



- (51) Classification internationale des brevets :
H04N 5/349 (2011.01) H04N 3/14 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2013/078094
- (22) Date de dépôt international :
27 décembre 2013 (27.12.2013)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1350162 9 janvier 2013 (09.01.2013) FR
- (71) Déposant : SAGEM DEFENSE SECURITE [FR/FR];
18-20 Quai du Point du Jour, F-92100 Boulogne-Billancourt (FR).
- (72) Inventeur : DAVID, Camille; Sagem Defense Securite,
18-20 Quai du Point du Jour, F-92100 Boulogne-Billancourt (FR).
- (74) Mandataires : BEAUDOUIN-LAFON, Emmanuel et al.;
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).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR MOVING A DIGITAL IMAGE SENSOR IN ORDER TO CALIBRATE THE SENSOR OR IMPROVE THE RESOLUTION OF THE IMAGE

(54) Titre : PROCÉDE POUR DEPLACER UN CAPTEUR D'IMAGE NUMERIQUE AFIN DE LE CALIBRER OU D'AUGMENTER SA RESOLUTION

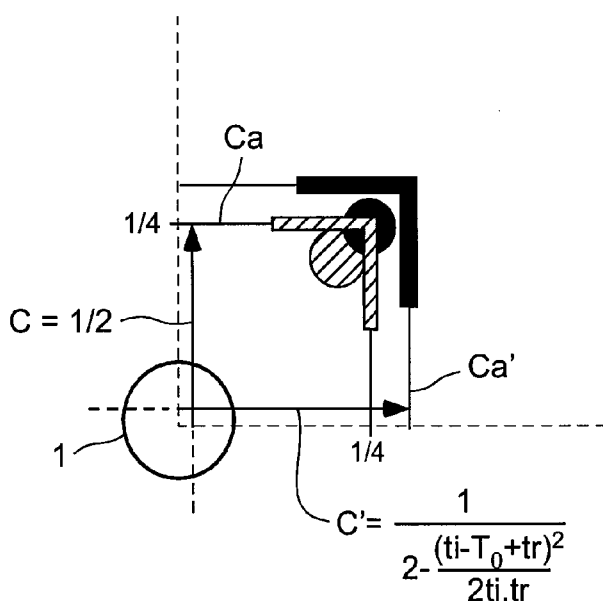


FIG. 2

(57) Abstract : The invention relates to a method for controlling the movement actuators of a digital image sensor, or actuators of a group of optical lenses associated with the digital sensor, in order to follow a path (Ca'; Ce') in a cyclical manner, the sensor being activated for a pre-determined integration time (ti) four times during each cycle covering the path (Ca'; Ce'). According to the invention: the path (Ca'; Ce') is established from a base path (Ca; Ce) that passes through the vertices of a square (Ca), the sides of which equal half of the distance between two consecutive acquisition points of the sensor; and the dimensions of the base path (Ca; Ce) are increased by a suitable factor so that the barycentres of the four path portions (Ca'; Ce') covered during each integration match the vertices of the square (Ca).

(57) Abrégé : Procédé pour piloter des actionneurs de déplacement d'un capteur d'image

[Suite sur la page suivante]



Publiée :

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

numérique, ou des actionneurs d'un ensemble de lentilles optiques associées à un capteur numérique, afin de suivre cycliquement une trajectoire (Ca'; Ce'), le capteur étant activé pendant un temps d'intégration prédéterminé (ti) quatre fois durant chaque cycle de parcours de cette trajectoire (Ca'; Ce'), dans lequel : - la trajectoire (Ca'; Ce') est établie à partir d'une trajectoire de base (Ca; Ce) passant par les sommets d'un carré (Ca) dont les côtés valent la moitié de la distance séparant deux points d'acquisition consécutifs du capteur; - en augmentant les dimensions de cette trajectoire de base (Ca; Ce) d'un facteur approprié pour que les barycentres des quatre portions de trajectoire (Ca'; Ce') parcourues respectivement pendant chaque intégration coïncident avec les sommets du carré (Ca).

PROCEDE POUR DEPLACER UN CAPTEUR D'IMAGE NUMERIQUE AFIN DE LE CALIBRER OU D'AUGMENTER SA RESOLUTION

5 L'invention concerne le pilotage de micro déplacements de capteurs d'acquisition d'image numérique.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

Il est connu du document W02007/025832 de déplacer un capteur d'image numérique durant l'acquisition de l'image pour constituer une image ayant une résolution
10 supérieure à la résolution réelle du capteur, ou bien pour étalonner le capteur.

Le capteur numérique est alors monté sur des actionneurs piézoélectriques pilotés pour lui faire suivre une trajectoire carrée qu'il parcourt pendant la durée
15 d'acquisition d'une image numérique, cette durée d'acquisition valant par exemple un vingt-cinquième de seconde.

La longueur d'un côté de la trajectoire carrée vaut la moitié de la distance séparant deux points d'acquisition (ou pixels) du capteur numérique, et le capteur
20 est piloté pour réaliser une acquisition à chaque sommet de cette trajectoire carrée.

Le nombre de points de l'image vaut alors quatre fois le nombre de points d'acquisition que comporte réellement le capteur, de sorte que l'image a une résolution
25 effective valant quatre fois la résolution réelle du capteur.

Le capteur est ainsi activé quatre fois durant chaque parcours de la trajectoire prédéterminée, pour réaliser quatre intégrations c'est-à-dire quatre acquisitions.
30

Lorsque les conditions de luminosité donnent lieu à des temps d'intégration importants le capteur est en cours de déplacement pendant tout ou partie de chaque intégration, ce qui dégrade l'image finale.

35 OBJET DE L'INVENTION

Le but de l'invention est de proposer une solu-

tion pour remédier à cet inconvénient.

RESUME DE L'INVENTION

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé pour piloter des actionneurs de déplacement d'un capteur d'image numérique et/ou des actionneurs de déplacement d'un ensemble de lentilles optiques associées à un capteur numérique, afin de suivre cycliquement une trajectoire en vue d'établir une image numérique ayant une résolution supérieure à celle du capteur, le capteur étant activé pendant un temps d'intégration prédéterminé quatre fois durant chaque cycle de parcours de cette trajectoire. Dans ce procédé :

- la trajectoire est établie à partir d'une trajectoire de base passant par les sommets d'un carré dont les côtés ont une longueur qui est un multiple de la moitié de la distance séparant deux points d'acquisition consécutifs du capteur ;

- les dimensions de cette trajectoire de base sont augmentées d'un facteur approprié pour que les barycentres des quatre portions de trajectoire parcourues respectivement pendant chaque intégration coïncident avec les sommets du carré.

L'invention concerne également un procédé tel que défini ci-dessus, dans lequel la trajectoire de base est un carré, et dans lequel la trajectoire établie à partir de la trajectoire de base est parcourue avec des temps d'immobilisation à chaque sommet du carré.

L'invention concerne également un procédé tel que défini ci-dessus, dans lequel la trajectoire de base est circulaire.

L'invention concerne également un procédé tel que défini ci-dessus, dans lequel la trajectoire de base passe par les sommets d'un carré dont les côtés ont une longueur qui vaut la moitié de la distance séparant deux points d'acquisition consécutifs du capteur.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

La figure 1 montre les points réels d'un capteur d'image et les points d'une image obtenue en déplaçant ce capteur selon une trajectoire carrée dont les cotés mesurent la moitié de la distance séparant les points réels du capteur ;

La figure 2 montre la correction de la longueur des côtés des carrés décrits par le capteur conformément à l'invention ;

La figure 3 montre les points réels d'un capteur d'image et les points d'une image obtenue en déplaçant ce capteur selon une trajectoire circulaire passant par les sommets d'un carré ayant des côtés mesurant la moitié de la distance séparant les points réels ;

La figure 4 montre la correction du rayon du cercle décrit par le capteur conformément à l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

L'idée à la base de l'invention est d'augmenter les dimensions de la trajectoire parcourue par le capteur d'un facteur approprié pour que les barycentres des quatre portions de trajectoire parcourues respectivement pendant les quatre phases d'intégration coïncident avec les sommets d'un carré dont les côtés mesurent la moitié de la distance séparant deux points consécutifs du capteur.

Un tel capteur d'image numérique qui est partiellement représenté de manière symbolique en figure 1 comporte une série de points d'acquisition ou pixels, repérés par 1, régulièrement répartis selon les intersections d'un quadrillage régulier à mailles carrées. Ce capteur est monté sur des actionneurs, tels que des actionneurs piézoélectriques, pour être déplacé durant une acquisition d'image dans le but de constituer une image ayant une résolution surfacique valant quatre fois celle du capteur.

Dans l'exemple des figures 1 et 2, les actionneurs piézoélectriques sont pilotés pour suivre une trajectoire carrée durant le temps d'acquisition d'une image, de manière à réaliser quatre intégrations durant
5 chaque parcours de cette trajectoire. Ceci permet de réaliser une image ayant une résolution quatre fois supérieure à celle du capteur. Les points de l'image sont représentés par les points noirs pleins de petit diamètre repérés par 2, alors que les points réels du capteur (ou
10 pixels) sont représentés par les cercles 1 qui ont un diamètre plus grand que les points 2.

La trajectoire carrée est parcourue en quatre étapes : les actionneurs sont pilotés pour parcourir un premier côté de la trajectoire carrée, pour s'arrêter sur
15 le sommet délimitant une extrémité de ce côté, avant de parcourir le côté suivant, etc.

Dans ce contexte, on note " t_i " le temps d'intégration du capteur, " t_r " le temps de réaction des actionneurs qui est le temps de parcours d'un côté de la trajectoire, et l'on note " T_o " le quart de la période d'acquisition d'une image.
20

Le temps d'arrêt à chaque sommet vaut $T_o - t_r$, et s'il est inférieur au temps d'intégration t_i du capteur, alors au moins une partie de chaque intégration est réalisée pendant le déplacement du capteur. Dans ce cas,
25 chaque point du capteur parcourt une portion de trajectoire de part et d'autre du sommet du carré pendant chaque intégration : il parcourt d'abord une portion rectiligne correspondant à la fin du côté en cours, il est ensuite arrêté sur le sommet du carré, puis il parcourt une
30 autre portion rectiligne correspondant au début du côté suivant.

Cela se traduit par le fait que le barycentre de la portion parcourue qui est représenté sous forme d'un
35 cercle hachuré dans la figure 2, est décalé par rapport

au point d'image que l'on souhaite acquérir, à savoir le disque noir dans la figure 2. Cette distorsion conduit à acquérir des points répartis selon les sommets d'un quadrillage formé d'une alternance de grandes et de petites mailles carrées, et non pas selon un quadrillage régulier.

Selon l'invention, la trajectoire suivie effectivement par le capteur est corrigée pour compenser le décalage géométrique dû au fait que le temps d'intégration est supérieur au temps d'arrêt au sommet : les dimensions de la trajectoire sont d'autant plus grandes que les temps d'intégration du capteur sont importants, pour faire coïncider les barycentres de chaque portion de trajectoire parcourue par le capteur durant l'intégration, avec les points de l'image à acquérir.

La trajectoire effective Ca' est déterminée à partir d'une trajectoire de base Ca dont les dimensions, à savoir la longueur des côtés, sont modifiées en fonction du temps d'intégration t_i du capteur.

Dans l'exemple des figures 1 et 2, la trajectoire de base est un carré Ca dont les côtés ont une longueur C qui vaut la moitié de la distance séparant deux points 1 (ou pixels) du capteur. Cette longueur C est augmentée pour prendre la valeur C' qui est telle que le barycentre de chaque portion de la trajectoire carrée Ca' parcourue par un point du capteur durant une intégration coïncide avec le point image 2 que l'on souhaite acquérir.

Autrement dit, la longueur C' est choisie pour que les barycentres des quatre portions de la trajectoire carrée Ca' parcourues par le point du capteur durant chaque intégration soient situés sur les sommets d'un carré dont les côtés mesurent la moitié de la distance séparant deux points du capteur.

Dans ces conditions, les points effectivement acquis par le capteur sont répartis de manière uniforme se-

lon les intersections d'un quadrillage régulier dont les côtés de chaque maille mesurent la moitié de la distance séparant deux points du capteur.

5 Le barycentre pris en compte dans ce contexte est le barycentre du parcours du point du capteur pendant le temps d'intégration, pondéré par son temps de séjour en chaque point de ce parcours.

10 La longueur C' est ainsi déterminée à partir des valeurs de t_i , T_o et t_r , conformément à la relation ci-après lorsque $t_i > T_o - t_r$: $C' = 1/(2-(t_i-T_o+t_r)^2/2t_i.t_r)$, ce qui permet d'assurer que les barycentres des quatre portions de trajectoire parcourues par le capteur durant l'intégration coïncident avec les sommets d'un carré dont les côtés mesurent la moitié de la distance séparant deux points d'acquisition consécutifs. Dans le cas où l'on a
15 $t_i < T_o - t_r$, on prend $C' = 1/2$.

Dans le second mode de réalisation de l'invention, le capteur est du même type que le capteur du premier mode de réalisation, mais il est mû par les actionneurs tels que des actionneurs piézoélectriques, selon
20 une trajectoire parcourue sans arrêt qui est une trajectoire circulaire, comme visible aux figures 3 et 4. Comme on le comprend, dans ce mode opératoire, les intégrations du capteur sont nécessairement réalisées pendant que le capteur est en mouvement : il n'y a pas de phase d'immobilisation du capteur.
25

Dans ce cas, la trajectoire circulaire effective est un cercle C_e' dont le rayon R' a été déterminé pour que les barycentres de chacun des quatre arcs balayés pendant une intégration de capteur, soient situés sur les sommets d'un carré dont les côtés mesurent la moitié de la distance séparant deux points du capteur.
30

Cette trajectoire effective peut être déterminée à partir d'une trajectoire circulaire de base C_e ayant un rayon R valant la moitié de la distance séparant deux
35

points du capteur multipliée par la moitié de la racine carrée de deux, et passant donc par les quatre sommets d'un carré dont les côtés mesurent la moitié de la distance séparant deux points du capteur. Il s'agit alors
5 d'augmenter le rayon d'autant plus que le temps d'intégration t_i est grand, jusqu'à ce que le barycentre de chaque arc balayé durant une intégration coïncide avec un sommet d'un carré dont les côtés valent la moitié de la distance séparant deux points du capteur.

10 Si l'on note " a " la mesure du secteur angulaire correspondant à l'arc balayé par le capteur durant une intégration, alors le rayon R' de la trajectoire circulaire effective C_e' vaut un quart de racine de deux multiplié par l'angle balayé et divisé par le sinus du demi-angle balayé, comme montré à la figure 4.
15

Dans ces conditions, les barycentres de chacun des quatre arcs parcourus par un point durant une acquisition d'image coïncident avec les sommets d'un carré dont les côtés mesurent la moitié de la distance séparant
20 deux points consécutifs du capteur.

D'une manière générale, dans les exemples illustrés sur les figures, la trajectoire de base passe par un carré dont les côtés ont pour longueur la moitié de la distance séparant deux points consécutifs du capteur.

25 Mais il est également possible de mettre en œuvre l'invention en choisissant des trajectoires de base passant par les sommets d'un carré dont les côtés ont pour longueur non pas la moitié de la distance séparant deux points consécutifs du capteur, mais un multiple de la
30 moitié de cette distance.

Il est par exemple possible de mettre en œuvre l'invention en choisissant une trajectoire de base passant par les sommets d'un carré ayant pour longueur une fois et demi ou bien deux fois et demi la distance séparant
35 deux points consécutifs du capteur d'image numéri-

que.

5 Dans les exemples décrits ci-dessus, les action-
neurs déplacent le capteur d'acquisition d'image, mais
comme on l'aura compris, l'invention s'applique aussi
bien à une situation où les actionneurs sont agencés pour
déplacer un groupe ou un ensemble de lentilles associés
au capteur, de manière à produire le même effet.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour piloter des actionneurs de déplacement d'un capteur d'image numérique, et/ou des actionneurs de déplacement d'un ensemble de lentilles optiques associées à un capteur numérique, afin de suivre cycliquement une trajectoire (Ca' ; Ce') en vue d'établir une image numérique ayant une résolution supérieure à celle du capteur, le capteur étant activé pendant un temps d'intégration prédéterminé (t_i) quatre fois durant chaque cycle de parcours de cette trajectoire (Ca' ; Ce'), dans lequel :

- la trajectoire (Ca' ; Ce') est établie à partir d'une trajectoire de base (Ca ; Ce) passant par les sommets d'un carré (Ca) dont les côtés ont une longueur valant un multiple de la moitié de la distance séparant deux points d'acquisition consécutifs du capteur ;

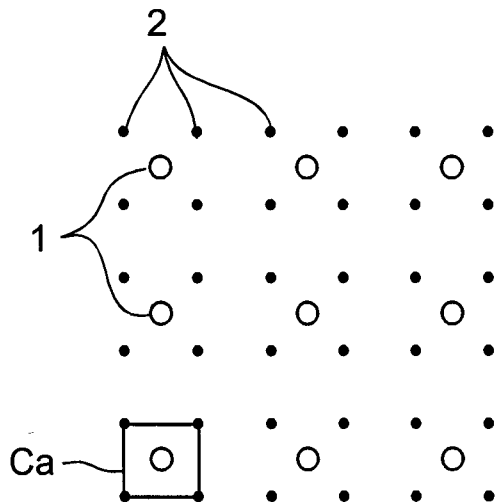
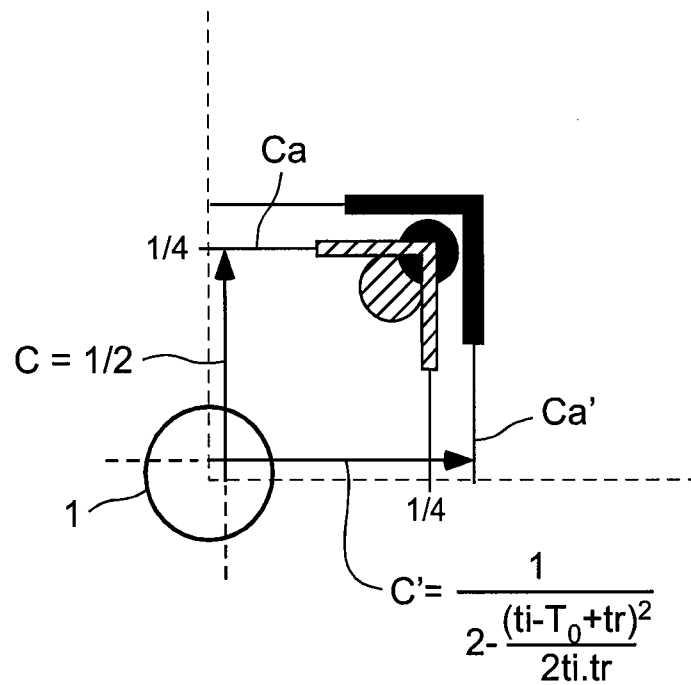
- en augmentant les dimensions de cette trajectoire de base (Ca ; Ce) d'un facteur approprié pour que les barycentres des quatre portions de trajectoire (Ca' ; Ce') parcourues respectivement pendant chaque intégration coïncident avec les sommets du carré (Ca).

2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel la trajectoire de base est un carré (Ca), et dans lequel la trajectoire (Ca') établie à partir de la trajectoire de base (Ca) est parcourue avec des temps d'immobilisation à chaque sommet du carré (Ca).

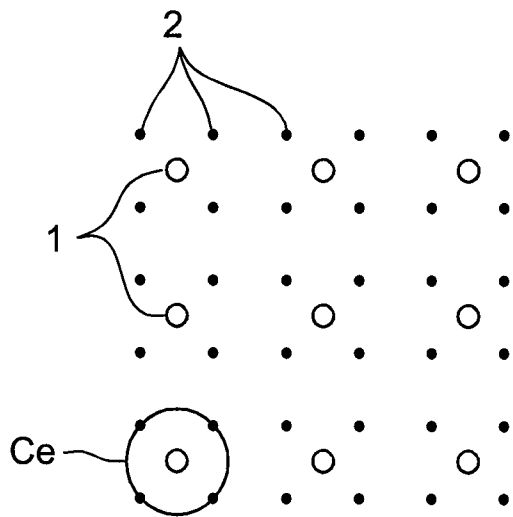
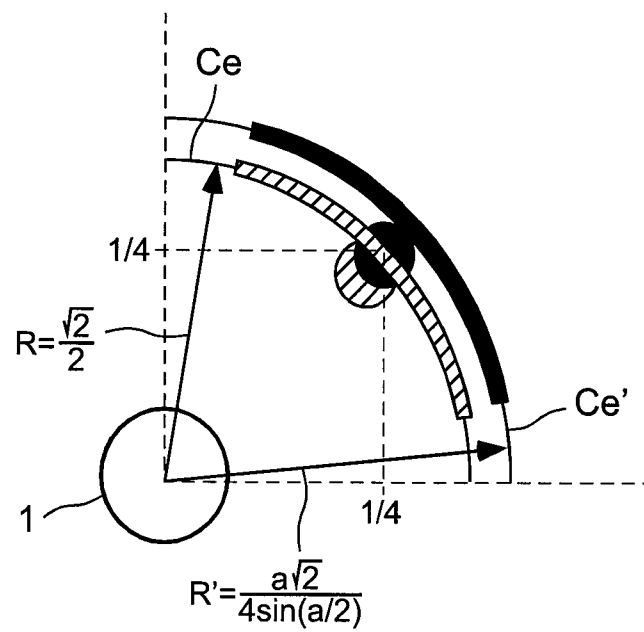
3. Procédé selon la revendication 1 dans lequel la trajectoire de base (Ce) est circulaire.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la trajectoire de base (Ca ; Ce) passe par les sommets d'un carré (Ca) dont les côtés ont une longueur valant la moitié de la distance séparant deux points d'acquisition consécutifs du capteur.

1/2

FIG. 1FIG. 2

2/2

FIG. 3FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/078094

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H04N5/349 H04N3/14
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)
H04N

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2007/025832 A1 (THALES HOLDINGS UK PLC [GB]; CRAIG ROBERT LAWRENCE [GB]; HAINING ANDRE) 8 March 2007 (2007-03-08) -----	1



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

14 March 2014

Date of mailing of the international search report

21/03/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bernas, Yves

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/078094

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2007025832 A1	08-03-2007	EP 1920595 A1	14-05-2008
		GB 2428926 A	07-02-2007
		WO 2007025832 A1	08-03-2007

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2013/078094

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H04N5/349 H04N3/14 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) H04N		
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		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2007/025832 A1 (THALES HOLDINGS UK PLC [GB]; CRAIG ROBERT LAWRENCE [GB]; HAINING ANDRE) 8 mars 2007 (2007-03-08) -----	1
☐ 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	
14 mars 2014	21/03/2014	
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		Bernas, Yves

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

PCT/EP2013/078094

Formulaire PCT/ISA/210 (annexe familles de brevets) (avril 2005)