

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 575 886

②1 N° d'enregistrement national :

85 00107

⑤1 Int Cl⁴ : H 04 N 5/217.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 4 janvier 1985.

③0 Priorité :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : THOMSON-CSF, société anonyme. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Christian Richard, Philippe Sadet et Philippe Salmon.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 28 du 11 juillet 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Françoise Thrierr, SCPI.

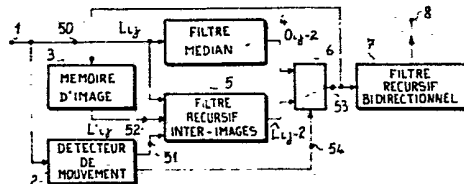
⑤4 Procédé pour réduire la visibilité du bruit dans une suite d'images vidéo et dispositif pour la mise en œuvre de ce procédé.

⑤7 L'invention concerne un procédé et un dispositif pour réduire la visibilité du bruit dans une suite d'images vidéo en filtrant la valeur de luminance des points fixes et des points dont le mouvement est dû au bruit par un filtrage récursif inter-images et en filtrant les points en mouvement vrai par un filtrage médian consistant à remplacer une valeur de luminance par la valeur médiane des valeurs de luminance situées dans une fenêtre centrée sur le point considéré, celles-ci étant ordonnées.

Le dispositif comporte : un détecteur de mouvement 2; un filtre médian 4; un filtre récursif inter-images 5; une mémoire d'image 3; un multiplexeur à deux entrées et une sortie 6; et un filtre récursif bidirectionnel 7. Le multiplexeur 6 transmet : soit une valeur filtrée fournie par la sortie du filtre médian 4, lorsque le point a un mouvement vrai; soit une valeur filtrée fournie par la sortie récursif inter-images 5, lorsque le point est fixe ou a un mouvement dû au bruit. Le filtre récursif bidirectionnel 7 filtre les valeurs fournies par la sortie du

multiplexeur 6, quel que soit l'état du point traité, afin d'estomper les démarcations entre les zones où le filtrage est différent.

Application à la réduction de bruit dans les images de télévision.



Procédé pour réduire la visibilité du bruit dans une suite
d'images vidéo et dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé

L'invention concerne un procédé pour réduire la visibilité du bruit dans une suite d'images vidéo et un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé.

La visibilité du bruit dans une suite d'images vidéo dépend non
5 seulement de la puissance du bruit mais aussi de la nature de ce bruit, de la nature de l'image qui est affectée, et des propriétés de la vision humaine. Le but final à atteindre est une réduction de la visibilité du bruit, et pas seulement une réduction de sa puissance électrique, tout en conservant la qualité des images.

10 Il est connu de réaliser une réduction de la visibilité du bruit dans une suite d'images vidéo en exploitant la corrélation existant entre des images successives. En effet, il est connu de réaliser un filtrage passe-bas, dit temporel inter-images, consistant à déterminer pour chaque point une valeur de luminance filtrée $\hat{L}$ selon la formule :

$$15 \quad \hat{L} = \alpha_t \cdot L + (1 - \alpha_t) \cdot L'$$

où α_t est un coefficient fixe compris entre 0 et 1 et où L' est une valeur représentant la luminance du point homologue du point considéré dans l'image précédente. Si la suite d'images représente un sujet fixe, ce procédé réduit la visibilité du bruit avec une bonne efficacité et n'apporte
20 aucune perte de qualité de l'image puisque les points homologues dans les images successives ont une même valeur de luminance, au bruit près. Par contre, lorsque la suite d'images représente un sujet en mouvement, ce filtrage temporel provoque un phénomène de trainage qui est d'autant plus important que le filtrage est efficace. Ce phénomène de trainage dégrade
25 la qualité des images dans les parties qui sont en mouvement.

Par le brevet français n° 77 11800, il est connu d'améliorer ce procédé de filtrage temporel inter-images en modifiant son efficacité selon que le point traité est situé dans une zone de l'image représentant une partie fixe du sujet ou bien dans une zone représentant une partie
30 mobile du sujet. Un dispositif calcule la valeur de la différence de luminance entre chaque point de l'image courante et le point homologue

de l'image précédente, et détermine un coefficient de filtrage, dont la valeur est fonction de cette différence. L'efficacité du filtrage est faible lorsque la différence est forte, afin d'éviter l'effet de traînage. L'efficacité est forte lorsque la différence est faible, c'est-à-dire lorsque le point
5 représente une portion de scène peu animée.

Le brevet français n° 77 118 00 décrit un dispositif réducteur de bruit mettant en oeuvre ce procédé. Ce dispositif fonctionne bien, même pour les images très animées, à condition que le rapport signal sur bruit soit supérieur à 30 dB. Ce dispositif a pour inconvénient d'être inefficace
10 lorsque le bruit est important, c'est-à-dire pour un rapport signal/bruit inférieur à 30 dB.

L'objet de l'invention est un procédé permettant de réduire le bruit pour des images ayant un mauvais rapport signal sur bruit, en réalisant un filtrage temporel pour les points représentant des portions
15 d'image fixes ou affectées par le bruit, et en réalisant un filtrage, dit médian, pour les points représentant des portions d'image animées et, d'autre part, en réalisant un filtrage, dit filtrage spatial, identique pour l'ensemble des points de chaque image pour atténuer les démarcations entre les zones de points fixes ou en mouvement dû au bruit, et les zones
20 de points en mouvement vrai.

Selon l'invention, un procédé pour réduire la visibilité du bruit dans une suite d'images vidéo, chaque image étant représentée par une suite de valeurs numériques représentatives de la luminance, est caracté-
risé en ce qu'il consiste, successivement pour chaque point de chaque
25 ligne,

- à déterminer si ce point est :

- un point dont le mouvement est vrai, sa luminance ayant varié par rapport à celle du point homologue dans l'image précédente sans que cette variation soit due au bruit,
- 30 - ou un point dont le mouvement est dû au bruit, sa luminance ayant varié par rapport à celle du point homologue dans l'image précédente, sous l'action du bruit ;
- ou un point fixe, sa luminance n'ayant pas varié par rapport à celle du point homologue dans l'image précédente ;

- à filtrer une valeur L_{ij} représentative de la luminance de ce point,

5 — en calculant une valeur filtrée $\hat{L}_{ij}$ selon la formule $\hat{L}_{ij} = \alpha_f \cdot L_{ij} + (1 - \alpha_f) \cdot L'_{ij}$ où α_f est un coefficient fixe compris entre 0 et 1, où L'_{ij} est une valeur représentant la luminance du point homologue du point considéré, dans l'image précédente, si le point considéré est un point fixe ;

10 — en calculant une valeur filtrée $\hat{L}_{ij}$ selon la formule : $\hat{L}_{ij} = \alpha_b \cdot L_{ij} + (1 - \alpha_b) \cdot L'_{ij}$, où α_b est un coefficient fixe compris entre 0 et 1, supérieur ou égal à α_f et où L'_{ij} est une valeur représentant la luminance du point homologue du point considéré, dans l'image précédente, si le point considéré a un mouvement dû au bruit ;

15 — en ordonnant des valeurs $L_{i,j-n}, \dots, L_{ij}, \dots, L_{i,j+n}$ représentant la luminance du point considéré et des n points précédents et des n points suivants sur la même ligne, n étant un nombre entier fixé, et en prenant pour valeur filtrée $\hat{L}_{ij}$ une valeur dont le rang est le $(n+1)^{\text{ième}}$ dans la suite ordonnée des valeurs $L_{i,j-n}, \dots, L_{ij}, \dots, L_{i,j+n}$, si le point considéré a un mouvement vrai.

20 L'invention sera mieux comprise et d'autres détails apparaîtront à l'aide de la description ci-dessous et des figures l'accompagnant :

- les figures 1, 2, et 3 représentent le schéma synoptique de trois exemples de réalisation du dispositif selon l'invention ;

25 - les figures 4 et 5 représentent le schéma synoptique plus détaillé de deux parties de ces trois exemples de réalisation.

30 Les trois exemples de réalisation représentés sur les figures 1, 2, et 3 comportent les mêmes éléments mais connectés différemment. Les éléments identiques sont repérés par les mêmes références numériques accompagnés éventuellement d'un indice ' ou ". Ces exemples de réalisation sont prévus pour traiter des images vidéo ayant un rapport signal sur bruit pouvant atteindre 20 dB. L'exemple de réalisation représenté sur la figure 1 comporte : une borne d'entrée 1 ; un détecteur de mouvement 2 ; une mémoire d'image 3 ; un filtre médian 4 ; un filtre récursif inter-images 5 ; un multiplexeur à deux entrées et une sortie 6 ; un filtre
35 récursif bidirectionnel 7 ; et une borne de sortie 8.

Le filtre médian 4 et le filtre récursif inter-images 7 possèdent une borne d'entrée commune 50 reliée à la borne d'entrée 1 du dispositif selon l'invention. Les filtres 4 et 5 reçoivent une suite de valeurs numériques L_{ij} représentatives de la luminance des points d'image vidéo, dans l'ordre où ces points sont analysés. Dans l'exemple représenté sur la figure 1 cette suite de valeurs numériques représentatives est constituée par les valeurs de luminance telles qu'elles sont appliquées à la borne d'entrée 1. Les filtres 4 et 5 possèdent chacun une sortie reliée respectivement à une première et une seconde entrée du multiplexeur 6 pour lui fournir respectivement une suite de valeurs filtrées $O_{i,j-2}$ et une suite de valeurs filtrées $\hat{L}_{i,j-2}$ car ils causent un retard correspondant à deux points d'image.

Le multiplexeur 6 possède une borne de sortie 53 reliée à une entrée du filtre récursif bidirectionnel 7 et à une entrée de données de la mémoire d'image 3. Le multiplexeur 6 possède une entrée de commande reliée à une première sortie du détecteur de mouvement 2 par une borne d'entrée 54. Le filtre récursif inter-images 5 possède en outre une borne d'entrée 51 reliée à une seconde sortie du détecteur de mouvement 2, et une borne d'entrée 52 reliée à une sortie de données de la mémoire d'image 3 fournissant une suite de valeurs L'_{ij} . Une entrée du détecteur de mouvement 2 est reliée à la borne d'entrée 1. Une sortie du filtre récursif bidirectionnel 7 est reliée à la borne de sortie 8 du dispositif selon l'invention.

Le détecteur de mouvement 2 fournit sur sa première sortie un signal logique commandant le multiplexeur 6 pour que celui-ci transmette une valeur filtrée fournie par le filtre médian 4 ou une valeur filtrée fournie par le filtre récursif inter-images 5 selon la classe à laquelle appartient le point en cours de traitement. Si ce point est un point en mouvement vrai la valeur transmise est la valeur $O_{i,j-2}$ fournie par la sortie du filtre médian 4, et si ce point est un point fixe ou bien si son mouvement est dû au bruit la valeur transmise est la valeur $\hat{L}_{i,j-2}$ fournie par le filtre 5. La valeur transmise par le multiplexeur 6 est ensuite filtrée par le filtre 7, pour réaliser un filtrage complémentaire car la différence d'efficacité du filtrage temporel inter-images entre les zones de points en mouvement et les zones de points fixes provoque un

phénomène visuel très gênant constitué par une démarcation nette entre ces zones.

Le détecteur de mouvement 2 utilisé dans cet exemple de réalisation ne discrimine que trois classes de bruit. Il peut être réalisé selon l'enseignement de la demande de brevet français n° 2 537 370 déposée au nom de la Demanderesse et décrivant un procédé et un dispositif de discrimination du bruit et du mouvement dans une séquence d'images vidéo.

Le procédé consiste à :

- 10 - regrouper en zones des points connexes dont la valeur de luminance a varié d'une valeur supérieure à un seuil, qui est fixé à 15 dans cet exemple où la luminance peut varier de 0 à 255 ;
- estimer le nombre de points contenus dans chacune de ces zones ;
- 15 - considérer qu'un point appartenant à une zone contenant un nombre de points supérieur à un nombre fixé, est un point en mouvement vrai, ce nombre fixé étant égal à 12 dans cet exemple ;
- considérer qu'un point appartenant à une zone contenant un nombre de points inférieur au nombre fixé est un point dont le mouvement
- 20 est dû au bruit ;
- considérer qu'un point dont la luminance n'a pas varié est un point fixe.

D'autres procédés connus peuvent être utilisés pour discriminer le type du point.

25 La réalisation de la mémoire d'image 3 est à la portée de l'homme de l'art. Dans cet exemple les images vidéo sont des images de télévision classique constituées de deux trames entrelacées, par conséquent sa capacité correspond aux deux trames d'une image.

Le filtre récursif inter-images 5 calcule une valeur filtrée $\hat{L}_{ij}$ selon la formule :

$$\hat{L}_{ij} = \alpha \cdot L_{ij} + (1 - \alpha) \cdot L'_{ij}$$

où α est un coefficient fixe compris entre 0 et 1, où L'_{ij} est une valeur représentant la luminance du point homologue du point considéré dans l'image précédente. La suite des valeurs $\hat{L}_{ij}$ est retardée de deux

35 points pour obtenir la suite de valeurs $\hat{L}_{i,j-2}$ en synchronisme avec la

suite de valeurs $O_{i,j-2}$. Dans l'exemple représenté sur la figure 1, L'_{ij} correspond à une valeur de luminance filtrée précédemment par le filtre 4 ou par le filtre 5 et sélectionnée par le multiplexeur 6 selon la classe du point homologue. La valeur de α est commandée par un signal de
 5 commande reçu sur la borne 51 : quand le point est fixe, le coefficient α prend une valeur $\alpha_f = 0,25$; et quand le point considéré a un mouvement dû au bruit, le coefficient α prend une valeur $\alpha_b = 0,50$ permettant d'obtenir un filtrage moins énergique pour diminuer la dégradation de l'image résultant du filtrage lorsqu'un point en mouvement vrai est
 10 déclaré à tort avoir un mouvement dû au bruit. Les valeurs α_f et α_b pourraient être choisies presque nulles, pour avoir un filtrage encore plus énergique, mais il y aurait alors des démarcations trop visibles entre les zones ainsi traitées et les zones de points en mouvement vrai.

Le choix de ces valeurs est fonction du type des images, du
 15 nombre de points considéré comme seuil pour déclarer qu'une sone est une zone de points en mouvement, et du seuil considéré pour la variation de luminance d'un point entre deux images successives.

La figure 4 représente un schéma synoptique plus détaillé du filtre 4, du filtre 5, et du multiplexeur 6. Le filtre 5 comporte : deux
 20 multiplicateurs numériques 40 et 44 ; un multiplexeur à deux entrées et une sortie 41 ; un décodeur 42 fournissant une valeur $1-\alpha$ lorsqu'une valeur α est appliquée sur une entrée ; un additionneur numérique 43 et un dispositif à retard de deux points 45. Le multiplexeur 41 reçoit les valeurs α_b et α_f respectivement sur ses deux entrées, reçoit un signal de
 25 commande fourni par la borne d'entrée 51, et fournit la valeur α_b ou la valeur α_f sur une sortie qui est reliée à une première entrée du multiplicateur 40 et à l'entrée du décodeur 42. Une seconde entrée du multiplicateur 40 est reliée à la borne d'entrée 50 commune aux filtres 4 et 5. Une première et une seconde entrée du multiplicateur 44 sont reliées
 30 respectivement à une sortie du décodeur 42 et à la borne d'entrée 52. Une première et une seconde entrée de l'additionneur 43 sont reliées respectivement à une sortie du multiplicateur 40 et à une sortie du multiplicateur 44. Une sortie de l'additionneur 43 est reliée à une entrée du dispositif 45. Celui-ci est constitué de deux registres en cascade commandés par un
 35 signal d'horloge HP au rythme de l'analyse des points. Une sortie du

dispositif 45 constitue la sortie du filtre 5 qui est reliée à une première entrée du multiplexeur 6.

Le décodeur 42 est constitué par une mémoire morte ayant une entrée d'adresse recevant la valeur α et ayant une sortie de données 5 fournissant la valeur correspondante $1-\alpha$. Le multiplicateur 40 calcule la valeur $\alpha \cdot L_{ij}$, le multiplicateur 44 calcule la valeur $(1-\alpha) \cdot L'_{ij}$, et l'additionneur 43 calcule la somme $\alpha \cdot L_{ij} + (1-\alpha) \cdot L'_{ij}$. Le dispositif 45 stocke cette somme et restitue à l'instant considéré une valeur $O_{i,j-2}$.

Le filtre médian 4 réalise un filtrage qui consiste : à comparer les 10 valeurs de luminance des points situés dans une fenêtre horizontale encadrant le point considéré, à ordonner les valeurs de luminance des points situés dans cette fenêtre, et à remplacer la valeur de luminance du point considéré par la valeur médiane parmi ces valeurs, c'est-à-dire celle dont le rang la situe au milieu des valeurs ordonnées. Par exemple, si la 15 fenêtre couvre cinq points d'image et si la suite des valeurs de luminance est :

6 5 100 5 5

la valeur du point considéré étant la valeur 100 située au centre de la fenêtre. Les valeurs de luminance situées dans cette fenêtre après 20 avoir été ordonnées par ordre croissant, ont l'ordre suivant :

5 5 5 6 100

La valeur médiane, c'est-à-dire celle située au troisième rang est la valeur 5. La valeur 100, qui était une valeur aberrante et isolée par rapport aux valeurs voisines, est donc remplacée par la valeur filtrée 5. Il 25 est à noter que ce type de filtrage, contrairement à un filtrage consistant à prendre une valeur filtrée égale à la valeur moyenne des valeurs de luminance dans la fenêtre, n'adoucit pas les contours des images. Si, par exemple, les cinq valeurs de luminance des points situés dans la fenêtre sont les suivantes :

30 6 5 100 98 100

La suite des valeurs ordonnées par ordre croissant est :

5 6 98 100 100

La valeur médiane, qui est située au troisième rang, est 98. La valeur de luminance du point considéré, 100, est remplacée par une valeur 35 filtrée égale à 98. Le contour correspondant à la variation de luminance

de la valeur 5 environ à la valeur 100 environ n'est donc pas remplacé par une transition douce. Ce procédé de filtrage convient très bien lorsque le bruit affecte des points isolés, c'est-à-dire lorsqu'il s'agit de bruit granulaire. Par contre, ce procédé ne convient pas lorsque la nature du
 5 bruit n'est pas granulaire et affecte donc des paquets de points connexes.

Dans cet exemple, le filtre 4 comporte : quatre comparateurs numériques 21, 22, 23, et 24 ; dix registres à un étage, 25 à 34 ; un décodeur 35 ; et un multiplexeur à cinq entrées et une sortie 36. Chacun des registres 25 à 34 peut stocker une valeur de luminance et chacun est
 10 commandé par le signal d'horloge HP à la fréquence d'analyse des points, fourni par un générateur non représenté mais dont la réalisation est à la portée de l'homme de l'art. Les registres 25 à 28 sont reliés en série, le registre 25 recevant une suite de valeurs L_{ij} fournies par la borne d'entrée 50. La borne d'entrée 50 et les quatre sorties des registres 25 à 28 sont
 15 reliées respectivement aux cinq entrées du multiplexeur 36.

La borne d'entrée 50 est reliée à une première entrée de chacun des comparateurs 21 à 24. Les quatre sorties des registres 25 à 28 sont reliées respectivement à des secondes entrées des comparateurs 21 à 24. Quatre sorties des comparateurs 21 à 24 sont reliées respectivement à
 20 quatre entrées du décodeur 35. Les sorties des comparateurs 21 à 23 sont en outre reliées respectivement à des entrées des registres 29, 30, et 32. Les sorties des registres 29 et 32 sont reliées respectivement à deux entrées du décodeur 35. La sortie du registre 30 est reliée en outre à une entrée du registre 31 et la sortie du registre 32 est reliée en outre à une
 25 entrée du registre 33. Des sorties du registre 31 et du registre 33 sont reliées respectivement à deux entrées du décodeur 35 et la sortie du registre 33 est reliée en outre à une entrée du registre 34. Une sortie du registre 34 est reliée à une entrée du décodeur 35. Une sortie du décodeur 35 fournit un signal de commande au multiplexeur 36 pour commander la
 30 transmission vers une sortie de ce multiplexeur de l'une des cinq valeurs appliquées respectivement sur ses entrées. La sortie du multiplexeur 36 constitue la sortie du filtre 4 et est reliée à la seconde entrée du multiplexeur 6.

La valeur L_{ij} appliquée à l'instant considéré à l'entrée du filtre 4
 35 est une représentation de la luminance du point de rang j sur la $i^{\text{ème}}$ ligne.

- d'une image. Cette valeur est comparée, par les comparateurs 21 à 24 aux valeurs $L_{i,j-1}$, $L_{i,j-2}$, $L_{i,j-3}$, $L_{i,j-4}$, représentatives de la luminance des quatre points précédents le point de rang j sur la ligne de rang i . Ces cinq valeurs constituent les valeurs situées dans la fenêtre considérée
- 5 pour le filtrage de la valeur $L_{i,j-2}$ située au milieu de cette fenêtre. Les comparateurs 21 à 24 fournissent chacun un signal logique fonction du résultat de la comparaison. Les valeurs de ces signaux logiques sont notées respectivement C_{j-1}^j , C_{j-2}^j , C_{j-3}^j , et C_{j-4}^j . Le registre 29 réalisant un retard correspondant à un point, il fournit un signal logique
- 10 C_{j-4}^{j-1} traduisant la comparaison entre les valeurs de luminance des points de rang $j-1$ et de rang $j-4$. Les registres 30 à 34 fournissent respectivement des signaux logiques C_{j-3}^{j-1} , C_{j-4}^{j-2} , C_{j-2}^{j-1} , C_{j-3}^{j-2} , et C_{j-4}^{j-3} . Ainsi le décodeur 35 reçoit des signaux logiques traduisant toutes les comparaisons possibles entre la valeur de luminance
- 15 d'un point quelconque de la fenêtre et les valeurs de luminance de tous les points précédant ce point dans cette fenêtre. Le décodeur 35 génère un signal de commande du multiplexeur 36 sélectionnant alors la valeur médiane parmi les cinq valeurs de luminance des points situés dans la fenêtre. La valeur sélectionnée constitue la valeur filtrée $\hat{L}_{i,j-2}$. Le
- 20 décodeur 35 est un circuit logique non séquentiel dont la réalisation est à la portée de l'homme de l'art.

- La figure 5 représente un schéma synoptique plus détaillé du filtre récursif bidirectionnel 7. Il comprend un dispositif 71, dit de filtrage horizontal, et un dispositif 81, dit de filtrage vertical, reliés en série. Une
- 25 borne d'entrée 72 reçoit une suite des valeurs numériques X_{ij} représentatives de la luminance d'une image et les transmet à une entrée du dispositif 71. X_{ij} est la valeur représentative de la luminance d'un point de rang j sur la $i^{\text{ème}}$ ligne d'une image. En régime établi, le dispositif 71 réalise un filtrage récursif horizontal en calculant une valeur de lumi-
- 30 nance filtrée $\hat{X}_{ij}$, selon la formule :
- $$\hat{X}_{ij} = \alpha_H \cdot X_{ij} + (1 - \alpha_H) \cdot \hat{X}_{i,j-1}$$
- où α_H est un coefficient fixé compris entre 0 et 1 et où $\hat{X}_{i,j-1}$ est une valeur de luminance filtrée déterminée immédiatement précédemment par le dispositif 71, pour le $(j-1)^{\text{ème}}$ point sur la $i^{\text{ème}}$ ligne, c'est-à-
- 35 dire le point immédiatement voisin à gauche dans un balayage classique.

Une sortie du dispositif 71 fournit la valeur $\hat{X}_{ij}$ à une entrée du dispositif 81 de filtrage vertical. En régime établi, le dispositif 81 réalise un filtrage récursif vertical en calculant une valeur de luminance filtrée $\bar{X}_{ij}$, selon la formule :

$$\bar{X}_{ij} = \alpha_V \cdot \hat{X}_{ij} + (1 - \alpha_V) \cdot \bar{X}_{i-1,j}$$

où α_V est un coefficient fixé compris entre 0 et 1, et où $\bar{X}_{i-1,j}$ est une valeur de luminance filtrée déterminée précédemment par le dispositif 81, pour $j^{\text{ième}}$ point sur la ligne précédente, dans la même trame.

Pour le filtrage de la luminance du premier point de chaque ligne, la valeur $\hat{X}_{i,j-1}$ qui n'existe pas, est remplacée par la valeur non filtrée X_{ij} représentative de la luminance de ce premier point ; pour la première ligne de chaque trame, les valeurs $\bar{X}_{i-1,j}$, qui n'existent pas, sont remplacées par les valeurs non filtrées X_{ij} représentatives de la luminance des points de cette première ligne.

Dans cet exemple de réalisation, le dispositif 71 de filtrage horizontal comporte : une mémoire morte 73, jouant le rôle de multiplicateur par α_H ; une mémoire morte 74 jouant le rôle de multiplicateur par $(1 - \alpha_H)$; un dispositif à retard 75 constitué par un registre à un étage ; un additionneur numérique 76 ; un multiplexeur 77 ; et des moyens 78 de commande de l'initialisation.

Une entrée d'adresse de la mémoire morte 73 est reliée à la borne d'entrée 72 pour recevoir la valeur numérique X_{ij} représentative de la luminance d'un point d'image. Une sortie de la mémoire morte 74 est reliée à une première entrée de l'additionneur 76. Une sortie de la mémoire morte 73 est reliée à une seconde entrée de l'additionneur 76. Une sortie du multiplexeur 77 est reliée à une entrée d'adresse de la mémoire morte 74. Une première entrée du multiplexeur 77 est reliée à l'entrée du dispositif 71, une seconde entrée est reliée à une sortie du dispositif à retard 75, et une entrée de commande est reliée à une sortie des moyens 78.

Une sortie de l'additionneur 76 fournit la valeur numérique $\hat{X}_{i,j}$ qui est la valeur filtrée de la luminance du point considéré, selon un

filtrage horizontal. Cette valeur est fournie d'une part à une entrée du dispositif à retard 75 où elle subit un retard correspondant à l'analyse d'un point d'image. Elle sera utilisée pour calculer la valeur de luminance filtrée du prochain point après le point considéré ; elle est appliquée
 5 d'autre part à la sortie du dispositif 71.

Le dispositif à retard 75 est commandé par le signal d'horloge HP au rythme de l'analyse des points d'image. Les moyens de commande 78 sont commandés par le signal d'horloge HP, un signal d'horloge HL au rythme de l'analyse des lignes et un signal d'horloge HT au rythme de
 10 l'analyse des trames. Pendant la durée de traitement de la valeur de luminance du premier point de chaque ligne, les moyens 78 commandent le multiplexeur 77 pour qu'il relie l'entrée de la mémoire 74 à la borne d'entrée 72. Le dispositif 71 calcule alors :

$$\hat{X}_{ij} = \alpha_H \cdot X_{ij} + (1 - \alpha_H) \cdot X_{ij} = X_{ij}$$

15 Pendant la durée du traitement des autres points les moyens 78 commandent le multiplexeur 77 pour qu'il relie l'entrée de la mémoire morte 74 à la sortie du dispositif à retard 75. La sortie de la mémoire 74 fournit alors une valeur $(1 - \alpha_H) \cdot \hat{X}_{i,j-1}$, et la sortie de l'additionneur 76 fournit alors une valeur filtrée

$$20 \quad \hat{X}_{i,j} = \alpha_H \cdot X_{ij} + (1 - \alpha_H) \cdot \hat{X}_{i,j-1}$$

La réalisation des moyens de commande 78 n'est pas décrite car elle est à la portée de l'homme de l'art.

Le dispositif de filtrage 81 comporte, dans cet exemple : une mémoire morte 83 jouant le rôle de multiplicateur par α_V ; une mémoire
 25 morte 84 jouant le rôle de multiplicateur par $(1 - \alpha_V)$; un additionneur numérique 86 ; un dispositif à retard 85 procurant un retard équivalent à la durée d'une ligne ; un multiplexeur 87 ; et des moyens 88 de commande de l'initialisation. Une entrée du dispositif 81 est reliée à la sortie du dispositif 71 et reçoit la valeur $\hat{X}_{ij}$. Cette entrée est reliée à une entrée
 30 d'adresse de la mémoire morte 83 et à une première entrée du multiplexeur 87. Une seconde entrée du multiplexeur 87 est reliée à une sortie du dispositif à retard 85, une entrée de commande est reliée à une sortie des moyens 88, et une sortie est reliée à une entrée d'adresse de la mémoire 84.

Une sortie de la mémoire morte 83 fournit la valeur numérique $\alpha_V \cdot \hat{X}_{i,j}$ à une première entrée de l'additionneur 89. Une seconde entrée du multiplexeur 87 est reliée à une sortie du dispositif à retard 85 qui lui fournit la valeur filtrée $\bar{X}_{i-1,j}$ de la luminance du point situé immédiatement au-dessus du point considéré, dans la même trame. La sortie de l'additionneur 86 est reliée à la borne de sortie 82 du dispositif selon l'invention et à une entrée du dispositif 85, auxquels elle fournit une valeur numérique $\bar{X}_{i,j}$ qui est la valeur filtrée de la luminance du point considéré, selon un filtrage spatial successivement horizontal et vertical.

Le dispositif à retard 85 est constitué par un registre à décalage dont le nombre d'étages est égal au nombre de points contenus dans chaque ligne d'analyse. Le dispositif 85 est commandé par le signal d'horloge HP. Les moyens 88 de commande de l'initialisation reçoivent les signaux d'horloge HP, HL et HT. Pendant la durée de la première ligne de chaque trame, ils commandent le multiplexeur 87 pour qu'il transmette à la mémoire 84 la valeur à filtrer verticalement, $\hat{X}_{ij}$, à la place de la valeur $\bar{X}_{i-1,j}$ qui n'existe pas. Le dispositif 81 calcule alors une valeur filtrée

$$\bar{X}_{ij} = \alpha_V \cdot \hat{X}_{ij} + (1 - \alpha_V) \cdot \hat{X}_{ij} = \hat{X}_{ij}$$

Pendant la durée du traitement des points de toutes les autres lignes, les moyens 88 commandent le multiplexeur 87 pour qu'il transmette la valeur $\bar{X}_{i-1,j}$ fournie par le dispositif à retard 85 et qui est la valeur filtrée de la luminance du point situé au-dessus du point considéré. La sortie de l'additionneur 86 fournit alors une valeur :

$$\bar{X}_{i,j} = \alpha_V \cdot \hat{X}_{ij} + (1 - \alpha_V) \cdot \bar{X}_{i-1,j}$$

La réalisation des moyens 88 n'est pas décrite car elle est à la portée de l'homme de l'art.

Un second exemple de réalisation peut comporter les mêmes dispositifs de filtrage 71 et 81, mais reliés en série dans l'ordre inverse.

Le résultat du filtrage est peu différent. Dans cet exemple $\alpha_H = \alpha_V = 0,875$.

La figure 2 représente un second exemple de réalisation du dispositif selon l'invention comportant les mêmes éléments que l'exemple représenté par la figure 1 mais où l'entrée de données de la mémoire d'image 3' est reliée à la sortie du filtre récursif bidirectionnel 7' au lieu

d'être reliée à la sortie du multiplexeur 6'. Ainsi les valeurs stockées dans la mémoire d'image 3' sont constituées par les valeurs filtrées successivement par le filtre médian 4' ou le filtre récursif inter-images 5' puis par le filtre récursif bidirectionnel 7'. Le filtrage du filtre 7' a alors un effet
5 renforcé.

La figure 3 représente le schéma synoptique d'un troisième exemple de réalisation du dispositif selon l'invention, comportant les mêmes éléments mais où le filtre récursif bidirectionnel 7'' est relié différemment. La sortie du multiplexeur 6'' est reliée directement à la
10 borne de sortie 8'' du dispositif selon l'invention. Par contre, l'entrée commune du filtre médian 4'' et du filtre récursif inter-images 5'' n'est pas reliée directement à la borne d'entrée 1'' du dispositif selon l'invention mais est reliée par l'intermédiaire du filtre récursif bidirectionnel 7''. Ainsi les valeurs représentatives de la luminance des points d'une image,
15 qui sont traités par les filtres 4'' et 5'' sont des valeurs de luminance filtrées L''_{ij} fournies par le filtre récursif bidirectionnel 7''. Le résultat visuel du filtrage obtenu par cette troisième variante du dispositif selon l'invention est peu différent du résultat obtenu au moyen des deux précédentes variantes.

20 L'invention ne se limite pas aux exemples de réalisation décrits et représentés ci-dessus, de nombreuses variantes sont à la portée de l'homme de l'art. En particulier, d'autres détecteurs de mouvement de type connu peuvent être utilisés. D'autre part, l'invention ne se limite pas à des images vidéo de type classique constituées de deux trames entrela-
25 cées, elle peut être appliquée sans aucune difficulté à une suite d'images constituées chacune d'une seule trame.

La présente invention peut être appliquée aux images de télévision en particulier lorsque le rapport signal/bruit de ces images est inférieur à 30 dB. Lorsque le rapport signal/bruit est différent de 20 dB, la
30 taille des zones constituées de points connexes dont le mouvement est dû au bruit est modifiée, par conséquent il faut modifier la valeur du seuil de détection des variations de luminance ou bien le nombre de points à partir duquel une zone est considérée comme une zone de points en mouvements vrais. La modification de ces paramètres en fonction de l'application
35 envisagée est à la portée de l'homme de l'art. En outre celui-ci peut

modifier les coefficients des filtres en réalisant un compromis entre la qualité d'image et la suppression de bruit qu'il souhaite. Par exemple, les valeurs de α_H et α_V peuvent être 0,75 au lieu de 0,875.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour réduire la visibilité du bruit dans une suite d'images vidéo, chaque image étant représentée par une suite de valeurs numériques représentatives de la luminance, caractérisé en ce qu'il consiste, successivement pour chaque point de chaque ligne,
 - 5 - à déterminer si ce point est :
 - un point dont le mouvement est vrai, sa luminance ayant varié par rapport à celle du point homologue dans l'image précédente sans que cette variation soit due au bruit,
 - ou un point dont le mouvement est dû au bruit, sa
 - 10 luminance ayant varié par rapport à celle du point homologue dans l'image précédente, sous l'action du bruit ;
 - ou un point fixe, sa luminance n'ayant pas varié par rapport à celle du point homologue dans l'image précédente ;
 - à filtrer une valeur L_{ij} représentative de la luminance de ce
 - 15 point,
 - en calculant une valeur filtrée $\hat{L}_{ij}$ selon la formule $\hat{L}_{ij} = \alpha_f \cdot L_{ij} + (1 - \alpha_f) \cdot L'_{ij}$ où α_f est un coefficient fixe compris entre 0 et 1, où L'_{ij} est une valeur représentant la luminance du point homologue du point considéré, dans l'image précédente, si le point considéré est un point
 - 20 fixe ;
 - en calculant une valeur filtrée $\hat{L}_{ij}$ selon la formule : $\hat{L}_{ij} = \alpha_b \cdot L_{ij} + (1 - \alpha_b) \cdot L'_{ij}$, où α_b est un coefficient fixe compris entre 0 et 1, supérieur ou égal à α_f et où L'_{ij} est une valeur représentant la luminance du point
 - 25 homologue du point considéré, dans l'image précédente, si le point considéré a un mouvement dû au bruit ;
 - en ordonnant des valeurs $L_{i,j-n}, \dots, L_{ij}, \dots, L_{i,j+n}$ représentant la luminance du point considéré et des n points précédents et des n points suivants sur la même ligne, n étant un nombre entier fixé, et
 - 30 en prenant pour valeur filtrée $\hat{L}_{ij}$ une valeur dont le rang est le (n+1)^{ième} dans la suite ordonnée les valeurs $L_{i,j-n}, \dots, L_{ij}, \dots, L_{i,j+n}$, si le point considéré a un mouvement vrai.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste ensuite, pour chaque point, à filtrer une valeur filtrée X obtenue par le procédé selon la revendication 1, par un filtrage récursif bidirectionnel consistant :

5 - à calculer $\hat{X} = \alpha_1 \cdot X + (1 - \alpha_1) \cdot A$

où α_1 est un coefficient fixe compris entre 0 et 1, et où A est une valeur filtrée obtenue précédemment par cette formule pour l'un des deux points immédiatement voisins du point considéré : le point le précédant sur la même ligne et le point homologue du point considéré sur la ligne balayée immédiatement précédemment ;

10 - puis à calculer $\bar{X} = \alpha_2 \cdot \hat{X} + (1 - \alpha_2) \cdot B$ où α_2 est un coefficient fixe compris entre 0 et 1, et où B est une valeur filtrée obtenue par cette formule pour l'autre des deux points immédiatement voisins du point considéré.

15 3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste en outre, pour chaque point, à filtrer par un filtrage récursif bidirectionnel la valeur X' représentant sa luminance, avant de la filtrer selon le procédé défini à la revendication 1, ce filtrage récursif bidirectionnel consistant :

20 - à calculer $\hat{X}' = \alpha_1 \cdot X' + (1 - \alpha_1) \cdot A'$

où α_1 est un coefficient fixe compris entre 0 et 1, et où A' est une valeur filtrée obtenue par cette formule pour l'un des deux points immédiatement voisins du point considéré : le point le précédant sur la même ligne et le point homologue du point considéré sur la ligne balayée immédiatement précédemment ;

25 - puis à calculer $\bar{X}' = \alpha_2 \cdot \hat{X}' + (1 - \alpha_2) \cdot B'$ où α_2 est un coefficient fixe compris entre 0 et 1, et où B' est une valeur filtrée obtenue par cette formule pour l'autre des deux points immédiatement voisins du point considéré.

30 4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que pour discriminer les points qui sont fixes, les points qui ont un mouvement dû au bruit, et les points qui ont un mouvement vrai, il consiste à :

- regrouper en zones des points connexes dont la valeur de luminance a varié d'une valeur supérieure à un seuil fixé ;

- estimer le nombre de points contenus dans chacune de ces zones ;
- considérer qu'un point appartenant à une zone contenant un nombre de points supérieur à un nombre fixé est un point en mouvement
- 5 vrai ;
- considérer qu'un point appartenant à une zone contenant un nombre de points inférieur au nombre fixé est un point en mouvement est dû au bruit ;
- considérer qu'un point dont la luminance n'a pas varié est un
- 10 point fixe.

5. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens (2) dits détecteur de mouvement, recevant une suite de valeurs de luminance de points d'image, fournissant un premier signal de
 - 15 commande lorsqu'un point considéré est un point fixe, un second signal de commande lorsque le point considéré a un mouvement vrai, et un troisième signal de commande lorsque le point courant a un mouvement dû au bruit ;
 - des moyens (3, 5), dits de filtrage récursif inter-images recevant
 - 20 une suite de valeurs L_{ij} représentatives de la luminance des points d'image, pour calculer une valeur filtrée $\hat{L}_{ij}$ pour chaque valeur L_{ij} , selon la formule :
- $$\hat{L}_{ij} = \alpha \cdot L_{ij} + (1-\alpha) \cdot L'_{ij}$$
- où α est un coefficient compris entre 0 et 1, prenant deux valeurs
- 25 prédéterminées et distinctes, en fonction du premier et du troisième signal de commande, et où L'_{ij} est une valeur représentative de la luminance du point homologue du point considéré dans l'image précédente ;
 - des moyens (4), dits filtre médian, pour déterminer une valeur
 - 30 filtrée O_{ij} pour chaque valeur L_{ij} , en ordonnant des valeurs : $L_{i,j-n}, \dots, L_{i,j}, \dots, L_{i,j+n}$, représentant la luminance du point considéré, des n points le précédant et des n points le suivant, sur la même ligne, n étant un entier non nul, et en prenant pour valeur filtrée O_{ij} la valeur ayant le $(n+1)^{\text{ième}}$ rang parmi la suite ordonnée des valeurs ;

- des moyens (6) de sélection de la valeur filtrée $\hat{L}_{ij}$ ou de la valeur filtrée O_{ij} en fonction du second signal de commande, chaque valeur sélectionnée constituant une valeur représentative de la luminance d'un point d'image où la visibilité du bruit est réduite.

5 6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un dispositif (7 ou 7') dit filtre récursif bidirectionnel, couplé à la sortie des moyens de sélection (6), recevant une suite de valeurs X représentatives de la luminance des points, et comportant :

- des premiers moyens de filtrage récursif (71) pour calculer une
10 première valeur filtrée $\hat{X}$, selon la formule :

$$\hat{X} = \alpha_1 \cdot X + (1 - \alpha_1) \cdot A \quad \text{avec } 0 \leq \alpha_1 \leq 1$$

où A est une valeur de luminance filtrée qui a été calculée précédemment par les premiers moyens (71) pour l'un des deux points immédiatement voisins du point considéré : le point qui le précède sur la
15 même ligne et celui qui est son homologue sur la ligne analysée immédiatement précédemment ;

- et des seconds moyens de filtrage récursif (81), en série avec les premiers, pour calculer une seconde valeur filtrée $\bar{X}$, selon la formule :

$$\bar{X} = \alpha_2 \cdot \hat{X} + (1 - \alpha_2) \cdot B \quad \text{avec } 0 \leq \alpha_2 \leq 1$$

20 où B est une valeur filtrée qui a été calculée précédemment par les premiers et seconds moyens (71 et 81) pour l'autre des deux points immédiatement voisins du point considéré ; et où $\bar{X}$ constitue la valeur représentative de la luminance d'un point où la visibilité du bruit est réduite.

25 7. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un dispositif (7'') dit filtre récursif bidirectionnel, ayant une entrée (1'') recevant une suite de valeurs X' de luminance de points d'image et ayant une sortie reliée à une entrée du filtre médian (4'') et reliée à une entrée du filtre récursif inter-images (5'') pour leur fournir
30 une suite de valeurs L''_{ij} , ce filtre récursif bidirectionnel (7'') comportant :

- des premiers moyens de filtrage récursif (71) pour calculer une première valeur filtrée $\hat{X}'$, selon la formule :

$$\hat{X}' = \alpha_1 \cdot X' + (1 - \alpha_1) \cdot A' \quad \text{avec } 0 \leq \alpha_1 \leq 1$$

35 où A' est une valeur filtrée qui a été calculée précédemment par les premiers moyens (71) pour l'un des deux points immédiatement voisins

du point considéré : celui qui le précède sur la même ligne et celui qui est son homologue sur la ligne analysée immédiatement précédemment ;

- et des seconds moyens de filtrage récursif (81), en série avec les premiers, pour calculer une seconde valeur filtrée, L''_{ij} , selon formule :

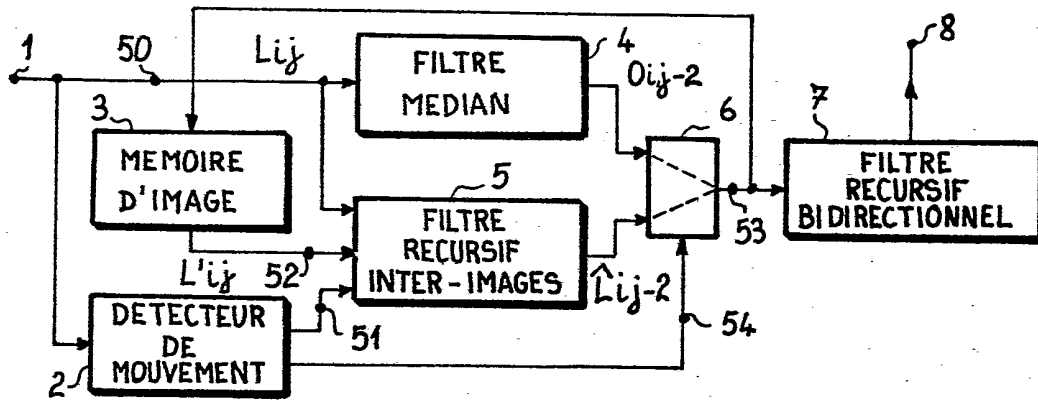
$$5 \quad L''_{ij} = \alpha_2 \cdot \hat{X}' + (1 - \alpha_2) \cdot B' \text{ avec } 0 \leq \alpha_2 \leq 1$$

où B' est une valeur de luminance filtrée qui a été calculée précédemment par les premiers et seconds moyens (71 et 81) pour l'autre des deux points immédiatement voisins du point considéré.

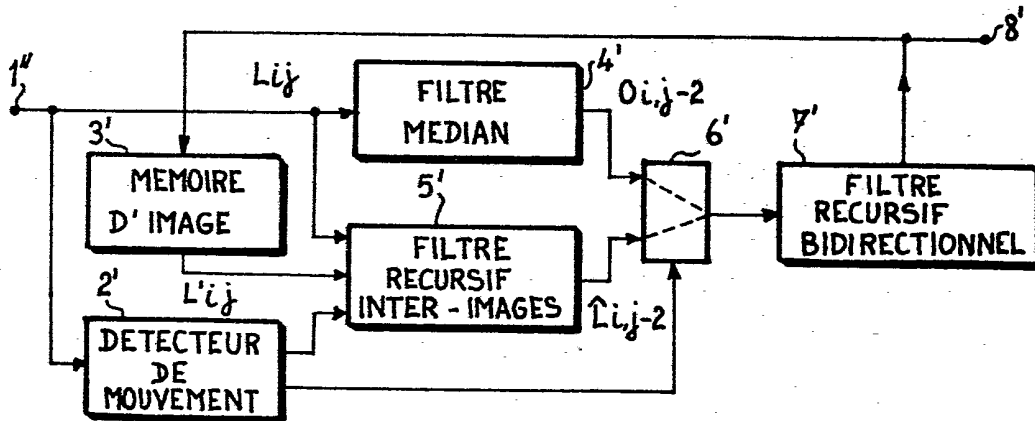
8. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que les
10 moyens de filtrage récursif inter-images (3, 5) comportent une mémoire (3 ou 3'') pour stocker des valeurs représentatives de la luminance des points de l'image précédente, ayant une entrée de données couplée à une sortie des moyens de sélection (6).

9. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que les
15 moyens de filtrage récursif inter-images (3, 5) comportent une mémoire (3') pour stocker des valeurs représentatives de la luminance des points de l'image précédente, ayant une entrée de données couplée à une sortie du filtre récursif bidirectionnel (7').

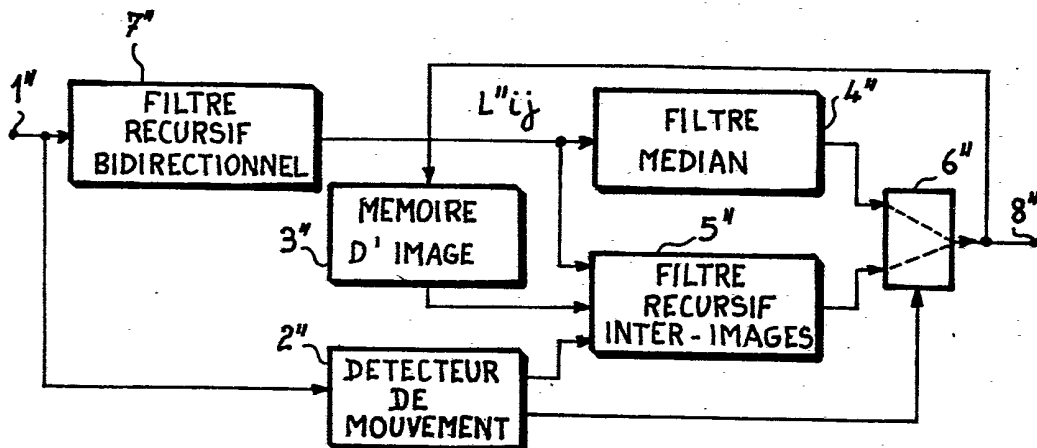
1/3
FIG_1



FIG_2



FIG_3



2/3

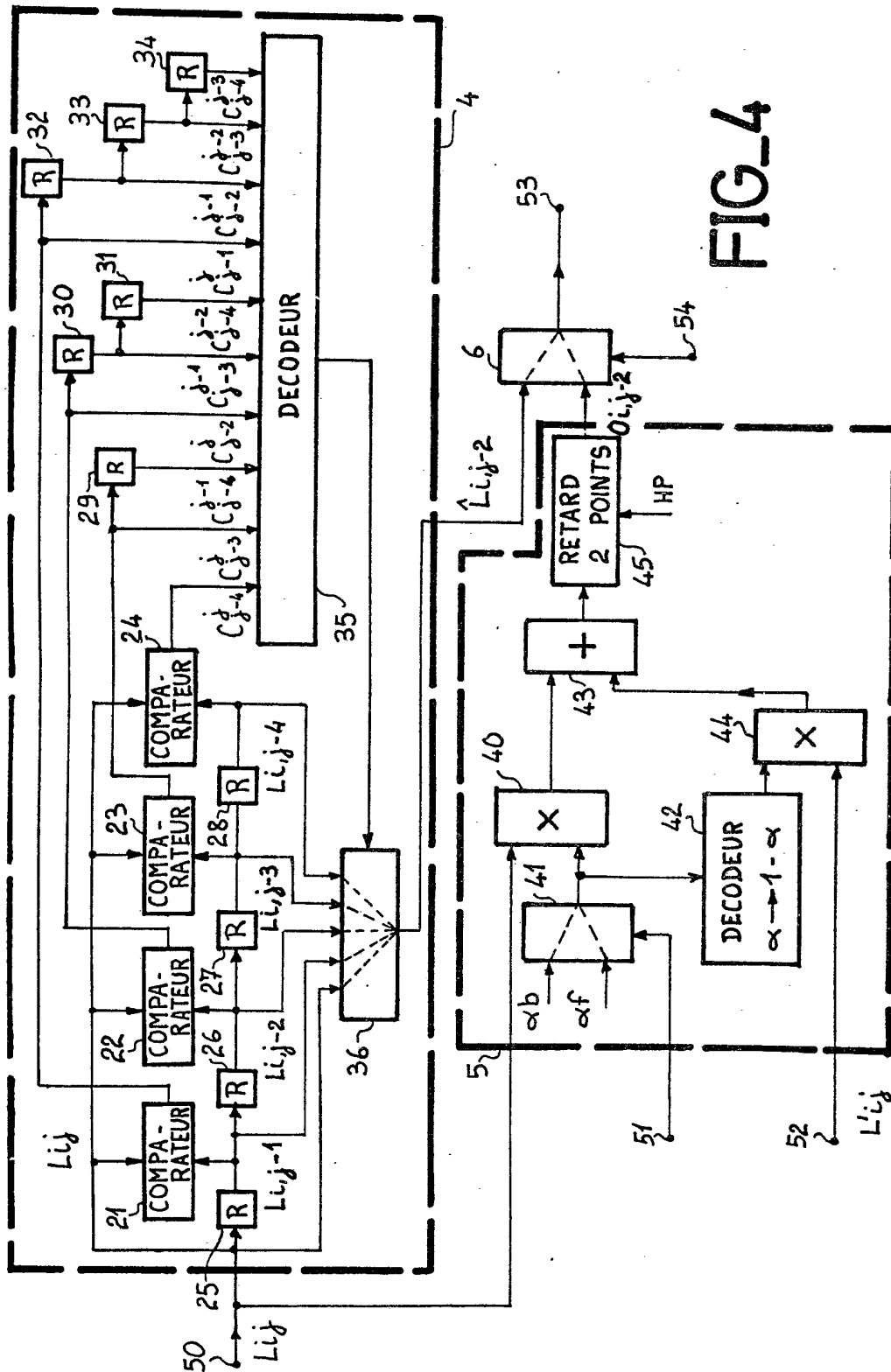


FIG. 4

3/3

FIG. 5

