(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 792 149**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **99 04528**

(51) Int Cl[7] : **H 04 N 5/30**

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 12.04.99.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 13.10.00 Bulletin 00/41.

(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 :**

(71) **Demandeur(s) :** *COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE Etablissement de caractère scientifique technique et industriel* — FR.

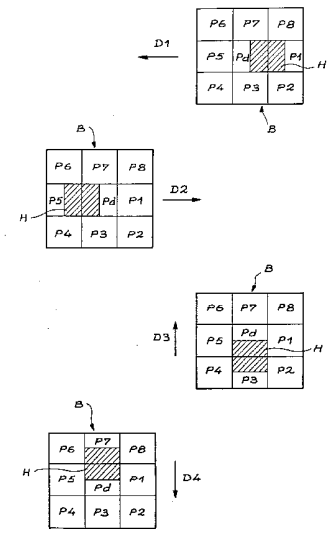
(72) **Inventeur(s) :** KOENIG ANNE, DINTEN JEAN MARC, GLIERE ALAIN et MONNET OLIVIER.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** BREVATOME.

(54) PROCEDE DE FORMATION D'UNE IMAGE.

(57) Procédé de formation de l'image d'un objet obtenue par un dispositif de prises de vues comprenant un réseau (B) de pixels détecteur, chaque pixel étant susceptible de détecter une zone donnée de l'objet, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de déplacements successifs (D1, D2, D3, D4) du dispositif de prise de vues par rapport à l'objet de façon que toute zone donnée de l'objet puisse être détectée par au moins un pixel voisin (P1, P5) du pixel susceptible de détecter la zone donnée.



FR 2 792 149 - A1

PROCEDE DE FORMATION D'UNE IMAGE

Domaine technique et art antérieur

L'invention concerne un procédé de formation d'une image obtenue par un dispositif de prises de vues comprenant un réseau de pixels détecteur.

Par réseau de pixels, il faut entendre une structure de pixels sous forme matricielle ou sous forme de barrette.

L'invention s'applique plus particulièrement à la correction effectuée sur le signal détecté par un réseau de pixels du fait de la présence de pixels en défaut au sein de ce réseau. Par pixel en défaut, il faut entendre un pixel qui n'est plus apte à détecter correctement le rayonnement qu'il reçoit. Il peut s'agir d'un pixel en panne franche ou encore d'un pixel dont le signal détecté est très bruité.

L'invention trouve une application particulièrement avantageuse dans le domaine de l'imagerie médicale utilisant des gamma-caméras intégrant un détecteur sous forme de réseaux de pixels à base de matériau semi-conducteur comme le CdZnTe, le CdTe ou le HgI_2.

De façon plus générale, cependant, l'invention concerne tout type d'application concernant les techniques d'obtention d'images à partir de détecteurs structurés en réseaux de pixels et sensibles à différents types de rayonnements (γ, X, infrarouge).

Un détecteur de gamma-caméra constitué de plusieurs milliers de pixels en matériau semi-conducteur CdZnTe doit pouvoir fonctionner si l'un ou plusieurs de ses pixels sont en défaut.

Le réseau de pixels d'une gamma-caméra est constitué de pixels régulièrement espacés, surmonté d'un collimateur préférentiellement à trous carrés.

Le collimateur est placé devant le réseau de pixels afin de ne conserver que le rayonnement d'incidence perpendiculaire à la surface des pixels. Les détecteurs CdZnTe convertissent directement l'énergie des photons gamma en porteurs de charges. La collecte des porteurs de charges est réalisée grâce à des contacts déposés sur chaque pixel auxquels on applique une haute tension de polarisation. L'amplification ainsi que la mise en forme du signal sont ensuite réalisées par un circuit électronique dont la sortie numérique fournit la valeur affectée au pixel image.

La réponse d'un pixel du réseau correspond donc à la somme des coups gamma reçus à la surface du pixel.

De par la disposition du réseau de pixels par rapport à l'objet à observer, chaque pixel du réseau de pixels est susceptible de détecter une zone donnée de l'objet. Dans le cas où un pixel fonctionne correctement, cette détection a lieu. Dans le cas où le pixel est un pixel en défaut, la détection n'a pas lieu correctement.

Différentes méthodes existent pour corriger la présence de pixels en défaut. Ces méthodes consistent à interpoler la valeur à affecter au pixel en défaut à partir des valeurs détectées par les pixels voisins du pixel en défaut. Les coups arrivés sur le pixel en défaut sont alors perdus. Pour un pixel en défaut, aucune information propre au pixel n'est donc détectée.

En imagerie médicale, les pixels sont relativement gros et chacun couvre une zone qui peut

correspondre à une anomalie. Il est alors possible de passer à côté d'une information de la taille du pixel. Ceci présente un réel inconvénient.

L'invention ne présente pas cet inconvénient. En effet, l'invention concerne un procédé de formation de l'image d'un objet obtenue par un dispositif de prises de vue comprenant un réseau de pixels détecteur, chaque pixel étant susceptible de détecter une zone donnée de l'objet, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de déplacements successifs du dispositif de prises de vues par rapport à l'objet de façon que toute zone donnée de l'objet puisse être détectée par au moins un pixel voisin du pixel susceptible de détecter la zone donnée.

Selon une application particulièrement avantageuse de l'invention, le pixel susceptible de détecter la zone donnée est un pixel en défaut du réseau de pixels.

Avantageusement, à la fin de l'étape de déplacements successifs, l'information attribuée au pixel en défaut est donc une information physique réelle de rayonnements détectés par des pixels fonctionnant correctement.

Brève description des figures

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture d'un mode de réalisation préférentiel de l'invention, fait en référence aux figures ci-annexées parmi lesquelles :

- la figure 1 représente un pixel en défaut entouré de huit pixels fonctionnant correctement,
- les figures 2a, 2b, 2c, 2d représentent, de façon symbolique, des déplacements, dans quatre

directions différentes, du réseau de pixels détecteur par rapport à une zone d'objet non détectée par un pixel en défaut,

- la figure 3 représente, de façon symbolique, l'information acquise, pour une zone d'objet non détectée par un pixel en défaut, suite à la succession des déplacements décrits aux figures 2a, 2b, 2c, 2d.

Sur toutes les figures, les mêmes repères désignent les mêmes éléments.

Description détaillée de modes de mise en oeuvre de l'invention

La figure 1 représente un bloc de pixels comprenant un pixel en défaut entouré de pixels fonctionnant correctement.

Le bloc B de pixels représente une fraction du réseau de pixels détecteur du dispositif de prises de vues.

Le bloc B comprend un pixel en défaut Pd entouré de huit pixels fonctionnant correctement P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8.

Si une prise d'image est effectuée, le pixel en défaut Pd ne détecte aucune information provenant de l'objet observé.

Les figures 2a, 2b, 2c, 2d représentent, de façon symbolique, des déplacements, dans quatre directions différentes, du bloc de pixels B représenté en figure 1 par rapport à une zone d'objet H non détectée par un pixel en défaut lors d'une prise d'image telle que celle mentionnée en figure 1.

Selon l'invention, chaque déplacement appliqué au bloc B de pixels permet qu'une fraction d'un pixel

voisin du pixel en défaut Pd puisse acquérir une information provenant de la zone d'objet H.

Selon le mode de réalisation représenté aux figures 2a, 2b, 2c, 2d, le mouvement appliqué au bloc B est constitué des déplacements successifs suivants :

- déplacement d'un demi-pixel dans une direction D1 de façon que le pixel P1 puisse détecter une première information en provenance de la zone H (figure 2a),
- déplacement d'un demi-pixel dans une direction D2 opposée à la direction D1 de façon que le pixel P5 puisse détecter une deuxième information en provenance de la zone H (figure 2b),
- déplacement d'un demi-pixel dans une direction D3 perpendiculaire aux directions D1 et D2 de façon que le pixel P3 puisse détecter une troisième information en provenance de la zone H (figure 2c),
- déplacement d'un demi-pixel dans une direction D4 opposée à la direction D3 de façon que le pixel P7 puisse détecter une quatrième information en provenance de la zone H (figure 2d).

A la fin de la succession de déplacements, l'information attribuée au pixel en défaut Pd est une information physique réelle de rayonnements détectés par les pixels fonctionnant correctement P1, P5, P3, P7.

L'information attribuée au pixel en défaut est calculée à l'aide des acquisitions réalisées suite aux différents déplacements du réseau de pixels.

Dans le cas où des temps d'acquisition trop longs sont à éviter (par exemple, en imagerie médicale), selon l'invention, le temps de pose de chacune des quatre acquisitions mentionnées ci-dessus

peut être le quart du temps de pose d'une acquisition standard.

Selon le mode de réalisation décrit aux figures 2a, 2b, 2c, 2d, l'image finale n'est réduite que d'une couronne de la taille d'un demi-pixel par rapport au bord du champ initial. Des calculs peuvent être mis en oeuvre pour reconstruire l'image complète.

La figure 3 représente, de façon symbolique, l'information acquise, pour une zone d'objet non détectée par un pixel en défaut, suite à la succession des déplacements décrits aux figures 2a, 2b, 2c et 2d.

La zone Z représentée en figure 3 a les dimensions d'un pixel du réseau de pixels.

Suite à la détection des rayonnements effectuée comme décrit aux figures 2a, 2b, 2c et 2d, la zone Z se divise en quatre zones : Z1, Z2, Z3, Z4.

La zone Z1 représente les rayonnements détectés par les pixels P5 et P7. La zone Z2 représente les rayonnements détectés par les pixels P1 et P7. La zone Z3 représente les rayonnements détectés par les pixels P1 et P3. La zone Z4 représente les rayonnements détectés par les pixels P5 et P3.

Selon l'invention, d'autres déplacements que ceux décrits aux figures 2a, 2b, 2c, 2d peuvent être envisagés pour balayer les zones couvertes par des pixels en défauts. Il peut s'agir, par exemple, d'un seul déplacement de la taille d'un pixel, de déplacements en diagonale par rapport aux déplacements mentionnés ci-dessus, d'un plus grand nombre de déplacements judicieusement choisis. De façon générale, l'invention concerne, comme cela a été mentionné précédemment, des déplacements permettant à toute zone

de l'objet devant être lue d'être lue par au moins un pixel.

Selon l'invention, à partir des informations détectées par les différents pixels, l'image est alors reconstruite à l'aide de méthodes connues de reconstruction d'image telles que celles utilisées pour la reconstruction d'images haute résolution.

REVENDICATIONS

1. Procédé de formation de l'image d'un objet obtenue par un dispositif de prises de vues comprenant un réseau (B) de pixels détecteur, chaque pixel étant susceptible de détecter une zone donnée de l'objet, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de déplacements successifs (D1, D2, D3, D4) du dispositif de prise de vues par rapport à l'objet de façon que toute zone donnée de l'objet puisse être détectée par au moins un pixel voisin (P1, P5) du pixel susceptible de détecter la zone donnée.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la durée de la prise de vue effectuée par un pixel voisin (P1, P5) du pixel susceptible de détecter la zone donnée est d'autant plus petite que le nombre total de pixels voisins permettant de détecter la zone donnée est grand.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le réseau (B) de pixels détecteur est une matrice de pixels arrangées en lignes et en colonnes et en ce que les déplacements du dispositif de prises de vues sont au nombre de quatre (D1, D2, D3, D4), deux déplacements (D1, D2) étant effectués selon les deux directions d'une même ligne et les deux autres déplacements (D3, D4) selon les deux directions d'une même colonne.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de prises de vues est une gamma-caméra.

5. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le réseau de pixels détecteur est un réseau de pixels à base de matériau semi-conducteur CdZnTe ou CdTe.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le pixel susceptible de détecter la zone donnée est un pixel en défaut (Pd).

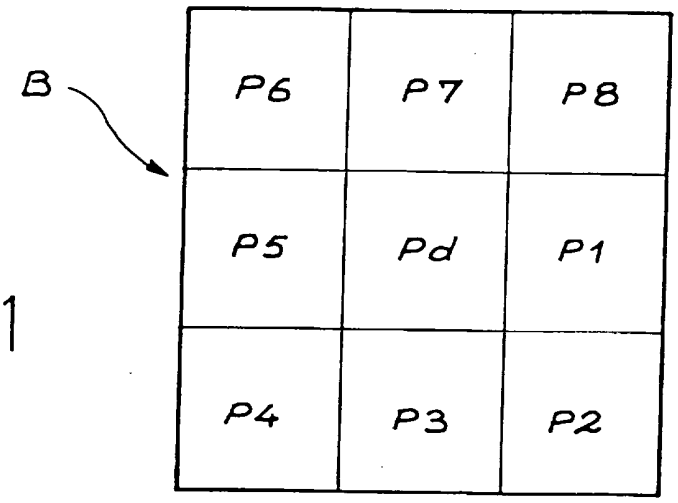


FIG. 1

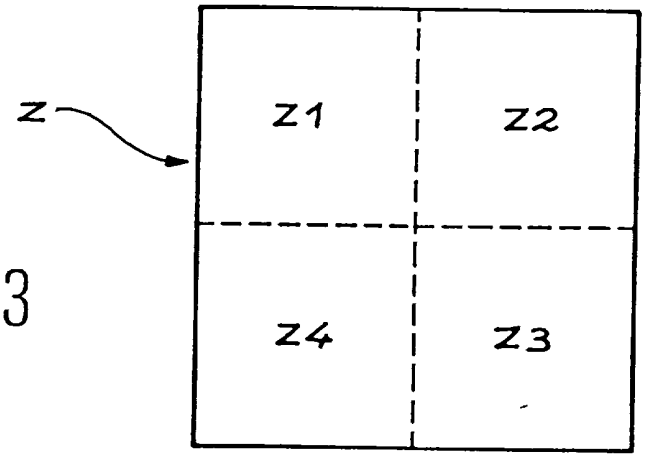


FIG. 3

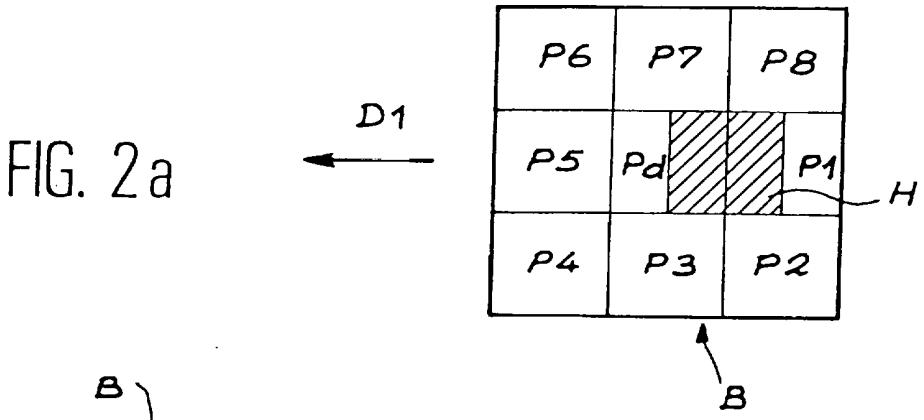


FIG. 2a

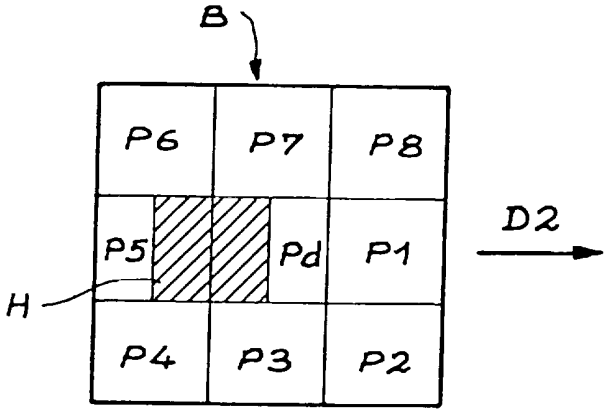


FIG. 2b

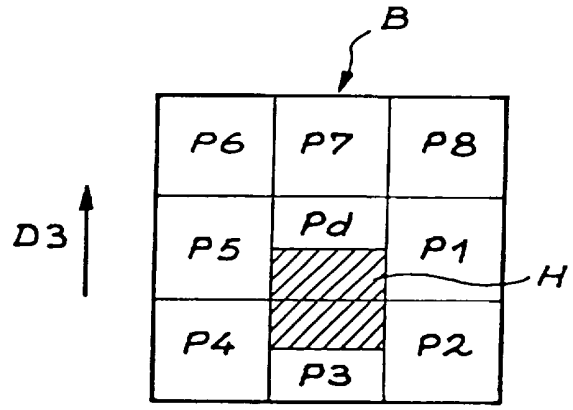


FIG. 2c

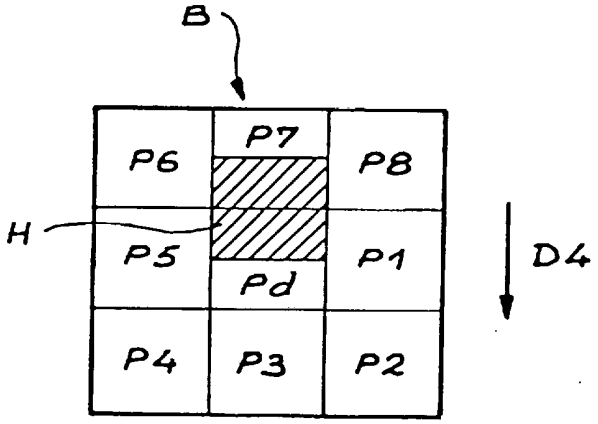


FIG. 2d

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

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

2792149
N° d'enregistrement national

FA 573618
FR 9904528

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée
X	WO 93 25043 A (SECR DEFENCE BRIT ;MANNING PAUL ANTHONY (GB)) 9 décembre 1993 (1993-12-09) * page 2, ligne 6 - page 4, ligne 10 * * page 7, ligne 3 - ligne 28 *	1,3,6
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 272 (E-777), 22 juin 1989 (1989-06-22) & JP 01 062977 A (FUJITSU LTD), 9 mars 1989 (1989-03-09) * abrégé *	1,3,6
X A	EP 0 483 530 A (ELTRO GMBH) 6 mai 1992 (1992-05-06) * colonne 4, ligne 39 - ligne 50 * * figure 3 *	1 3
A	EISEN Y ET AL: "CdTe and CdZnTe gamma ray detectors for medical and industrial imaging systems" NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH, SECTION - A: ACCELERATORS, SPECTROMETERS, DETECTORS AND ASSOCIATED EQUIPMENT,NL,NORTH-HOLLAND PUBLISHING COMPANY. AMSTERDAM, vol. 428, no. 1, page 158-170 XP004169929 ISSN: 0168-9002 * page 164, colonne de droite, ligne 24 - page 169, colonne de gauche, ligne 47 *	4,5

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)

H04N

Date d'achèvement de la recherche: 29 novembre 1999

Examinateur: Wentzel, J

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
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

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)