(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 604 049**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **86 12790**

(51) Int Cl⁴ : H 04 N 11/00.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 12 septembre 1986.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 11 du 18 mars 1986.

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

(71) **Demandeur(s) :** *LABORATOIRES D'ELECTRONIQUE ET DE PHYSIQUE APPLIQUEE L.E.P., société anonyme.* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Frédéric Fonsalas ; Olivier Chantelou.

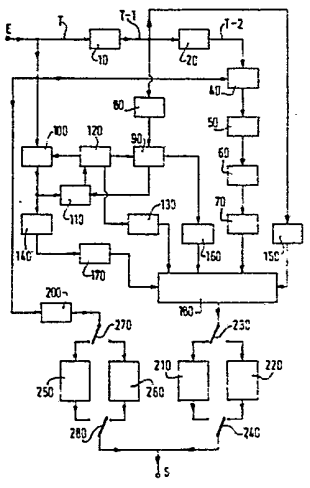
(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** Christian Landousy, société civile S.P.I.D.

(54) Procédé de conversion de signaux vidéo entrelacés en signaux vidéo non entrelacés et convertisseur de signaux vidéo pour la mise en œuvre de ce procédé.

(57) Procédé de conversion de signaux vidéo entrelacés en signaux vidéo non entrelacés, lesdits signaux vidéo étant disponibles sous la forme d'échantillons numériques successifs associés à chaque point d'une image de départ. Ce procédé comprend : *a.* une première opération de détection de mouvement entre images; *b.* une deuxième opération d'estimation de mouvement par recherche, pour chaque bloc de la trame courante, de la meilleure corrélation possible entre le bloc courant considéré dans cette trame courante et une série de blocs successivement considérés dans la trame précédente T-1, le mouvement estimé étant alors celui qui conduit audit bloc courant à partir du bloc de la trame T-1 pour lequel la corrélation est effectivement la meilleure; *c.* une troisième opération d'interpolation verticale pour la génération dans la trame courante de lignes intermédiaires entre les lignes existantes; *d.* une quatrième opération de sélection de la valeur à associer à chaque point des lignes à générer dans chaque bloc de la trame courante, parmi trois valeurs déterminées; *e.* une cinquième opération de reconstitution d'image finale.

Application : convertisseurs de signaux vidéo pour la télévision à haute définition.



FR 2 604 049 - A1

PROCEDE DE CONVERSION DE SIGNAUX VIDEO ENTRELACES EN SIGNAUX VIDEO NON ENTRELACES ET CONVERTISSEUR DE SIGNAUX VIDEO POUR LA MISE EN OEUVRE DE CE PROCEDE

La présente invention concerne un procédé de conversion de signaux vidéo entrelacés en signaux vidéo non entrelacés, lesdits signaux vidéo étant disponibles sous la forme d'échantillons numériques successifs associés à chaque point d'une image de départ, et ledit procédé comprenant, entre autres opérations, une opération de détection de mouvement entre images, une opération d'interpolation, et une opération de reconstitution d'image finale.

L'invention concerne également un convertisseur de signaux vidéo pour la mise en oeuvre de ce procédé de conversion.

La mise en oeuvre de ce procédé et du convertisseur correspondant est particulièrement intéressante dans le domaine de la télévision, pour la conversion d'un signal vidéo entrelacé en un signal vidéo non entrelacé par doublement du nombre des lignes par trame.

Le rapport "HDTV-PAL standards converter", de Y. Tanaka et al., publié parla société japonaise NHK en janvier 1986 décrit un procédé de conversion de signaux vidéo qui comprend une opération de détection de mouvement entre images. Cette opération de détection de mouvement permet ensuite de déterminer, dans les trames sucessives dont on veut doubler le nombre de lignes, les points des lignes manquantes soit par interpolation à partir des lignes voisines de la même trame en cas de mouvement, soit, lorsqu'au contraire aucun mouvement n'a été détecté, par interpolation à partir des lignes voisines des trames voisines.

Ce procédé conduit, sur images fixes, à une résolution maximale ne dépendant que du nombre de lignes des trames de l'image de départ. Par contre, en cas de mouvement des

images, la résolution est deux fois plus faible, car seules les lignes de la trame courante sont utilisées pour l'interpolation.

Un but de l'invention est de proposer un procédé de conversion de signaux permettant de conserver sur la plus grande partie des images en mouvement la résolution maximale obtenues dans le cas d'images fixes.

A cet effet, le procédé de conversion de signaux selon l'invention est caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes :

(a) l'image de départ étant entrelacée en deux trames et divisée en blocs l'organisant selon un quadrillage comprenant par bloc des nombres donnés de lignes de l'image et de points de ces lignes, une première opération de détection de mouvement, réalisée par calcul, en chaque point d'un bloc déterminé de la trame courante T, de la différence entre la valeur numérique associée à ce point et celle associée au point de même position spatiale dans l'image précédente, et par détermination de l'existence ou non d'un mouvement entre images successives selon la valeur globale résultant de l'addition de toutes les valeurs de cette différence pour tous les points du bloc courant considéré, ladite première opération étant suivie de l'opération prévue en (b) ou de l'opération prévue en (e) selon qu'un mouvement est effectivement détecté ou non ;

(b) une deuxième opération d'estimation de mouvement par recherche, pour chaque bloc de la trame courante, de la meilleure corrélation possible entre le bloc courant considéré dans cette trame courante et une série de blocs successivement considérés dans la trame précédente T-1, le mouvement estimé étant alors celui qui conduit audit bloc courant à partir du bloc de la trame T-1 pour lequel la corrélation est effectivement la meilleure, et cette deuxième opération étant suivie de l'opération prévue en (e) ou de l'opération prévue en (c) selon que l'estimation de mouvement est

jugée correcte ou non par comparaison de la fonction de corrélation à un seuil ;

(c) une troisième opération d'interpolation verticale pour la génération dans la trame courante de lignes intermédiaires entre les lignes existantes ;

(d) une quatrième opération de sélection de la valeur à associer à chaque point des lignes à générer dans chaque bloc de la trame courante, parmi trois valeurs déterminées, après exécution des opérations précédentes, soit d'après la première opération si aucun mouvement n'a été détecté, soit d'après la deuxième opération si un mouvement a été détecté et que l'estimation du mouvement détecté est considérée comme correcte, soit d'après la troisième opération si un mouvement a été détecté mais que l'estimation du mouvement détecté ne peut pas être considérée comme correcte ;

(e) une cinquième opération de reconstitution d'image finale, par génération d'un signal vidéo non entrelacé dont la ligne courante est constituée alternativement de la ligne correspondante de la trame courante lorsque cette ligne correspondante existe dans le signal entrelacé d'origine et d'une ligne reconstruite selon la succession des opérations précédentes (a) à (d) lorsque la ligne correspondante n'est pas présente dans ce signal entrelacé d'origine.

L'amélioration essentielle apportée par ce procédé tient à son principe même, de type nouveau dans ce genre d'application. Ce principe consiste en effet à opérer non plus seulement par interpolation, mais en faisant appel aux techniques de corrélation. Plus précisément, on estime, de trame à trame ou de fragment de trame à fragment de trame (par un quadrillage de celles-ci en blocs), des déplacements pour lesquels un extremum d'une fonction de corrélation entre trames, ou entre blocs correspondants des trames, peut être observé et validé.

Dans le cas où la recherche du déplacement est exécutée de façon très systématique dans la zone de recherche,

le pourcentage des blocs compensés, bien que dépendant de la nature de la scène traitée, peut atteindre des valeurs de l'ordre de 80 %, et la résolution ainsi obtenue est très nettement améliorée par rapport aux réalisations antérieures.

Un autre but de l'invention est de proposer un convertisseur de signaux vidéo pour la mise en oeuvre du procédé qui vient d'être décrit.

A cet effet, le convertisseur selon l'invention est caractérisé en ce qu'il comprend une première mémoire retardant le signal d'entrée de la durée d'une trame moins une demi-période ligne et une deuxième mémoire retardant la sortie de la première mémoire de la durée d'une trame plus une demi-période ligne, ainsi que les circuits suivants :

(a) un circuit de détection de mouvement comprenant lui-même un soustracteur dont les deux entrées sont reliées respectivement à l'entrée de la première mémoire et à la sortie de la deuxième mémoire, un circuit d'addition cumulative de toutes les valeurs de sortie du soustracteur correspondant aux points d'un même bloc, un comparateur de la valeur globale ainsi formée à un seuil, et une première mémoire tampon de stockage de la sortie du comparateur, qui est la première information binaire ;

(b) un circuit d'estimation de mouvement comprenant lui-même une troisième mémoire qui reçoit la sortie de la première mémoire, une quatrième mémoire, qui contient au moins tous les points du bloc courant considéré, un corrélateur qui reçoit les sorties de ces troisième et quatrième mémoires, un séquenceur qui reçoit les calculs de corrélation disponibles en sortie du corrélateur et envoie d'une part vers la troisème mémoire l'adresse du bloc de meilleure corrélation avec le bloc courant et d'autre part vers une deuxième mémoire tampon ladite deuxième information binaire ;

(c) un circuit d'interpolation verticale à partir des lignes existantes de la trame courante T ;

(d) un circuit de sélection comprenant lui-même

une troisième mémoire tampon de stockage de la sortie de la première mémoire de trame, une quatrième mémoire tampon de stockage de la sortie de la troisième mémoire qui porte le bloc de meilleure corrélation de la trame T-1, une cinquième mémoire tampon de stockage de la sortie du circuit d'interpolation verticale à partir des lignes de la trame T, et un multiplexeur pour la sélection de la sortie de l'une des troisième, quatrième ou cinquième mémoires selon l'état desdites première et deuxième informations binaires ;

(e) un circuit de reconstitution d'image finale comprenant lui-même un premier jeu de deux mémoires recevant alternativement l'une et l'autre la sortie du multiplexeur et un deuxième jeu de deux mémoires recevant alternativement l'une et l'autre la sortie d'une cinquième mémoire de stockage des lignes de la trame courante T, la sortie du convertisseur de signaux vidéo étant constituée alternativement par la sortie du premier jeu de mémoires ou par celle du deuxième jeu de mémoires.

La structure ainsi proposée est applicable avec grand intérêt dans le domaine de la télévision, dans le cadre des recherches actuellement menées en matière de télévision à haute définition et de conversion des standards actuels en standard à haute définition.

Les particularités et avantages de l'invention apparaîtront maintenant de façon plus détaillée dans la description qui suit et dans les dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs et dans lesquels :

- la figure 1a donne une représentation schématique de l'image, par trames successives vues dans un plan vertico-temporel, qu'on pourrait qualifier de plan de profil (seules les trames successives T-2, T-1, T ont été représentées) ;

- la figure 1b est similaire à la figure 1a, mais montre en outre, dans la trame T-1, les lignes créées par interpolation verticale ;

- la figure 1c est similaire à la figure 1b, mais montre en outre, sur la trame T-1, un exemple de bloc pour lequel ladite corrélation avec le bloc courant de la trame T, également représenté, est maximale ;

- la figure 1d montre cette fois les lignes de l'image dans le plan spatial x,y et plus particulièrement la partie de la trame courante T qui contient le bloc courant $B_{(T)}$ considéré et, dans la trame T-1, le bloc $B_{(T-1)}$ pour lequel la corrélation avec le bloc courant est maximale ;

- la figure 2 montre un exemple de réalisation d'un convertisseur de signaux vidéo convenant pour la mise en oeuvre du procédé conforme à l'invention.

Les signaux vidéo à convertir sont disponibles sous la forme d'échantillons numériques successifs de signaux vidéo échantillonnés qui correspondent à une image entrelacée en deux trames. L'image ainsi constituée est divisée en blocs organisant celle-ci selon un quadrillage en x et y dont le pas n'a aucune importance pour l'application de l'invention. Chaque bloc comprend donc, verticalement, un nombre donné de lignes de l'image et, horizontalement, un nombre donné de points (ou échantillons) de chaque ligne, mais ces nombres de lignes selon l'axe y et de points selon l'axe x sont indifférents, l'invention pouvant être mise en oeuvre quelles que soient leurs valeurs.

Le procédé de conversion de signaux selon l'invention est donc appliqué successivement à chaque bloc de l'image, quelles que soient les dimensions de ces blocs. Ce procédé comprend essentiellement cinq opérations distinctes : détection de mouvement, estimation de mouvement, interpolation verticale, sélection, et reconstitution d'image finale.

La première opération de détection de mouvement consiste à calculer en chaque point de la trame courante T la différence entre la valeur de ce point et la valeur du point de même position spatiale dans l'image précédente, c'est-à-dire dans la trame précédente T-2 de même parité que la trame

courante. Pour chaque bloc, on considère alors qu'il y a eu mouvement ou non par exemple en accumulant toutes les valeurs de cette différence pour tous les points dudit bloc courant puis en comparant à un seuil la valeur globale résultant de cette accumulation.

Cette opération de détection de mouvement est illustrée par la figure 1a qui constitue une représentation schématique de l'image par trames successives vues dans un plan vertico-temporel. L'axe horizontal de ce plan est celui de l'écoulement du temps et l'axe vertical donne les positions verticales des lignes dans chacune des trames successives. Si la trame courante est appelée T, on a représenté successivement sur cette figure 1a les trames T-2, T-1, T, et, dans ces trames, les intersections des lignes avec le plan vertico-temporel sont représentées par un cercle.

La deuxième opération d'estimation de mouvement consiste à rechercher pour chaque bloc de la trame courante T la corrélation qui peut exister entre ce bloc considéré (ou bloc courant) et plusieurs blocs de la trame précédente T-1. Le déplacement estimé dudit bloc considéré est celui pour lequel la corrélation avec le bloc de la trame précédente T-1 de position spatiale décalée dudit déplacement est maximale, à condition que ladite valeur de corrélation soit satisfaisante. Si cette valeur ne l'est pas, l'estimation n'a pas lieu, ou, bien qu'ayant eu lieu, n'est pas validée.

Préalablement à l'estimation de mouvement on peut prévoir une interpolation verticale sur les lignes de la trame précédant la trame courante. Cette interpolation consiste à créer dans la trame T-1 qui précède la trame courante T les lignes intermédiaires entre les lignes existantes (ces lignes intermédiaires seront représentées par des croix sur les figures). Cette génération de lignes est réalisée par calcul, en chaque point des lignes à générer, d'une valeur résultant de la pondération des valeurs attachées aux points de mêmes positions horizontale et temporelle que ledit point mais

appartenant à au moins deux lignes voisines de la ligne à générer.

Cette interpolation verticale est illustrée par la figure 1b qui montre également les trames T-2, T-1, T, et qui montre, dans la trame T-1, les ligne à générer, marquées d'une croix, entre les lignes existantes de cette trame. La pondération verticale exécutée au cours de cette deuxième opération peut être quelconque. On peut choisir par exemple simplement d'effectuer, pour chaque point à générer, la demisomme des valeurs attachées aux points correspondants des deux lignes voisines, mais la pondération peut bien entendu être plus complexe et faire intervenir un nombre de lignes voisines dans la même trame T-1 plus élevé. L'interpolation verticale ainsi proposée permet, dans tous les cas, d'obtenir le pas d'analyse souhaitable dans l'opération d'estimation par comparaison de blocs, ce pas pouvant être aussi bien inférieur que supérieur à l'écart horizontal entre deux points voisins d'une ligne.

L'opération d'estimation de mouvement elle-même est illustrée par les figures 1c et 1d. La figure 1c montre comme précédemment les trames T-2, T-1, T, et, sur la trame T-1, un exemple de bloc $B_{(T-1)}$ pour lequel ladite corrélation avec le bloc courant $B_{(T)}$ de la trame courante est maximale. La figure 1d montre une partie de la trame courante vue cette fois dans le plan spatial, c'est-à-dire en quelque sorte de face, avec le bloc courant $B_{(T)}$ considéré dans cette trame T et ledit bloc $B_{(T-1)}$ de la trame T-1 pour lequel la corrélation est maximale. Le déplacement estimé au cours de la troisième opération est donc celui qui mène de ce bloc de la trame T-1 au bloc courant de la trame courante T. L'estimation ainsi effectuée est jugée correcte si la valeur de la fonction de corrélation est supérieure à un seuil fixé. Si cette valeur est au contraire inférieure, les résultats de cette estimation ne sont pas validés, ce qui justifie alors l'exécution de la troisième opération.

Cette troisième opération consiste à réaliser,

exclusivement à partir des lignes de la trame T entrelacée d'origine, une nouvelle interpolation verticale.

La quatrième opération consiste à effectuer la sélection des valeurs à associer aux points des lignes à générer dans chaque bloc courant de la trame courante, ce choix dépendant d'abord du résultat de l'opération de détection de mouvement puis, s'il y a eu effectivement une telle détection, du résultat de l'opération d'estimation de mouvement.

S'il n'y a pas eu de mouvement détecté, les valeurs de chaque point des lignes à générer dans la trame courante sont les mêmes que celles des points correspondants de la trame précédente T-1 : le bloc considéré est fixe. Si la première opération a au contraire conduit à la détection d'un mouvement, les valeurs des points des lignes à générer dans la trame courante T sont choisies de la façon suivante : d'après l'estimation de mouvement effectuée à la suite des deuxième et troisième opérations si cette estimation est jugée correcte, ou si elle n'est au contraire pas jugée satisfaisante, d'après l'interpolation verticale exécutée au cours de la troisième opération.

La cinquième opération de reconstitution d'image finale consiste à générer un signal vidéo non entrelacé dont la ligne courante est constituée alternativement de la ligne correspondante de la trame courante lorsque cette ligne correspondante existe dans le signal entrelacé d'origine et d'une ligne reconstruite selon la succession des opérations précédentes lorsque la ligne correspondante n'est au contraire pas présente dans ce signal entrelacé d'origine. Une mémorisation temporaire doit être prévue à cet effet pour stocker alternativement ladite ligne existante du signal d'origine et la ligne reconstituée, qui vont se succéder dans l'image finale non entrelacée. L'écriture dans les mémoires temporaires est suivie d'une lecture deux fois plus rapide, puisque l'image non entrelacée a une durée de ligne deux fois plus courte que l'image de départ.

Un exemple de réalisation d'un convertisseur de signaux vidéo pour la mise en oeuvre du procédé qui vient d'être décrit est maintenant proposé sur la figure 2. Dans ce mode de réalisation préférentiel, le convertisseur comprend tout d'abord une première mémoire de trame 10 qui retarde le signal d'entrée, présent sur l'entrée E, de la durée d'une trame moins une demi-période ligne, et une deuxième mémoire de trame 20 qui retarde la sortie de la première mémoire 10 de la durée d'une trame plus une demi-période ligne.

Le signal d'entrée est un signal vidéo échantilloné qui correspond à une image entrelacée en deux trames successives, de parité opposée quant à leur rang de succession. Les deux signaux à l'entrée et en sortie de la mémoire 10 correspondent donc à deux lignes qui ont, sur deux trames successives, une position verticale voisine dans l'image. Il en est de même pour les deux signaux à l'entrée et en sortie de la mémoire 20. Les deux signaux à l'entrée de la mémoire 10 et en sortie de la mémoire 20 sont donc décalés d'une image exactement

Le circuit de détection de mouvement destiné à l'exécution de la première opération comprend un soustracteur 40 dont les deux entrées sont reliées respectivement à l'entrée de la mémoire 10 et à la sortie de la mémoire 20. Le soustracteur 40 calcule en chaque point de la trame courante T la différence entre la valeur de ce point et celle du point de même position spatiale dans l'image précédente, c'est-à-dire dans la trame précédente de même parité T-2. Un circuit 50 réalise l'addition cumulative des valeurs absolues de toutes les différences présentes successivement en sortie du soustracteur 40 et qui correspondent aux points d'un même bloc, et la sortie du circuit 50 est envoyée vers un comparateur 60. Ce comparateur compare à un seuil déterminé la valeur globale présente en sortie du circuit 50 et délivre pour chaque point d'un bloc une information binaire indiquant s'il y a eu ou non mouvement pour ledit bloc auquel appartient ce point. Cette

information binaire est alors envoyée vers un multiplexeur par l'intermédiaire d'une mémoire tampon 70 destiné à conserver cette information le temps nécessaire. Le fonctionnement du multiplexeur -référencé 180- ne sera décrit que plus loin, lorsque l'ensemble des signaux qu'il est susceptible de recevoir aura été mentionné dans la présente description.

Le circuit d'estimation de mouvement destiné à l'exécution de la deuxième opération comprend d'abord un circuit d'interpolation verticale 80 qui calcule en chaque point de la ligne à générer dans la trame T-1 la valeur résultant de la pondération des valeurs attachées aux points de même position horizontale mais appartenant dans la même trame T-1 aux deux lignes voisines de la ligne à générer. Cette pondération peut être par exemple, on l'a vu plus haut, une demi-somme, ou une opération plus complexe, et elle peut être effectuée sur un nombre de lignes voisines supérieur à deux. Ce circuit 80 n'est pas nécessairement prévu, mais est utile pour augmenter la finesse du pas de recherche de corrélation entre blocs.

Le circuit d'estimation de mouvement comprend également une troisième et une quatrième mémoire 90 et 100, un corrélateur 110, et un séquenceur 120.

La troisième mémoire 90, qui reçoit la sortie du circuit d'interpolation verticale 80 c'est-à-dire la trame T-1 de sortie de la mémoire 10 complétée par les lignes manquantes interpolées, est destinée à contenir au moins tous les points compris dans la zone (ou horizon) de recherche du déplacement du bloc courant de la trame T. La quatrième mémoire 100 contient au moins tous les points dudit bloc courant. Le corrélateur 110 reçoit les sorties de ces deux mémoires 90 et 100 et calcule alors la corrélation entre ce bloc courant de la trame T et toute une série de blocs de la trame précédente T-1 correspondant à un déplacement dans la zone de recherche.

Le séquenceur 120 reçoit les résultats des calculs de corrélation effectués dans le corrélateur 110. Après plusieurs itérations (en nombre aussi élevé que nécessaire)

comprenant des calculs de maximum de corrélation, des calculs des valeurs des déplacements pour lesquels une nouvelle corrélation doit être calculée, et l'envoi vers la mémoire 90 des adresses des points des blocs correspondants, le séquenceur 120 connaît la valeur finale de corrélation retenue et la valeur du déplacement de bloc correspondante. Ce séquenceur 120 calcule à partir de cette valeur de déplacement l'adresse, dans la trame T-1, des points compensés. Cette adresse est alors envoyée vers la mémoire 90. Le séquenceur 120 détermine également, par comparaison interne à un seuil, si cette corrélation est satisfaisante -c'est-à-dire supérieure audit seuil fixé à l'avance- ou non et délivre une information binaire correspondante. Cette information binaire est, comme celle de sortie du comparateur 60, envoyée vers le multiplexeur 180, par l'intermédiaire d'une mémoire tampon 130.

Le deuxième circuit d'interpolation verticale destiné à l'exécution de la troisième opération est référencé 140. Ce circuit 140 reçoit la sortie de la mémoire 100 et est destiné à réaliser une interpolation verticale de même nature que celle effectué par le circuit 80, mais cette fois uniquement à l'intérieur de la trame T.

Le circuit de sélection destiné à l'exécution de la quatrième opération comprend trois mémoires tampon 150, 160, 170 et un multiplexeur 180.

La mémoire 150 reçoit la sortie de la première mémoire de trame 10 et a donc en mémoire les lignes de la trame T-1. La mémoire 160, reliée à la sortie de la mémoire 90 a en mémoire des lignes d'image compensées (à partir des lignes de la trame T-1 comme on l'a vu précédemment). La mémoire 170 reçoit la sortie du circuit d'interpolation verticale 140 et a donc en mémoire les lignes d'image interpolées dans la trame T.

Le multiplexeur 180 reçoit les sorties des trois mémoires 150, 160, 170, ainsi que celles des deux mémoires 70 et 130. Les retards apportés par ces cinq mémoires tampons

sont déterminés pour assurer un réalignement temporel correct des signaux aux différentes entrées du multiplexeur 180. Ce réalignement est nécessaire compte tenu des temps de traitement de signaux différents pour l'ensemble des opérations exécutées et doit bien entendu avoir pour résultat le fait que la sélection qui va maintenant s'opérer concernera bien toujours le même point de la même ligne de la trame à générer.

Le fonctionnement du multiplexeur 180 est alors le suivant :

(a) le multiplexeur traite d'abord l'information binaire délivrée en sortie de la mémoire 70 après exécution de la première opération de détection de mouvement, ce traitement ayant lieu comme suit :

(i) si aucun mouvement n'est détecté (premier état de ladite information binaire), le bloc considéré est fixe et, la trame courante étant identique à la trame précédente T-1, la sortie du multiplexeur est celle de la mémoire 150 stockant les ; .nts de cette trame précédente, la validation des sorties des mémoires 160 et 170 étant bien entendu simultanément interdite ;

(ii) si un mouvement est au contraire détecté, ladite information binaire occupe son état opposé, ce qui interdit cette fois la validation de la sortie de la mémoire 150 et va autoriser le traitement de la deuxième information binaire ;

(b) le multiplexeur doit maintenant, si la sortie de la mémoire 150 n'a pas été validée parce qu'un mouvement a été détecté, traiter la deuxième information binaire délivrée en sortie de la mémoire 130 après exécution de la deuxième opération d'estimation de mouvement :

(i) si la corrélation calculée par le séquenceur 120 est satisfaisante (ce qui correspond à un état déterminé de ladite deuxième information binaire), les blocs de la trame à reconstituer proviennent de la trame T-1 après estimation du mouvement, et la sortie du multiplexeur est donc celle

de la mémoire 160 ;

(ii) si au contraire la corrélation n'est pas satisfaisante, le fait que ladite deuxième information binaire occupe son état opposé interdit maintenant la validation de la sortie de la mémoire 160 et, simultanément, autorise la validation de celle de la mémoire 170, la trame à reconstituer n'étant plus formée dans cette dernière circonstance qu'à partir des lignes de la trame T entrelacée d'origine, après exécution de la troisième opération par le deuxième circuit d'interpolation verticale.

La mise en oeuvre, par le multiplexeur 180, de la quatrième opération de sélection a donc consisté à sélectionner, pour constituer la sortie de ce multiplexeur, la sortie de l'une des mémoires 150, 160 ou 170 selon les états des deux informations binaires présentes en sortie des mémoire 70 et 130 respectivement.

Le convertisseur selon l'invention comprend enfin, pour l'exécuti de la cinquième opération, un circuit de reconstitution d'image finale par génération d'un signal vidéo non entrelacé. Ce circuit est composé d'une part d'une mémoire tampon 200, et d'autre part de deux jeux de mémoires 210, 220 et 250, 260. La mémoire 200 joue, comme précédemment, un rôle de réalignement temporel des signaux se présentant sur les entrées des jeux de mémoires.

L'agencement de ces jeux de mémoires est le suivant. Lorsque, dans l'image non entrelacée à reconstituer en sortie du convertisseur, la ligne courante correspond à une ligne formée par mise en oeuvre du procédé selon l'invention, le signal de sortie du multiplexeur 180 est stocké dans l'une des mémoires 210 ou 220 et lu pendant les opérations qui concernent la ligne suivante et qui conduisent, elles, inversement, à une écriture de signal de sortie du multiplexeur 180 dans l'autre des mémoires 210 ou 220. Ainsi, les mémoires 210 et 220 sont alternativement l'une en mode d'écriture pendant que l'autre est en mode lecture, et réciproquement, à l'aide

de commutateurs 230 et 240 précédant et suivant lesdites mémoires et occupant des positions toujours inverses l'une de l'autre.

Lorsque, dans l'image finale non entrelacée, la ligne courante correspond à une ligne présente dans la trame entrelacée d'origine, le signal prélevé est le signal d'entrée de la mémoire de trame 10. Par l'intermédiaire de la mémoire tampon 200, ce signal est fourni aux mémoires d'écriture/lecture 250 et 260 qui, associées à deux commutateurs 270 et 280, opèrent d'une façon exactement similaire à ce qui a été décrit pour les éléments 210 à 240. On dispose finalement, sur la sortie S, des signaux vidéo permettant de reconstituer l'image finale non entrelacée alternativement à partir de la sortie du commutateur 240 ou à partir de celle du commutateur 280. La lecture finale est opérée à une vitesse deux fois plus rapide que l'écriture, car l'image non entrelacée doit avoir une durée de ligne deux fois plus courte que l'image entrelacée de départ.

Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée à l'exemple de réalisation qui vient d'être décrit et représenté et à partir duquel des variantes peuvent être proposées sans pour cela sortir du cadre de l'invention. En particulier, les calculs de corrélation effectués par le circuit d'estimation de mouvement lors de la mise en oeuvre de la troisième opération peuvent être effectués soit en parallèle pour tous les déplacements, soit séquentiellement par approximations successives. Un tel procédé de détermination séquentielle est par exemple décrit dans l'article "Displacement measurement and its application in interframe image coding", de J.R. Jain et A.K.Jain, paru dans la revue IEEE Transactions on Communications, Vol.COM-29, n°12, décembre 1981.

REVENDICATIONS :

1. Procédé de conversion de signaux vidéo entrelacés en signaux vidéo non entrelacés, lesdits signaux vidéo étant disponibles sous la forme d'échantillons numériques successifs associés à chaque point d'une image de départ, et ledit procédé comprenant, entre autres opérations, une opération de détection de mouvement entre images, une opération d'interpolation, et une opération de reconstitution d'image finale, caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes :

(a) l'image de départ étant entrelacée en deux trames et divisée en blocs l'organisant selon un quadrillage comprenant par bloc des nombres donnés de lignes de l'image et de points de ces lignes, une première opération de détection de mouvement, réalisée par calcul, en chaque point d'un bloc déterminé de la trame courante T, de la différence entre la valeur numérique associée à ce point et celle associée au point de même position spatiale dans l'image précédente, et par détermination de l'existence ou non d'un mouvement entre images successives selon la valeur globale résultant de l'addition de toutes les valeurs de cette différence pour tous les points du bloc courant considéré, ladite première opération étant suivie de l'opération prévue en (b) ou de l'opération prévue en (e) selon qu'un mouvement est effectivement détecté ou non ;

(b) une deuxième opération d'estimation de mouvement par recherche, pour chaque bloc de la trame courante, de la meilleure corrélation possible entre le bloc courant considéré dans cette trame courante et une série de blocs successivement considérés dans la trame précédente T-1, le mouvement estimé étant alors celui qui conduit audit bloc courant à partir du bloc de la trame T-1 pour lequel la corrélation est effectivement la meilleure, et cette deuxième opération étant suivie de l'opération prévue en (e) ou de l'opération prévue en (c) selon que l'estimation de mouvement est jugée correcte ou non par comparaison de la fonction de corrélation à un seuil ;

(c) une troisième opération d'interpolation verticale pour la génération dans la trame courante de lignes intermédiaires entre les lignes existantes ;

(d) une quatrième opération de sélection de la valeur à associer à chaque point des lignes à générer dans chaque bloc de la trame courante, parmi trois valeurs déterminées, après exécution des opérations précédentes, soit d'après la première opération si aucun mouvement n'a été détecté, soit d'après la deuxième opération si un mouvement a été détecté et que l'estimation du mouvement détecté est considérée comme correcte soit d'après la troisième opération si un mouvement a été détecté mais que l'estimation du mouvement détecté ne peut pas être considérée comme correcte ;

(e) une cinquième opération de reconstitution d'image finale, par génération d'un signal vidéo non entrelacé dont la ligne courante est constituée alternativement de la ligne correspondante de la trame courante lorsque cette ligne correspondante existe dans le signal entrelacé d'origine et d'une ligne reconstruite selon la succession des opérations précédentes (a) à (d) lorsque la ligne correspondante n'est pas présente dans ce signal entrelacé d'origine.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la deuxième opération d'estimation de mouvement comprend, préalablement à l'étape de recherche de la meilleure corrélation entre blocs des trames T et T-1, une étape d'interpolation verticale pour la génération, dans la trame T-1 qui précède la trame courante, de lignes intermédiaires entre les lignes existantes, par calcul, en chaque point des lignes à générer, d'une valeur numérique résultant de la pondération des valeurs attachées au moins aux points de même position horizontale que ledit point mais appartenant dans la même trame précédente T-1 à au moins deux lignes voisines de la ligne à générer.

3. Convertisseur de signaux vidéo pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce

qu'il comprend une première mémoire retardant le signal d'entrée de la durée d'une trame moins une demi-période ligne et une deuxième mémoire retardant la sortie de la première mémoire de la durée d'une trame plus une demi-période ligne, ainsi que les circuits suivants :

(a) un circuit de détection de mouvement comprenant lui-même un soustracteur dont les deux entrées sont reliées respectivement à l'entrée de la première mémoire et à la sortie de la deuxième mémoire, un circuit d'addition cumulative de toutes les valeurs de sortie du soustracteur correspondant aux points d'un même bloc, un comparateur de la valeur globale ainsi formée à un seuil, et une première mémoire tampon de stockage de la sortie du comparateur, qui est la première information binaire ;

(b) un circuit d'estimation de mouvement comprenant lui-même une troisième mémoire qui reçoit la sortie de la première mémoire, une quatrième mémoire, qui contient au moins tous les points du bloc courant con déré, un corrélateur qui reçoit les sorties de ces troisième et quatrième mémoires, un séquenceur qui reçoit les calculs de corrélation disponibles en sortie du corrélateur et envoie d'une part vers la troisième mémoire l'adresse du bloc de meilleure corrélation avec le bloc courant et d'autre part vers une deuxième mémoire tampon ladite deuxième information binaire ;

(c) un circuit d'interpolation verticale à partir des lignes existantes de la trame courante T ;

(d) un circuit de sélection comprenant lui-même une troisième mémoire tampon de stockage de la sortie de la première mémoire de trame, une quatrième mémoire tampon de stockage de la sortie de la troisième mémoire qui porte le bloc de meilleure corrélation de la trame T-1, une cinquième mémoire tampon de stockage de la sortie du circuit d'interpolation verticale à partir des lignes de la trame T, et un multiplexeur pour la sélection de la sortie de l'une des troisième, quatrième ou cinquième mémoire tampon selon l'état

desdites première et deuxième informations binaires ;

(e) un circuit de reconstitution d'image finale comprenant lui-même un premier jeu de deux mémoires recevant alternativement l'une et l'autre la sortie du multiplexeur et un deuxième jeu de deux mémoires recevant alternativement l'une et l'autre la sortie d'une cinquième mémoire de stockage des lignes de la trame courante T, la sortie du convertisseur de signaux vidéo étant constituée alternativement par la sortie du premier jeu de mémoires ou par celle du deuxième jeu de mémoires.

4. Convertisseur de signaux vidéo pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend une première mémoire retardant le signal d'entrée de la durée d'une trame moins une demi-période ligne et une deuxième mémoire retardant la sortie de la première mémoire de la durée d'une trame plus une demi-période ligne, ainsi que les circuits suivants :

(a) un circuit de détection de mouvement comprenant lui-même un soustracteur dont les deux entrées sont reliées respectivement à l'entrée de la première mémoire et à la sortie de la deuxième mémoire, un circuit d'addition cumulative de toutes les valeurs de sortie du soustracteur correspondant aux points d'un même bloc, un comparateur de la valeur globale ainsi formée à un seuil, et une première mémoire tampon de stockage de la sortie du comparateur, qui est la première information binaire ;

(b) un circuit d'estimation de mouvement comprenant lui-même un circuit d'interpolation verticale, une troisième mémoire qui reçoit la sortie de ce circuit d'interpolation verticale, une quatrième mémoire, qui contient au moins tous les points du bloc courant considéré, un corrélateur qui reçoit les sorties de ces troisième et quatrième mémoires, un séquenceur qui reçoit les calculs de corrélation disponibles en sortie du corrélateur et envoie d'une part vers la troisième mémoire l'adresse du bloc de meilleure corrélation avec

le bloc courant et d'autre part vers une deuxième mémoire tampon ladite deuxième information binaire ;

(c) un circuit d'interpolation verticale à partir des lignes existantes de la trame courante T ;

(d) un circuit de sélection comprenant lui-même une troisième mémoire tampon de stockage de la sortie de la première mémoire de trame, une quatrième mémoire tampon de stockage de la sortie de la troisième mémoire qui porte le bloc de meilleure corrélation de la trame T-1, une cinquième mémoire tampon de stockage de la sortie du circuit d'interpolation verticale à partir des lignes de la trame T, et un multiplexeur pour la sélection de la sortie de l'une des troisième, quatrième ou cinquième mémoire tampon selon l'état desdites première et deuxième informations binaires ;

(e) un circuit de reconstitution d'image finale comprenant lui-même un premier jeu de deux mémoires recevant alternativement l'une et l'autre la sortie du multiplexeur et un deuxième jeu de deux mémoires recevant alternativement l'une et l'autre la sortie d'une cinquième mémoire de stockage des lignes de la trame courante T, la sortie du convertisseur de signaux vidéo étant constituée alternativement par la sortie du premier jeu de mémoires ou par celle du deuxième jeu de mémoires.

2604049

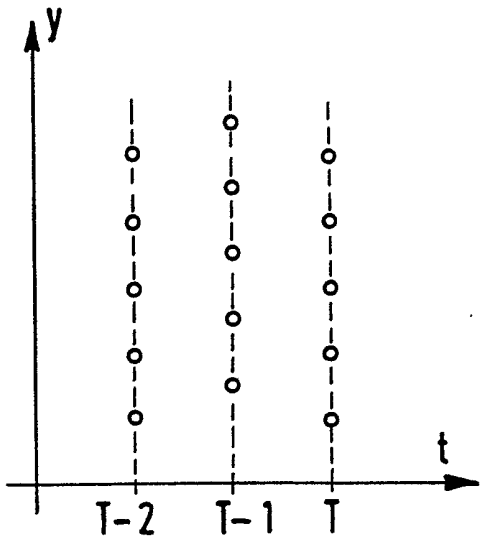


FIG.1a

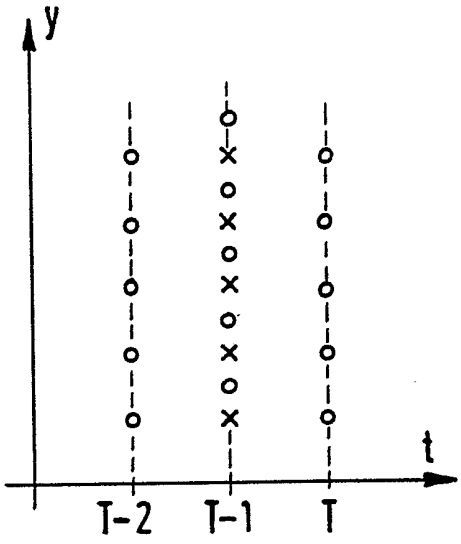


FIG.1b

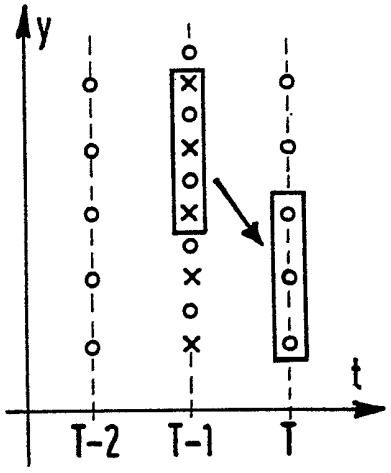


FIG.1c

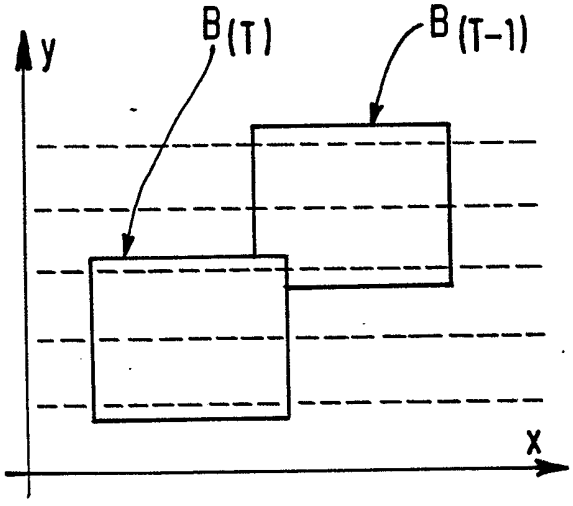


FIG.1d

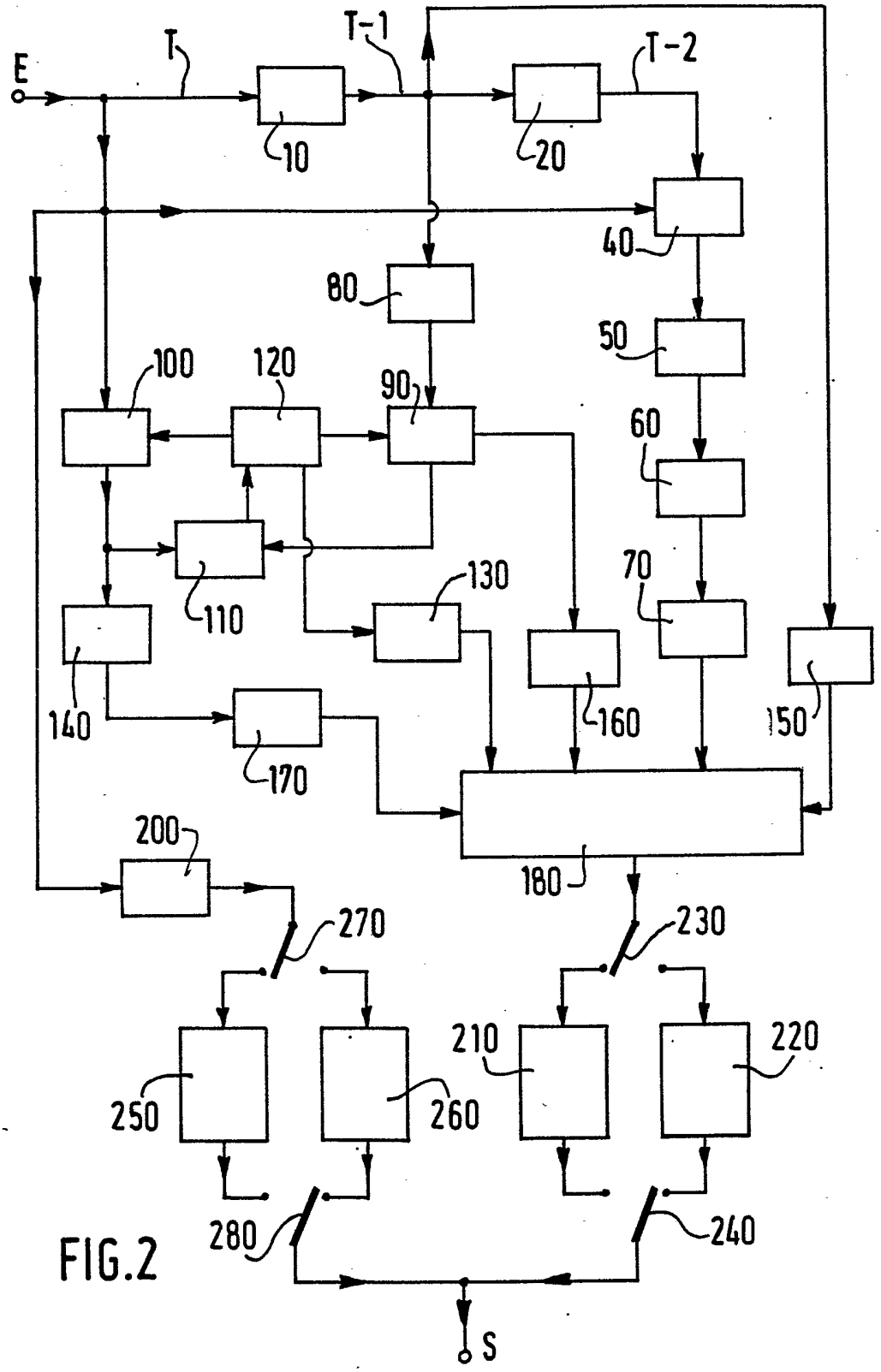

E
T
T-1
T-2
10
20
40
80
50
100
120
90
60
110
130
70
140
160
150
170
200
180
270
230
210
220
250
260
280
240
S

FIG.2