

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 687 883

(21) N° d'enregistrement national :

92 14262

(51) Int Cl⁵ : H 04 N 7/01, 5/44, 11/00

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 26.11.92.

(71) Demandeur(s) : SONY EUROPA GMBH — DE.

(30) Priorité : 29.11.91 DE 4139404.

(72) Inventeur(s) : Tatehira Yasushi.

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : 27.08.93 Bulletin 93/34.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche : Le rapport de recherche n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.

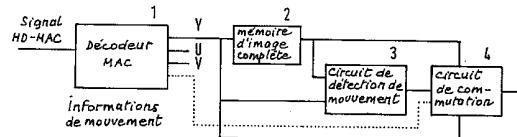
(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie.

(54) Circuit de traitement de signal d'image.

(57) L'invention concerne un circuit permettant de traiter un
signal d'image qui est produit par échantillonnage d'une
image initiale en des points d'échantillonnage différents
suivant les trames et est émis. Il comprend un décodeur (1)
qui décode le signal d'image à la réception, une mémoire
(2) qui mémorise des données d'image complète du signal
d'image venant du décodeur, un circuit de commutation (4)
qui extrait sélectivement les données d'image complète de
la mémoire ou les données d'image complète du décodeur,
et un moyen de commande (3) qui sert à commander le cir-
cuit de commutation.



FR 2 687 883 - A1



La présente invention concerne un circuit de traitement de signal d'image grâce auquel, par exemple, lorsque le signal d'émission d'un système de télévision haute définition est reçu sur un récepteur possédant les paramètres de balayage du système de télévision normal, la détérioration de la qualité de l'image 5 reproduite est minimisée.

Les systèmes d'émission de signal de télévision haute définition présentant la compatibilité avec les paramètres de balayage du système de télévision normal sont bien connus. A titre d'exemple, on peut sous-échantillonner l'image initiale à l'aide de schémas d'échantillonnage qui, chacun, présentent des 10 points d'échantillonnage différents à chaque trame sur plusieurs trames pour former une période, et émettre les données ainsi sous-échantillonnées. Dans un récepteur conçu pour le système de télévision haute définition, tous les points d'échantillonnage initiaux sont reconstruits à partir des données échantillonnées qui sont émises pendant une période de façon à être affichés simultanément, de sorte qu'on 15 obtient une image de qualité élevée. Dans le même temps, avec un récepteur qui possède les paramètres de balayage du système de télévision normal, le signal d'émission reçu est affiché tel qu'il se présente, de sorte qu'on obtient une image de qualité normale. Des techniques de ce type sont décrites dans le brevet japonais mis à la disposition du public sous le numéro de publication 59-12 677.

Toutefois, dans le cas où ce type de signal de télévision est reproduit 20 par un récepteur qui possède les paramètres de balayage du système de télévision normal, le fait qu'il existe une différence pour les points d'échantillonnage à chaque trame provoque une détérioration de qualité de l'image reproduite. Par exemple, dans le système bien connu HD-MAC (High Definition-Multiplexed 25 Analogue Componants) qui est un système d'émission de signal de télévision haute définition ayant cette compatibilité, lorsque le signal d'émission du système HD-MAC est reçu dans un récepteur de télévision normal du système bien connu D2-MAC et est reproduit, on observe un défaut de la qualité de l'image tel qu'un tremblement des bords de l'image provoquant un dérangement au niveau des bords. 30 De plus, lorsque le signal d'émission HD-MAC d'images de mouvement avec détection de mouvement est reproduit sur un récepteur de télévision du système D2-MAC, on observe dans l'image reproduite un mouvement non naturel, qui est appelé le phénomène de trépidation. En outre, puisque, dans le système HD-MAC, 35 une image d'émission est divisée en blocs et que le signal d'émission subit un traitement par blocs, ils peuvent produire des distorsions des blocs.

Pour empêcher ces défauts, plusieurs mesures sont prises avant l'émission dans le codeur HD-MAC. Par exemple, on atténue la composante haute fréquence du signal d'image de 6 dB afin de résoudre le problème mentionné en premier et on soumet le signal d'image à un traitement de filtrage temporel afin de graduer le mouvement et de résoudre ainsi le deuxième problème mentionné.

Toutefois, ces défauts ne peuvent pas encore être complètement supprimés et, lorsqu'un récepteur destiné au système D2-MAC reçoit le signal d'émission du système HD-MAC, la qualité de l'image présente une détérioration qui se compare avec la réception du signal d'émission du système MAC normal dans un récepteur destiné au système D2-MAC.

La description suivante, conçue à titre d'illustration de l'invention, vise à donner une meilleure compréhension de ses caractéristiques et avantages ; elle s'appuie sur les dessins annexés, parmi lesquels :

les figures 1A à 1E sont des schémas simplifiés montrant des schémas d'échantillonnage utilisés dans le système HD-MAC ;

la figure 2 est un schéma simplifié montrant le procédé d'émission de pixels, ou éléments d'image, dans le système HD-MAC ;

les figures 3A et 3B sont des schémas simplifiés expliquant le défaut résolu par l'invention au moment de la reproduction d'un signal d'émission du système HD-MAC par un récepteur du système D2-MAC ;

la figure 4A est un schéma simplifié montrant un premier procédé de traitement de données d'image complète par un circuit de traitement de signal d'image selon l'invention ;

la figure 4B est un schéma simplifié montrant un deuxième procédé de traitement de données d'image complète par un circuit de traitement de signal d'image selon l'invention ;

les figures 5A à 5C sont des schémas simplifiés expliquant de manière détaillée le procédé de la figure 4B ;

la figure 6A est un schéma fonctionnel simplifié montrant une partie principale du premier mode de réalisation d'un circuit de traitement de signal d'image selon l'invention ; et

la figure 6B est un schéma fonctionnel simplifié montrant une partie principale du deuxième mode de réalisation d'un circuit de traitement de signal d'image selon l'invention.

Pour commencer, on va expliquer, en relation avec les figures 1A à 1E, le sous-échantillonnage effectué dans le système HD-MAC. Dans le système

HD-MAC, une image large, de format 16 : 9, est construite à l'aide de 1 250 lignes et suivant une fréquence de trame de 50 Hz. Ce signal d'image est sous-échantillonné de façon que la bande de fréquence du signal d'émission soit comprimée. Par conséquent, en fonction du résultat de la détection de mouvement 5 s'effectuant, par bloc, sur un bloc de 16 x 16 (lignes) pixels, le schéma d'échantillonage de chaque bloc commute de façon adaptée entre trois modes, à savoir un mode de 80 ms (mode d'image fixe), un mode de 40 ms (mode de vitesse lente) et un mode de 20 ms (mode de grande vitesse), de façon que les différents points d'échantillonage de l'image initiale soient échantillonés à chaque trame sur une 10 période de quatre trames, comme représenté sur les figures 1A à 1E. Les figures 1A à 1C montrent les schémas d'échantillonage associés à la composante du signal de luminance, et les figures 1D et 1E montrent les schémas d'échantillonage associés à la composante de signal de chrominance différentielle, les chiffres 1 à 4 qui apparaissent sur les dessins désignant la trame dans laquelle les données des points 15 respectifs sont échantillonés. Dans le même temps, avec le système D2-MAC, une image normale de format 4 : 3 est construite au moyen de 625 lignes et suivant une fréquence de trame de 50 Hz. Par conséquent, pour maintenir la compatibilité avec le système D2-MAC, on entrelace les données sous-échantillonées de la composante de signal de luminance se trouvant dans deux lignes voisines du mode 20 80 ms et du mode 20 ms et on les fusionne ensemble en une ligne unique, que l'on émet. C'est ce que l'on appelle le réarrangement des lignes.

Ainsi, en prenant l'exemple du mode 80 ms représenté sur la figure 2, dans les premières trames des premières images complètes et les premières trames des deuxièmes images complètes de chaque groupe de quatre trames, les données 25 de pixels se trouvant aux emplacements initiaux repérés par O et les données de pixels se trouvant aux emplacements initiaux repérés par X, qui sont entrelacés à l'emplacement repéré par □ entre les emplacements repérés par O au moment de l'émission, sont émises. Dans les deuxièmes trames des premières images complètes et les deuxièmes trames des deuxièmes images complètes de chaque groupe 30 de quatre trames, les données d'image se trouvant aux emplacements initiaux repérés par X, qui sont entrelacées à l'emplacement repéré par □ lors de l'émission, sont émises. Dans le mode 20 ms, les mêmes schémas d'échantillonage de la trame 1 de l'image complète 1 et de la trame 2 de l'image complète 2, représentées 35 sur la figure 2, sont utilisés dans les premières images complètes aussi bien que dans les deuxièmes images complètes. Cet entrelacement crée la compatibilité avec les constantes d'émission du système D2-MAC possédant 625 lignes. Dans

un récepteur de télévision du système HD-MAC, le signal d'émission est décodé de façon que l'image initiale soit reconstituée, mais, toutefois, on omettra d'en fournir une explication détaillée, car ceci ne concerne pas directement l'invention.

Toutefois, s'il existe un bord rectiligne oblique dans une image initiale,
5 comme représenté par la ligne réelle reliant les points de coordonnées 1-m et 13-a de la figure 3A, les pixels correspondant au bord sont disposés en réalité aux emplacements repérés par ● et ■ dans le système d'émission du système HD-MAC. Lorsque ce signal est reproduit par un récepteur destiné au système D2-MAC, la ligne formant un bord rectiligne est transformée en un zigzag, comme
10 représenté sur la figure 3B. Ceci s'appelle l'effet de zigzag. De plus, en particulier dans le mode 80 ms, on peut voir en comparant l'image complète 1 et l'image complète 2 de la figure 3B que les pixels correspondant à la ligne de bord apparaissent en des emplacements différents sur les trames respectives, ce qui provoque une détérioration de la qualité de l'image avec une fréquence d'image
15 complète de 25 Hz (période de 12,5 Hz). On appellera ici par commodité cet effet le dérangement de bord.

Pour résoudre ces deux défauts de l'image, on utilise selon l'invention des mémoires d'image complète, par exemple, pour remplacer les données de pixels.

20 Puisque le dérangement de bord apparaissant dans une image fixe traitée dans le mode 80 ms est provoqué par la différence des positions d'échantillonnage entre des images complètes voisines, si les données des images complètes voisines sont identiques, ce dérangement de bord n'apparait pas. Ainsi, selon cette invention, les données de l'une des deux images complètes voisines sont affichées
25 dans l'autre image complète également toutes les deux images complètes, comme représenté sur la figure 4A. Par exemple, les données échantillonnées de trames n et n+1 sont affichées non seulement dans les trames n et n+1, mais aussi dans les trames n+2 et n+3, et les données échantillonnées des trames n+4 et n+5 sont affichées non seulement dans les trames n+4 et n+5, mais aussi dans les trames n+6
30 et n+7. Un autre procédé consiste à afficher dans les deux images complètes, comme représenté sur la figure 4B, les moyennes des données échantillonnées se trouvant dans les images complètes voisines. Par exemple, les données moyennes des trames n et n+2 sont affichées dans les trames n et n+2, et les données moyennes des trames n+1 et n+3 sont affichées dans les trames n+1 et n+3.

35 Avec ce dernier procédé, notamment, non seulement le dérangement de bord, mais aussi l'effet de zigzag sont diminués. Ainsi, comme représenté sur la

figure 5A, ainsi, comme représenté sur la figure 5A, les moyennes des données des pixels repérés par \square et \circ dans la ligne 1, par exemple, de la trame 1 de l'image complète 1 et de la trame 1 de l'image complète 2, en considération du fait que les données de pixels repérées par \square dans la trame 1 de l'image complète 1 et la 5 trame 1 de l'image complète 2 sont initialement les données des pixels se trouvant aux emplacements repérés par \times se trouvant en dessous, de deux lignes, présentent pratiquement les valeurs des pixels se trouvant aux emplacements repérés par * dans la ligne 2.

De la même façon, les moyennes des données des pixels repérés 10 par \square dans la ligne 3, par exemple, de la trame 2 de l'image complète 1 et de la trame 2 de l'image complète 2, en considération du fait que les données de pixels repérées par \square dans la trame 2 de l'image complète 1 et la trame 2 de l'image complète 2 sont initialement les données des pixels se trouvant aux emplacements repérés par \times au-dessus ou au-dessous, présentent pratiquement les valeurs des 15 pixels se trouvant aux emplacements repérés par \square dans la ligne 3, à savoir aux emplacements émis en réalité. Lorsqu'il y a un bord oblique rectiligne dans une image initiale, reliant les points de coordonnées 1-m et 13-a comme représenté sur la figure 4, puisque les moyennes représentant les pixels se trouvant aux emplacements repérés par \times sont affichées aux emplacements repérés par * dans la 20 trame 1 et les moyennes représentant les pixels se trouvant aux emplacements repérés par * dans la trame 2 sont affichés aux emplacements indiqués sur la figure 5B, les pixels correspondant au bord sont disposés aux emplacements repérés par *. De cette manière, le repère \blacktriangle montre les emplacements des pixels possédant les moyennes des pixels correspondant au bord et des pixels ne correspondant pas 25 au bord. En observant la figure 5C, qui montre une situation de chevauchement de la trame 1 et de la trame 2, on peut voir que l'effet de zigzag est diminué du fait qu'on a utilisé les moyennes des données des pixels.

Pour mettre en oeuvre le premier procédé ci-dessus mentionné dans un circuit de traitement de signal d'image selon l'invention, comme représenté sur la 30 figure 6A, le signal reçu du système HD-MAC est fourni à un décodeur 1 du système MAC normal (D2-MAC), à partir duquel la composante de signal de luminance Y et les composantes différentielles du signal de chrominance, soit U et V, sont obtenues. La composante de signal de luminance Y est fournie à une mémoire 2 d'image complète. La composante de signal de luminance Y venant du 35 décodeur MAC 1 et le signal de sortie de la mémoire 2 d'image complète sont fournis au circuit 3 de détection de mouvement ainsi qu'à un circuit de commuta-

tion 4 par l'intermédiaire duquel le signal de composante de luminance Y venant du décodeur MAC 1 ou le signal de sortie de la mémoire 2 sont sélectivement obtenus sous forme d'image complète en correspondance avec un signal de détection du circuit 3 de détection de mouvement. Ainsi, lorsqu'un élément de mouvement est détecté dans l'image complète, le signal de sortie du décodeur MAC 1 est extrait tel qu'il se présente, et, lorsqu'un élément de mouvement n'est pas détecté, l'image est considérée comme une image fixe et le signal de sortie du décodeur MAC 1 est d'abord extrait via le circuit de commutation 4 et des données identiques sont simultanément emmagasinées dans la mémoire 2 d'image complète pendant la période d'image complète. En deuxième lieu, les données sont lues dans la mémoire de l'image complète et sont extraites via le circuit de commutation 4 pendant la période d'image complète suivante, tandis qu'il n'est pas nécessaire que les données du décodeur MAC 1 soient emmagasinées dans la mémoire 2 d'image complète pendant cette période. Après cela, la composante de signal de luminance Y venant du décodeur MAC 1 et le signal de sortie de la mémoire 2 sont alternativement extraits à la fréquence des images complètes. L'élément de mouvement peut être extrait de l'information de mouvement, se présentant sous forme de blocs, qui est incluse dans le signal (signal DATV) du système HD-MAC par l'intermédiaire du décodeur MAC 1.

Pour mettre en oeuvre le deuxième procédé ci-dessus mentionné dans un circuit de traitement de signal d'image selon l'invention, comme représenté sur la figure 6B, le signal reçu du système HD-MAC est fourni à un décodeur 1 du système MAC normal (D2-MAC), à partir duquel la composante de signal de luminance Y et les composantes différentielles de signal de chrominance U et V sont obtenues. La composante de signal de luminance Y est fournie à une mémoire 2 d'image complète ainsi qu'à un circuit 3 de détection de mouvement. La composante de signal de luminance Y venant du décodeur MAC 1 et le signal de sortie de la mémoire 2 d'image complète sont fournis à un circuit 5 de formation de moyenne d'image complète. Le signal de luminance Y venant du décodeur MAC 1 et le signal de sortie du circuit de formation de moyenne d'image complète 5 sont fournis au circuit de commutation 4, par l'intermédiaire duquel la composante de signal de luminance Y venant du décodeur MAC 1 ou le signal de sortie du circuit de formation de moyenne d'image complète 5 sont sélectivement délivrés, sous forme d'image complète, en correspondance avec le signal de détection du circuit de détection de mouvement 3. Ainsi, dans ce mode de réalisation, le circuit de détection de mouvement 3 détecte l'élément de mouvement à partir du signal de

sortie du décodeur MAC 1, et, lorsqu'un élément de mouvement est détecté dans l'image complète, le signal de sortie du décodeur MAC 1 est extrait tel qu'il se présente, tandis que, lorsqu'un élément de mouvement n'est pas détecté, l'image est considérée comme une image fixe et le signal de sortie du circuit 5 de formation de 5 moyenne d'image complète est extrait tel qu'il se présente. La détection de mouvement peut être obtenue à partir de l'information de mouvement, qui se présente sous forme de blocs, par l'intermédiaire du décodeur MAC 1, comme dans le premier cas.

Au titre d'une autre variante, lorsque les données contenues dans une 10 image complète sont remplacées par les données de l'image complète précédente, il est possible, eu égard à la première trame de chaque image complète, que les données des pixels repérées par \square dans la trame 1 de l'image complète 1 et la trame 1 de l'image complète 2 apparaissant sur la figure 2 soient remplacées par les données des pixels repérées par \circ dans la trame 1 de l'image complète 1 et la 15 trame 1 de l'image complète 2 de l'image complète précédente. De plus, lorsque les données sont remplacées par leur moyenne, la moyenne peut n'être pas la simple moyenne de deux pixels, mais elle peut être également une donnée d'interpolation obtenue à partir de données de plus de deux pixels appropriés, sur la base d'une certaine formule de calcul. Par exemple, on peut utiliser une moyenne obtenue à 20 partir des données des pixels se trouvant aux lignes supérieure et inférieure de la même trame.

Le système D2-MAC et son décodeur sont bien connus, de sorte qu'on omettra de fournir une explication détaillée. Le circuit de traitement de signal d'image selon l'invention peut également être appliqué à un appareil d'enregistrement ou de reproduction. Alors que le cas du seul signal de luminance a été expliqué ci-dessus, l'invention est applicable au signal de chrominance différentiel.

Selon l'invention, même si un signal de télévision haute définition du système HD-MAC par exemple est reçu par un récepteur possédant les paramètres 30 de balayage normaux du système D2-MAC par exemple, il est possible d'obtenir une qualité d'image qui est identique à celle que l'on obtient dans le cas où un signal de télévision normale est reçu par un récepteur possédant des paramètres de balayage normaux, comme le système D2-MAC.

Bien entendu, l'homme de l'art sera en mesure d'imaginer, à partir du 35 circuit dont la description vient d'être donnée à titre simplement illustratif et

nullement limitatif, diverses variantes et modifications ne sortant pas du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Circuit de traitement de signal d'image destiné à traiter un signal d'image qui est produit par l'échantillonnage d'une image initiale en des points d'échantillonnage différents suivant les trames, et est émis, le circuit comprenant :
 - 5 un moyen de décodage (1) servant à décoder le signal d'image au moment de la réception ;
 - caractérisé par :
 - un moyen de mémorisation (2) servant à mémoriser les données d'image complète du signal d'image venant du moyen de décodage (1) ;
 - 10 un moyen de commutation (4) servant à extraire sélectivement les données d'image complètes du moyen de mémorisation (2) ou les données d'image complète du moyen de décodage (1) ; et
 - un moyen de commande (3) servant à commander le moyen de commutation (4).
2. Circuit selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit moyen de mémorisation (2) emmagasine les données d'une image complète venant dudit décodeur (1) toutes les deux images complètes et ledit moyen de commande (3) commande ledit moyen de commutation (4) de façon à extraire, alternativement à 20 chaque trame, le signal dudit décodeur (1) ou les données emmagasinées dans ladite mémoire (2).
3. Circuit selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit moyen de commande est un moyen de détection de mouvement servant à détecter des informations de mouvement de l'image que contient le signal d'image, et en ce que 25 le moyen de commutation (4) est commandé par les informations de mouvement de façon à extraire le signal de sortie dudit décodeur (1) lorsqu'un mouvement est détecté et à extraire le signal dudit décodeur (1) ou les données mémorisées dans ladite mémoire (2), chaque trame alternativement, lorsqu'un mouvement n'est pas détecté.
- 30 4. Circuit selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit moyen de mémorisation (2) est une mémoire d'image complète.
5. Circuit selon la revendication 1, caractérisé par un moyen (5) de formation de moyenne d'image complète, connecté audit moyen de mémorisation (2) et au moyen de décodage (1) et produisant des données moyennes, et en ce que 35 ledit moyen de commande (3) commande ledit moyen de commutation (4) de

façon à extraire sélectivement le signal dudit décodeur (1) ou le signal de sortie dudit moyen (5) de formation de moyenne d'image complète.

6. Circuit selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit moyen de commande (3) est un moyen de détection de mouvement servant à détecter des informations de mouvement de l'image que contient le signal d'image, et en ce que ledit moyen de commutation (4) est commandé par les informations de mouvement de façon à extraire le signal de sortie dudit décodeur (1) lorsqu'un mouvement est détecté et à extraire le signal de sortie dudit moyen (5) de formation de moyenne d'image complète lorsqu'un mouvement n'est pas détecté.
- 5 10 7. Circuit selon la revendication 1, caractérisé en ce que le signal d'image est émis sous la forme d'un signal de télévision du système HD-MAC et en ce que les paramètres de balayage du moyen d'affichage à connecter sont ceux du système D2-MAC.

117

FIG. 1A

1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
4	2	4	2	4	2	4	2	4	2
1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
4	2	4	2	4	2	4	2	4	2
1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
4	2	4	2	4	2	4	2	4	2
1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
4	2	4	2	4	2	4	2	4	2
1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
4	2	4	2	4	2	4	2	4	2

FIG. 1B

FIG. 1C

20ms

FIG. 1D

FIG. 1D

	80ms	20ms
1	· 3	· 1
·	· 3	· 1
2	· 4	· 2
1	· 3	· 1
·	· 4	· 2
1	· 3	· 1
·	· 4	· 2
1	· 3	· 1
·	· 4	· 2
1	· 3	· 1
·	· 4	· 2

FIG. 1E

FIG. 2

image 1 - frame 1

a b c d e f g h i j k l m n o p

A 16x16 grid of dots arranged in a square pattern. The grid is overlaid with a pattern of symbols at various intersections:

- At intersections (1,1), (1,16), (16,1), and (16,16) are open circles.
- At intersections (2,2), (2,16), (16,2), and (16,15) are solid squares.
- At intersections (3,3), (3,15), (15,3), and (15,15) are crosses (X).
- At intersections (4,4), (4,14), (14,4), and (14,14) are open circles.
- At intersections (5,5), (5,13), (13,5), and (13,13) are solid squares.
- At intersections (6,6), (6,12), (12,6), and (12,12) are crosses (X).
- At intersections (7,7), (7,11), (11,7), and (11,11) are open circles.
- At intersections (8,8), (8,10), (10,8), and (10,10) are solid squares.
- At intersections (9,9), (9,9), (9,9), and (9,9) are crosses (X).
- At intersections (10,10), (10,8), (8,10), and (8,8) are open circles.
- At intersections (11,11), (11,6), (6,11), and (6,6) are solid squares.
- At intersections (12,12), (12,12), (12,12), and (12,12) are crosses (X).
- At intersections (13,13), (13,4), (4,13), and (4,4) are open circles.
- At intersections (14,14), (14,2), (2,14), and (2,2) are solid squares.
- At intersections (15,15), (15,15), (15,15), and (15,15) are crosses (X).
- At intersections (16,16), (16,16), (16,16), and (16,16) are open circles.

The grid has a vertical column of numbers from 1 to 16 on its left side, and a horizontal row of numbers from 1 to 16 at the top.

image 1 - frame 2

a b c d e f g h i j k l m n o p

image 2 - frame 1

a b c d e f g h i j k l m n o p

image 2 - frame 2

a b c d e f g h i j k l m n o p

3/7
FIG. 3A

image 1 - frame 1

a b c d e f g h i j k l m n o p

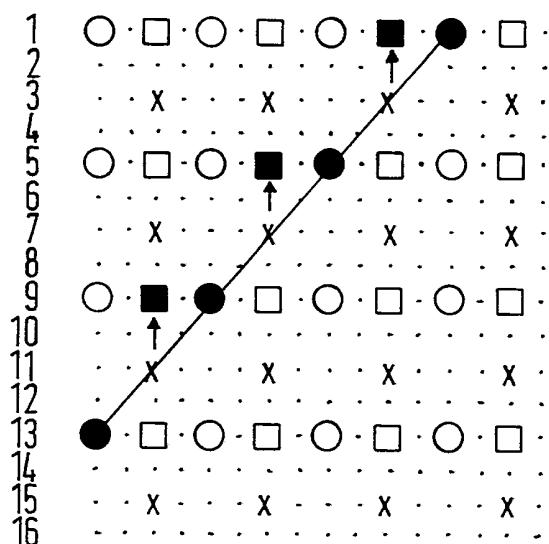


image 1 - frame 2

a b c d e f g h i j k l m n o p

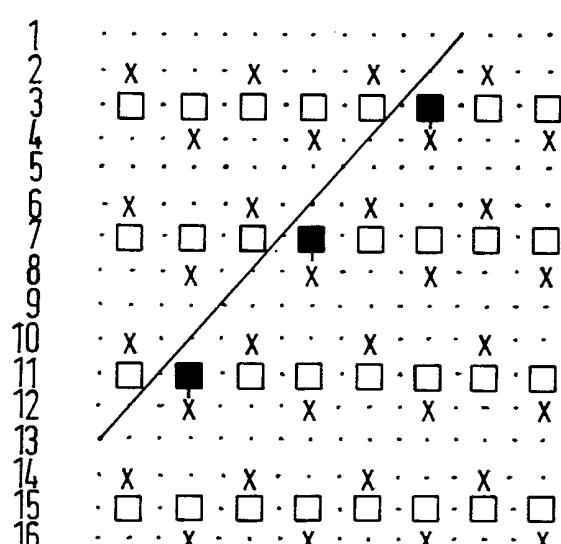


image 2 - frame 1

a b c d e f g h i j k l m n o p

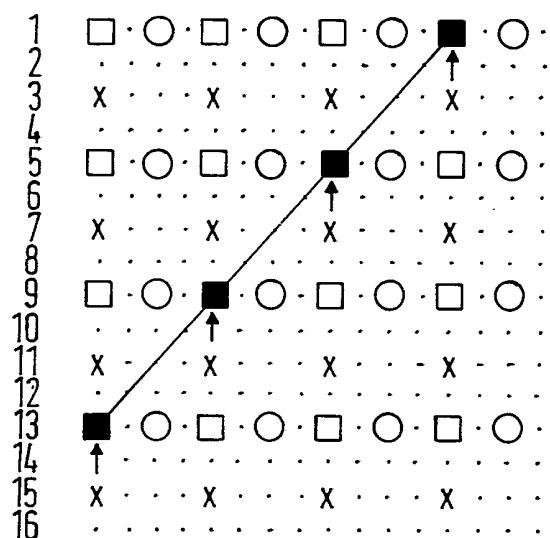


image 2 - frame 2

a b c d e f g h i j k l m n o p

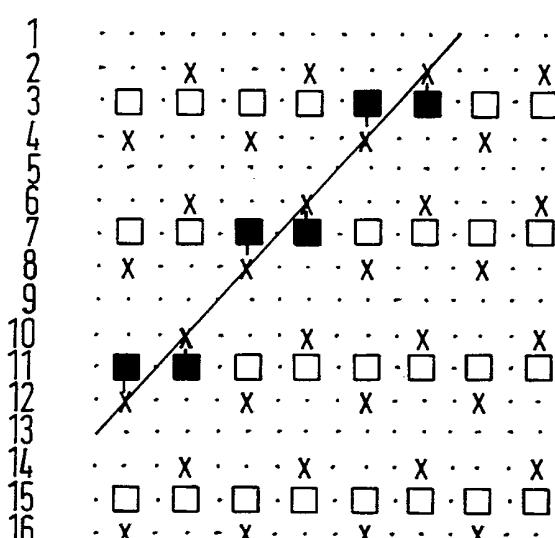


image (complète) 1

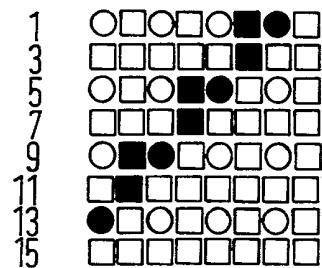
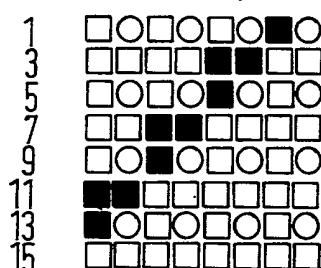


FIG. 3B

image (complète) 2



4/7

FIG. 4 A

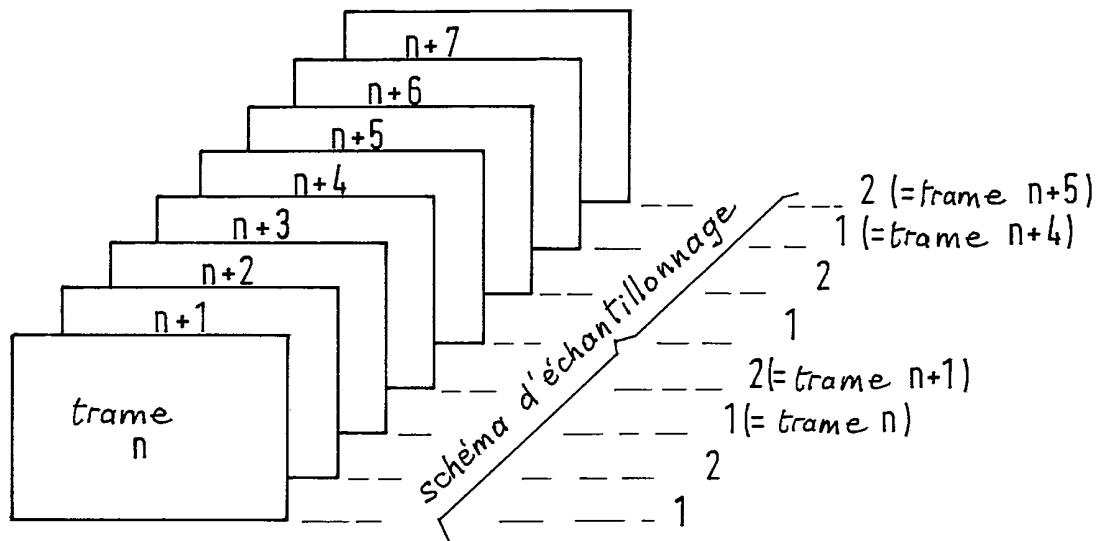


FIG. 4 B

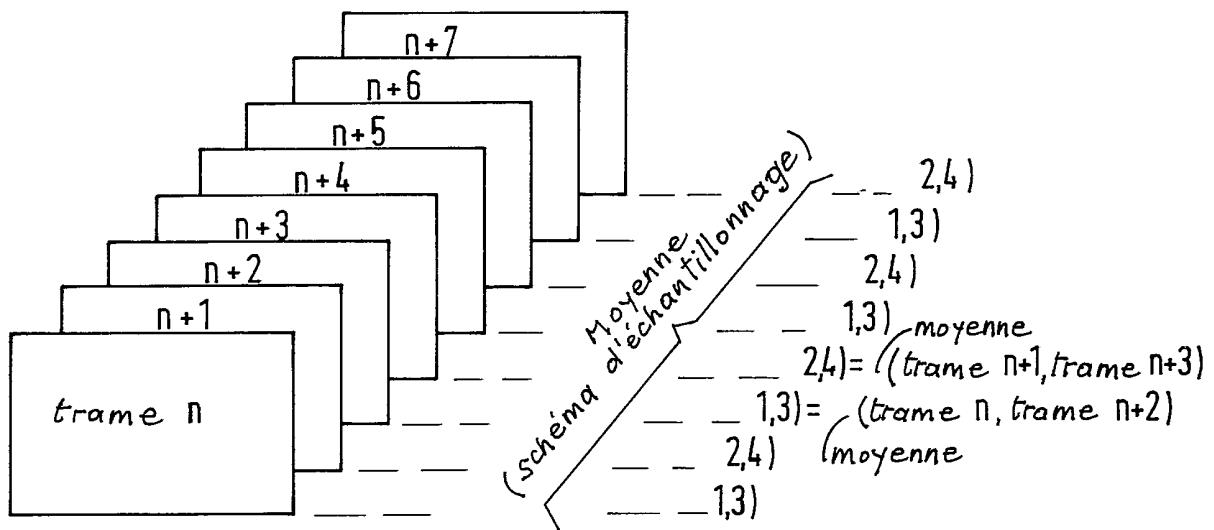


FIG. 5A

Image 1 - frame 1

a b c d e f g h i j k l m n o p

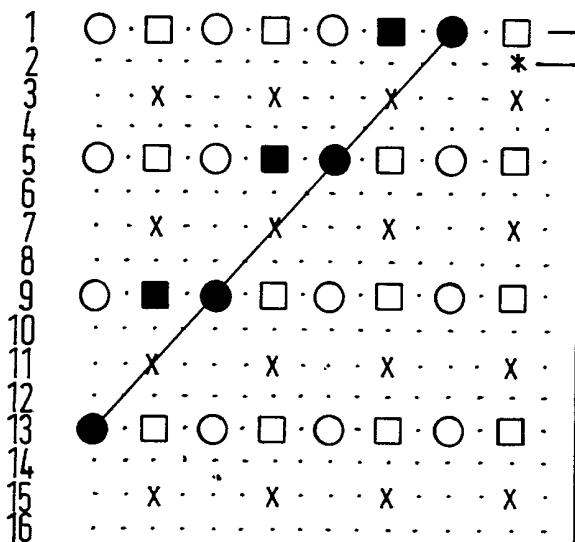


Image 1 - frame 2

a b c d e f g h i j k l m n o p

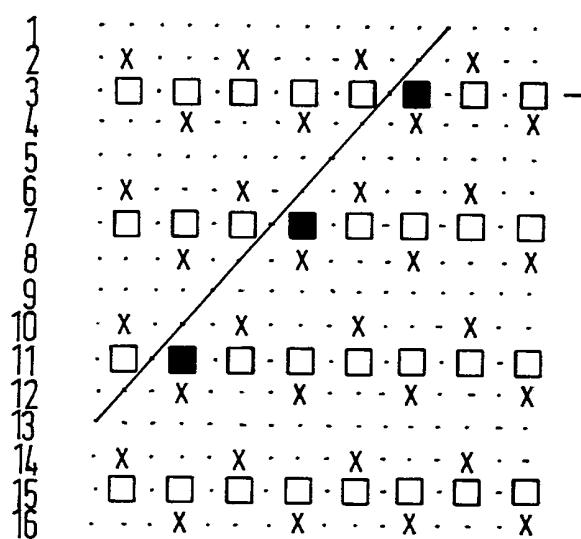


Image 2 - frame 1

a b c d e f g h i j k l m n o p

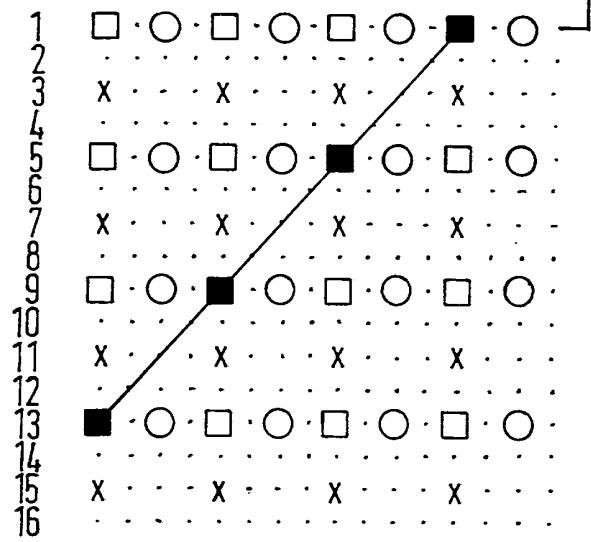
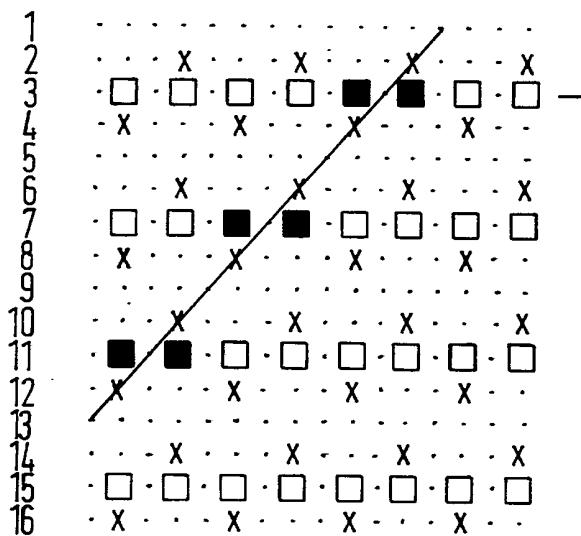


Image 2 - frame 2

a b c d e f g h i j k l m n o p

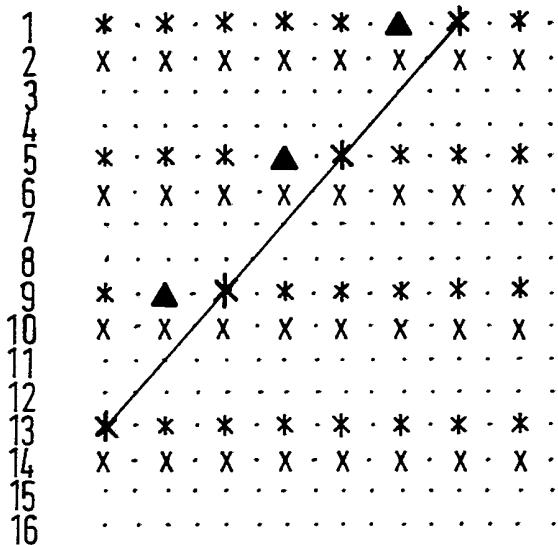


6/7

FIG. 5 B

Moyenne des trames 1 des images 1,2

a b c d e f g h i j k l m n o p



Moyenne des trames 2 des images 1,2

a b c d e f g h i j k l m n o p

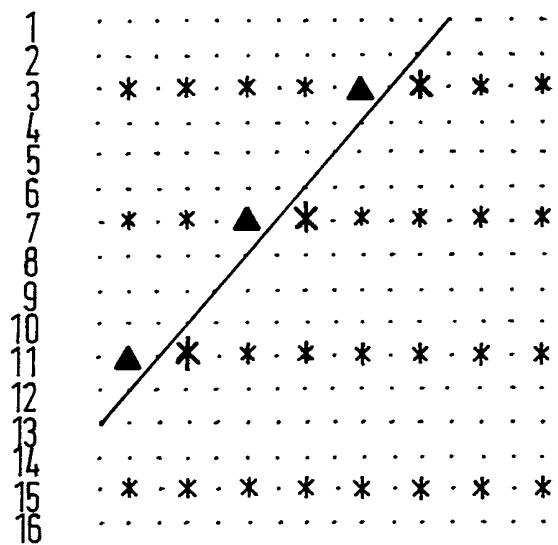


FIG. 5 C

Moyenne des images 1,2

a b c d e f g h i j k l m n o p

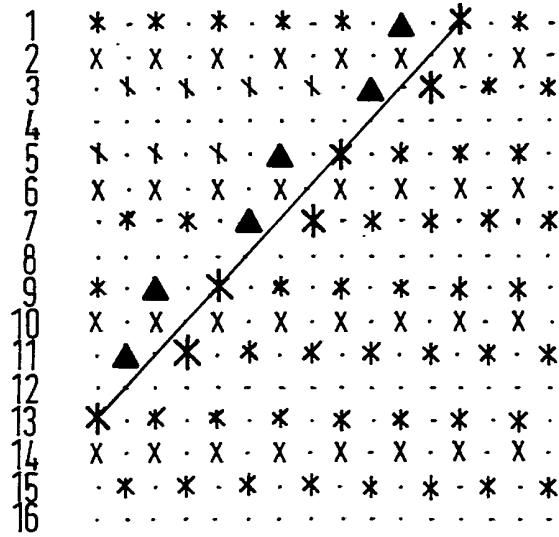


FIG. 6 A

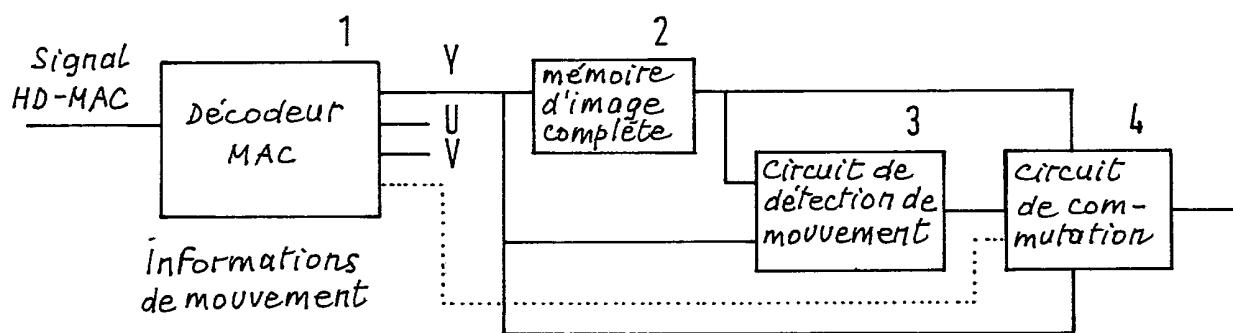


FIG. 6 B

