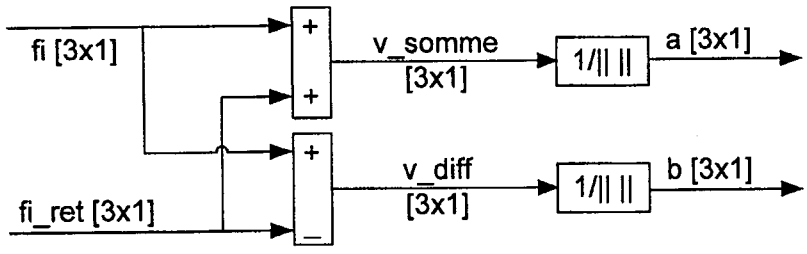


Figure 4

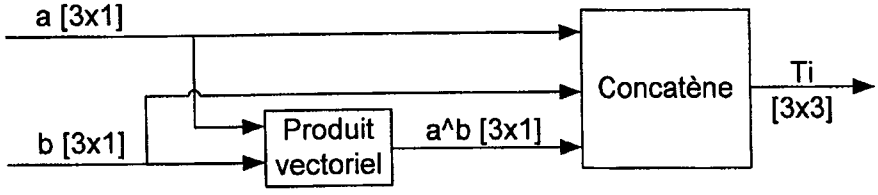


Figure 5

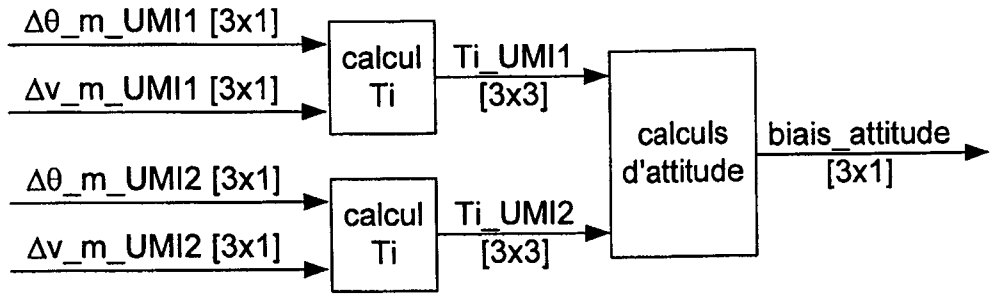


Figure 6

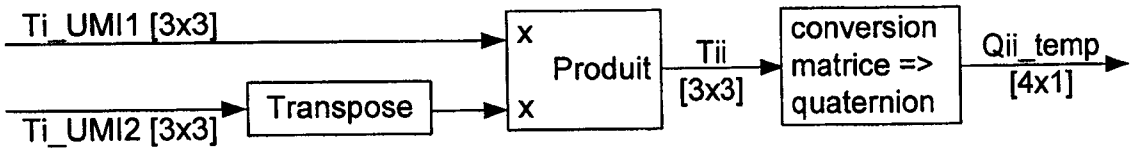


Figure 7

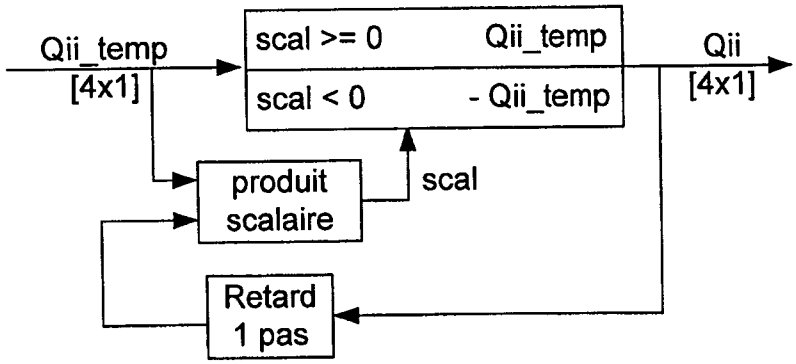


Figure 8

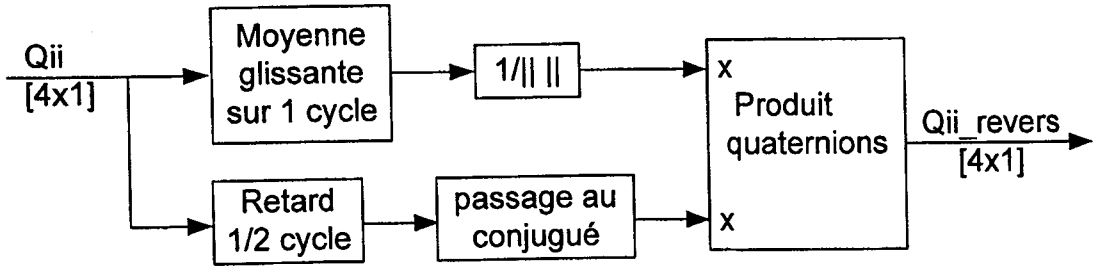


Figure 9



Figure 10

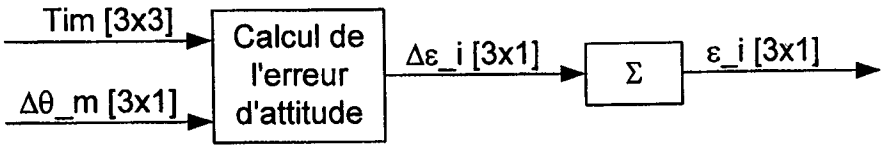


Figure 11

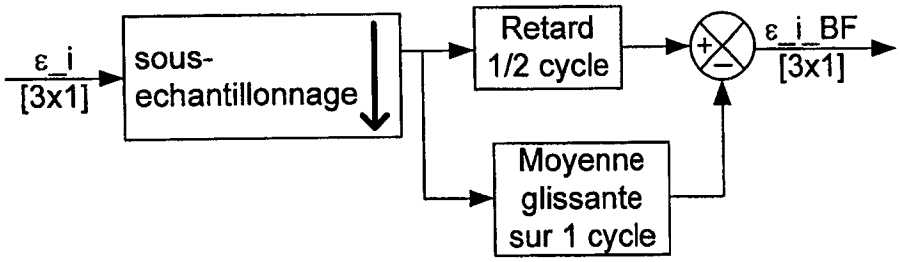


Figure 12

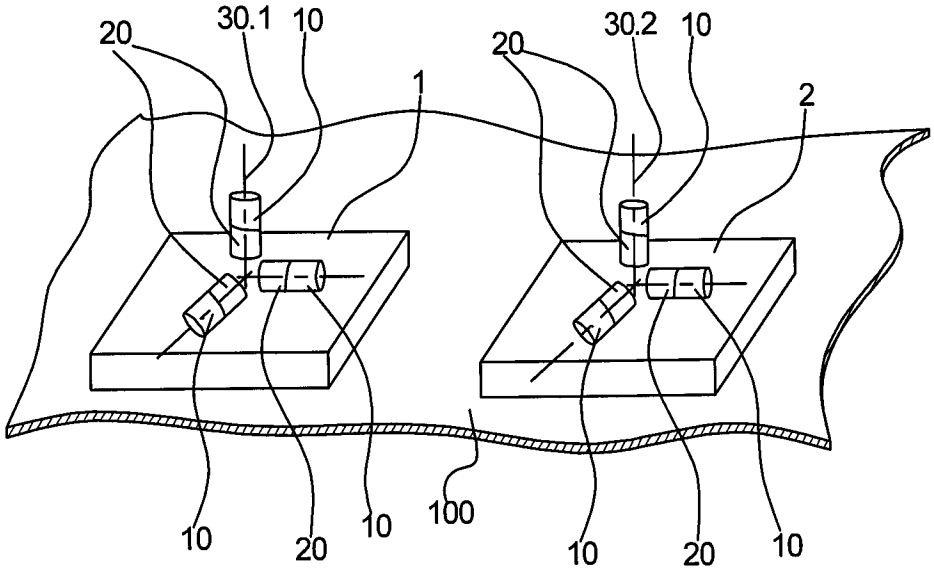


Figure 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/077953

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01C21/16 G01C25/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 192 385 A1 (TNO [NL]) 2 June 2010 (2010-06-02) figure 3 paragraphs [0019], [0032] - [0039], [0044] - [0045], [0053] - [0054], [0061]	1,2,4-7
A	US 7 066 004 B1 (KOHLER STEWART M [US] ET AL) 27 June 2006 (2006-06-27) figures 8A-8B column 11, line 37 - column 13, line 63	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
22 January 2014	31/01/2014

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Faivre, Olivier

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2013/077953

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2192385 A1	02-06-2010	CN 102272554 A	07-12-2011
		EP 2192385 A1	02-06-2010
		EP 2361369 A1	31-08-2011
		US 2011276262 A1	10-11-2011
		WO 2010062176 A1	03-06-2010
US 7066004 B1	27-06-2006	US 7066004 B1	27-06-2006
		US 7212944 B1	01-05-2007

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2013/077953

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G01C21/16 G01C25/00
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
G01C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 2 192 385 A1 (TNO [NL]) 2 juin 2010 (2010-06-02) figure 3 alinéas [0019], [0032] - [0039], [0044] - [0045], [0053] - [0054], [0061] -----	1,2,4-7
A	US 7 066 004 B1 (KOHLER STEWART M [US] ET AL) 27 juin 2006 (2006-06-27) figures 8A-8B colonne 11, ligne 37 - colonne 13, ligne 63 -----	1-7

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
22 janvier 2014	31/01/2014

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Faivre, Olivier

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2013/077953

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2192385 A1	02-06-2010	CN 102272554 A	07-12-2011
		EP 2192385 A1	02-06-2010
		EP 2361369 A1	31-08-2011
		US 2011276262 A1	10-11-2011
		WO 2010062176 A1	03-06-2010
US 7066004 B1	27-06-2006	US 7066004 B1	27-06-2006
		US 7212944 B1	01-05-2007