

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication : 2 887 389
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : 05 51686

51) Int Cl⁸ : H 04 N 9/31 (2006.01)

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 21.06.05.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 22.12.06 Bulletin 06/51.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : THOMSON LICENSING S.A. Société anonyme — FR.

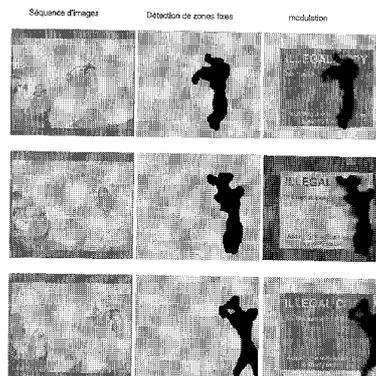
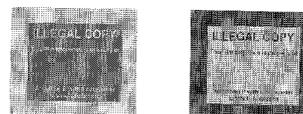
72) Inventeur(s) : KERVEC JONATHAN, BLONDE LAURENT et DOYEN DIDIER.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : THOMSON.

54) APPAREIL ET PROCEDE D'AFFICHAGE D'IMAGES.

57) La présente invention concerne un appareil et un dispositif d'affichage d'images. Pour lutter contre la copie d'images par un caméscope dans une salle de cinéma, il est connu de moduler la luminance des pixels d'un motif autour de la valeur à afficher à une fréquence élevée qui rende le motif invisible à l'oeil humain mais qui génère des artefacts sur la séquence filmée par le caméscope. Selon l'invention, il est proposé de moduler temporellement le motif uniquement dans les zones fixes (arrière-plan ou les scènes d'intérieur) ou éventuellement les zones comportant de faibles mouvements. Ainsi, plutôt que de dégrader l'image dans les zones en mouvement en y appliquant le traitement de modulation temporelle, on choisit de ne pas moduler temporellement le motif dans ces zones critiques.



FR 2 887 389 - A1



APPAREIL ET PROCEDE D'AFFICHAGE D'IMAGES

La présente invention concerne un appareil et un dispositif d'affichage d'images.

5 Les contenus visuels, qu'il s'agisse d'images fixes ou animées, sont en général des créations qui bénéficient des garanties d'exclusivité liées au droit d'auteur. Leur reproduction n'est en général autorisée que dans un cadre strictement défini qui permet la rémunération des auteurs et de leurs ayants droit.

10 Afin de s'assurer que ces règles juridiques sont correctement respectées, de nombreux systèmes ont été développés pour empêcher les copies illégales ou détériorer suffisamment leur qualité pour les rendre inutilisables.

15 Dans ce cadre, la demande de brevet EP 1 237 369 vise à lutter contre la copie d'images par prise de vue lors de leur affichage, par exemple par un caméscope dans une salle de cinéma. Dans ce but, il est proposé de moduler la luminance des pixels d'un motif autour de la valeur à afficher à une fréquence élevée qui rende le motif invisible à l'œil humain mais qui génère des artefacts sur la séquence filmée par le caméscope. Ce motif est
20 appelé couramment tatouage ou motif anti-copie.

La forme du motif est déterminée pour inscrire par exemple des messages du type "COPIE ILLEGALE" qui apparaîtront dans les images affichées par le caméscope.

25 Pour que le motif soit invisible à l'œil nu, la modulation consiste à alterner des images dans lesquelles le motif est clair avec des images dans lesquelles il est sombre, l'intensité moyenne du motif sur plusieurs images correspondant à celle à afficher dans les images en l'absence de motif. Lors de l'affichage de ces images, l'œil réalise une intégration et perçoit en fait l'intensité moyenne.

30 Un autre procédé consiste à moduler la couleur des pixels du motif sans modifier leur luminance. La couleur des pixels du motif est

modulée autour de la couleur à afficher à une fréquence élevée qui rende le motif invisible à l'œil humain. Ce procédé est alors basé sur la fusion des couleurs. Il est décrit de manière très détaillée dans la demande de brevet internationale WO 05/027529.

5 D'une manière générale, cette modulation temporelle vise à répartir dans le temps une information qui est reçue à un instant t donné. Cette information est en général liée à la vidéo et peut-être comme indiqué précédemment la luminance ou la couleur. La répartition temporelle se fait à des instants séparés par des temps « trame » ou « sous-trame ».

10 Cette technique présente toutefois un problème lorsque les images représentent une scène en mouvement. En effet, comme l'œil a tendance à suivre le mouvement dans l'image, l'intégration temporelle ne se fait plus correctement et le motif apparaît alors à l'œil nu. Prenons l'exemple d'une modulation créant un déficit de luminance pour un pixel P du motif
15 dans une première image et un excédent complémentaire de luminance pour le même pixel dans une deuxième image. Si l'œil ne bouge pas, il fait la somme des luminances de ces deux pixels et perçoit alors la valeur moyenne de luminance. La perception de l'œil est alors correcte. Si l'œil bouge, le pixel P dans la première image n'est pas intégré par la même zone
20 rétinienne de l'œil que ce même pixel dans la deuxième image. La somme visuelle entre ces deux pixels n'est plus correcte et le motif est alors détecté par l'œil.

Pour résoudre ce problème, il est possible de faire bouger le motif conformément au mouvement de l'œil de façon à ce que ce dernier intègre
25 les informations vidéo se rapportant à un même pixel dans les deux images successives affichées. Cette technique de compensation de mouvement permet de limiter les défauts et d'améliorer la qualité du traitement mais suppose une grande précision des vecteurs de mouvement et une bonne fiabilité de l'estimateur de mouvement.

30 Un but de l'invention est de proposer un procédé et un dispositif permettant de supprimer ces inconvénients.

Selon l'invention, il est proposé de moduler temporellement le motif uniquement dans les zones fixes ou éventuellement les zones comportant de faibles mouvements. En effet, le traitement ne doit pas être visible pour l'œil du spectateur mais seulement visible pour le système de prise de vue pirate. Dans un film, de nombreux plans sont fixes ou comportent des zones fixes ou avec peu de mouvement, par exemple les arrière-plan ou les scènes d'intérieur. Ainsi, plutôt que de dégrader l'image dans les zones en mouvement en y appliquant le traitement de modulation temporelle, on choisit de ne pas moduler temporellement le motif dans ces zones critiques.

Aussi, la présente invention concerne un procédé de traitement d'image destiné à afficher au moins un motif anti-copie dans une séquence d'images source, chaque image source comprenant une pluralité de pixels organisées en lignes et colonnes et ledit motif comprenant un ensemble de pixels sélectionnés dans ladite image, chaque pixel ayant une information vidéo prédéterminée dans chacune des images source, le procédé comportant une étape de modulation pour moduler temporellement l'information vidéo de chaque pixel du motif autour de son information vidéo prédéterminée de manière à être invisible à l'œil humain et créer des artefacts lorsque lesdites images sont copiées par prise de vue lors de leur affichage. Le procédé de l'invention comporte en outre, préalablement à l'étape de modulation, une étape de détection des zones fixes dans la séquence d'images source et les pixels du motif (qui sont modulés temporellement) sont sélectionnés parmi les pixels des zones fixes détectées.

La mise en œuvre de ce procédé est très simple puisqu'elle nécessite uniquement l'ajout d'un détecteur de zones fixes.

L'information vidéo qui est modulée est soit la luminance, soit la chrominance des pixels. On peut également envisager de moduler les deux à la fois.

Selon un mode de réalisation en variante, on peut également modifier l'information vidéo de pixels appartenant à des zones de faible mouvement (zones dont le mouvement est inférieur à un seuil de mouvement) dans la séquence d'images source.

5 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, et en référence aux dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 illustre un dispositif apte à mettre en œuvre le procédé de l'invention,

10 - la figure 2 représente les niveaux vidéo perçus par l'œil humain lors de l'affichage d'une séquence d'images sans motif anti-copie et avec motif anti-copie modulé temporellement dans des zones fixes des images ;

15 - la figure 3 représente les niveaux vidéo perçus par l'œil humain lors de l'affichage d'une séquence d'images sans motif anti-copie et avec motif anti-copie modulé temporellement dans des zones non fixes des images ;

- la figure 4 représente des images illustrant la modulation temporelle appliquée aux images de la séquence à afficher ; et

20 - la figure 5 illustre la détection et la modulation temporelle appliquées aux images à afficher conformément à l'invention.

La description ci-dessous sera faite dans le cadre d'images codées sous forme numérique, mais l'invention n'est naturellement pas
25 limitée à ce type de codage. Dans ce cadre, l'image ou les images à afficher sont décrites par des données stockées un support d'information 1, tel un disque optique, un disque dur ou une bande magnétique. Ces données peuvent également provenir d'un canal de diffusion (hertzien, satellite, câble ou ADSL par exemple). Le système d'affichage 2 reçoit ces données sous
30 forme d'un flux source F qui représente la séquence d'images à afficher. Il comprend un circuit de détection 3 pour détecter les zones fixes dans la séquence d'images et un circuit de modulation 4 pour moduler temporellement des images dites de modulation dans la dite séquence. Les images de modulation déterminent le motif anti-copie à introduire dans la

séquence d'images. Le motif peut consister par exemple en un message signalant que la copie de ces images est illégale. Les images ainsi modulées sont ensuite fournies sous la forme d'un flux F' à un dispositif d'affichage 5 avec son écran 6.

5 La figure 2 illustre l'affichage classique d'un niveau de gris 128 sur 2 trames T et T+1 consécutives avec, par exemple, un rétroprojecteur à tube cathodique. L'axe des abscisses représente des pixels de l'image et l'axe des ordonnées représente le temps. La partie gauche de la figure représente l'affichage d'une image fixe sans motif modulé temporellement et 10 la partie droite de la figure représente l'affichage de la même image dans laquelle un motif est modulé temporellement. Ce motif est modulé sur 3 pixels. Pour ces 3 pixels, un niveau de gris 64 est affiché pendant la première trame et un niveau de gris 196 pendant la trame T+1. L'œil intègre ces deux niveaux et perçoit un niveau de gris 128, ce qui rend le motif 15 invisible pour le spectateur.

 En comparaison, l'intégration temporelle de l'œil dans le cas d'une image non fixe est représentée à la figure 3. Dans cette figure, l'image est décalée de 1 pixel vers la droite entre la trame T et la trame T+1. L'œil suit ce mouvement entre les 2 trames et détecte donc des niveaux de gris 20 indésirables $162 = (128 + 196)/2$ et $96 = (64 + 128)/2$.

 Par conséquent, selon l'invention, la détection des zones fixes de l'image à afficher et la modulation d'un motif anti-copie dans ces zones permet d'éviter tout risque d'apparition de ces défauts.

25 Selon l'invention, les images du flux F sont analysées par le circuit 3 pour détecter les zones fixes dans les images. On entend par zone fixe une zone de l'image dont les pixels ont le même niveau sur au moins deux trames consécutives. La détection peut se faire par macroblocs de pixels (blocs de plusieurs dizaines pixels) ou par blocs de taille plus réduite (taille 30 comprise entre 2 et 10 pixels). Dans le cas d'une détection par macroblocs, on compare les niveaux vidéo des pixels de chaque macrobloc sur deux

trames consécutives et si, pour un macrobloc donné, les niveaux vidéo de tous les pixels du macrobloc sont inchangés, on considère que ce macrobloc appartient à une zone fixe. Dans le cas d'une détection par bloc de taille réduite, on compare les niveaux vidéo des pixels de chaque macrobloc sur un plus grand nombre de trames consécutives, par exemple 6 trames, et si, pour un bloc donné, les niveaux vidéo de tous les pixels du bloc sont inchangés, on considère que ce bloc appartient à une zone fixe. Ce type de circuit de détection est bien connu de l'homme du métier et a pour avantage d'être plus fiable qu'un estimateur de mouvement. Il délivre pour chaque bloc ou macrobloc une information représentative de son appartenance à une zone fixe.

Selon un mode de réalisation donné à titre d'exemple, les images du flux source F sont ensuite traitées deux par deux et, pour chaque paire d'images ainsi considérée, on génère en sortie deux images modifiées en vue de leur affichage par le dispositif 5. Pour que les informations provenant du circuit de détection 3 correspondent aux images présentes à l'entrée du circuit de modulation 4, les images du flux source F sont retardées par un circuit de retard 4' avant d'être fournies à l'entrée du circuit de modulation 4. Ce retard correspond au temps de traitement de chaque image par le circuit de détection 3. Le circuit de retard 4' est par exemple une mémoire d'image dans le cas d'une détection par macrobloc. Deux images de modulation sont par ailleurs fournies en alternance sur une autre entrée du circuit 4 pour moduler chacune à leur tour les images du flux F. L'une est utilisée pour modifier, dans une première image, le niveau vidéo des pixels correspondant au motif anti-copie et l'autre pour modifier, dans l'image suivante, le niveau vidéo de ces mêmes pixels dans une proportion inverse. Par exemple, la modulation peut consister à augmenter de 20 le niveau vidéo des pixels du motif dans une première image puis à l'abaisser de 20 dans l'image suivante.

Ce mode de réalisation (deux images de sortie pour deux images source) correspond au cas où la fréquence du flux source F est égale à la

fréquence d'affichage du dispositif 5, fréquence pour laquelle le motif modulé dans les images est invisible à l'œil nu. Si la fréquence du flux source n'est pas suffisante, on peut par exemple prévoir de générer deux images ou plus à partir de chaque image source.

5

L'invention va maintenant être plus particulièrement décrite dans le cadre d'une modulation temporelle de la luminance des pixels du motif anti-copie. La fréquence d'affichage du dispositif 5 est donc prise supérieure à la fréquence d'intégration temporelle de l'oeil humain, par exemple 50 ou 60 Hz.

10

La figure 4 illustre un exemple d'images de modulation appliquées aux images du flux F. Les parties claires des images représentent les pixels dont le niveau est augmenté avec la modulation et les parties sombres les pixels dont le niveau est abaissé. Les deux images sont appliquées en alternance aux images du flux F. Elles montrent que, lorsqu'un niveau est abaissé d'une quantité dans une première image, ce niveau est augmenté de la même quantité dans l'image suivante, et inversement. Cette modulation est effectuée dans les zones fixes des images.

15

La figure 5 illustre les étapes de détection et de modulation appliquées à une séquence de trois images consécutives comportant un personnage qui se déplace vers la droite. Les autres personnages de la scène sont immobiles. La partie gauche de la figure représente la séquence des trois images à afficher. La partie centrale représente le résultat de la détection des zones fixes (par exemple par macroblocs) dans ces 3 images et la partie droite montre la portion des images de modulation qui est modulée dans les zones fixes de ces 3 images. Dans la partie centrale, les zones claires représentent les zones fixes des images et les zones sombres représentent les zones en mouvement. Il est à noter que, pour améliorer la compréhension de l'invention, le déplacement vers la droite du personnage a été exagéré (déplacement de plusieurs dizaines de pixels entre chaque

20

25

30

image). Il n'est généralement que de quelques pixels et les zones fixes de deux images consécutives sont généralement très peu différentes.

Selon un perfectionnement, la modulation est réduite aux abords des zones non détectées comme fixes et identifiées par des zones floues dans les images de la partie droite de la figure 5. Une zone floue de largeur fixe est ainsi définie autour des zones non fixes, par exemple 50 pixels. Dans cette zone, la modulation décroît progressivement à mesure que l'on se rapproche de la zone non fixe. Ainsi, par exemple, si on module de +/- 20 le niveau des pixels dans les zones fixes, on va faire décroître l'amplitude de cette modulation dans les zones floues jusqu'à atteindre une amplitude nulle aux bords de la zone détectée comme non fixe. Ce passage d'une zone modulée à une zone non modulée et inversement est ainsi effectué progressivement pour que le spectateur ne soit pas perturbé par l'apparition ou la disparition brutale de la modulation temporelle du motif anti-copie.

15

Selon un mode de réalisation en variante, il est proposé d'effectuer la modulation non seulement dans les zones fixes de l'image mais également dans des zones de l'image de faible mouvement, c'est-à-dire les zones dont le mouvement est inférieur à un seuil de mouvement, par exemple les zones se déplaçant de moins de 2 pixels par trame. Un tel mouvement n'est en effet pas détecté par l'œil et il n'aura donc pas tendance à le suivre. Ce mode de réalisation nécessite l'usage d'un estimateur de mouvement apte à mesurer l'amplitude du mouvement. La direction du mouvement n'est pas utilisée par le procédé de l'invention et n'a donc pas besoin d'être estimée de manière précise. L'estimateur de mouvement utilisé peut donc être très simple.

20
25

REVENDICATIONS

1. Procédé de traitement d'image destiné à afficher au moins un motif anti-copie dans une séquence d'images source, chaque image source
5 comprenant une pluralité de pixels organisés en lignes et colonnes et ledit motif comprenant un ensemble de pixels sélectionnés dans ladite image, chaque pixel ayant une information vidéo prédéterminée dans chacune des images source, ledit procédé comprenant une étape de modulation pour moduler temporellement l'information vidéo de chaque pixel du motif autour
10 de son information vidéo prédéterminée de manière à être invisible à l'œil humain et créer des artefacts lorsque lesdites images sont copiées par prise de vue lors de leur affichage,

caractérisé en ce que, préalablement à ladite étape de modulation, il comprend en outre une étape de détection des zones fixes
15 dans la séquence d'images source et en ce que les pixels dudit motif sont sélectionnés parmi les pixels des zones fixes détectées.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite information vidéo est la luminance et ou la chrominance du pixel.

20

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape de détection des zones à faible mouvement dont le mouvement est inférieur à un seuil dans la séquence d'images source et en ce que les pixels dudit motif sont sélectionnés parmi les pixels
25 des zones fixes ou à faible mouvement détectées.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'amplitude de la modulation temporelle est réduite au voisinage des zones des images source non détectées comme zones fixes.

30

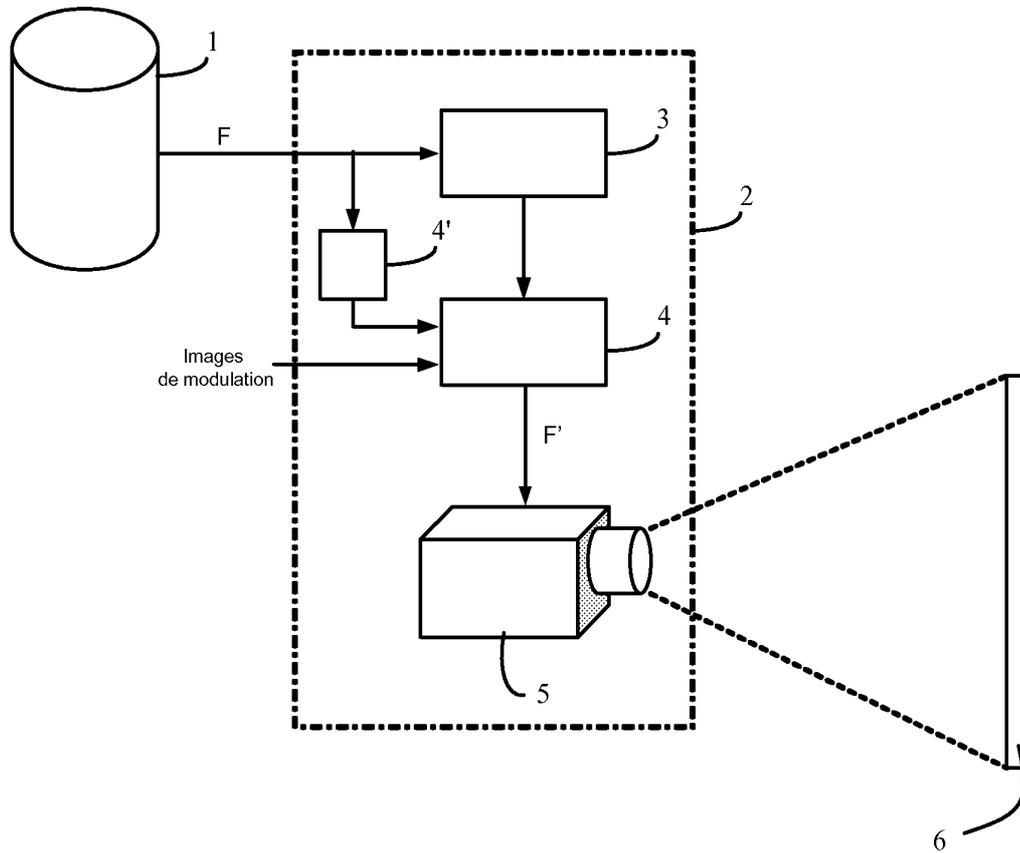
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'amplitude de la modulation temporelle est réduite progressivement au voisinage des zones des images source non détectées comme zones fixes.

5 6. Dispositif de traitement d'image (2) destiné à afficher au moins un motif anti-copie dans une séquence d'images source, chaque image source comprenant une pluralité de pixels organisés en lignes et colonnes et ledit motif comprenant un ensemble de pixels sélectionnés dans ladite image, chaque pixel ayant une information vidéo prédéterminée dans
10 chacune des images source, ledit dispositif (2) comprenant un circuit de modulation (4) pour moduler temporellement l'information vidéo de chaque pixel du motif autour de son information vidéo prédéterminée de manière à être invisible à l'œil humain et créer des artefacts lorsque lesdites images sont copiées par prise de vue lors de leur affichage,

15 caractérisé en ce qu'il comprend en outre un circuit de détection (3) des zones fixes dans la séquence d'images source et en ce que les pixels modulés par le circuit de modulation (3) sont sélectionnés parmi les pixels des zones fixes détectées.

20 7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un estimateur de mouvement pour détecter les zones d'image à faible mouvement dont le mouvement est inférieur à un seuil dans la séquence d'images source et en ce que les pixels modulés par le circuit de modulation (3) sont sélectionnés parmi les pixels des zones fixes à faible
25 mouvement détectées.

1/4

**Fig. 1**

2/4

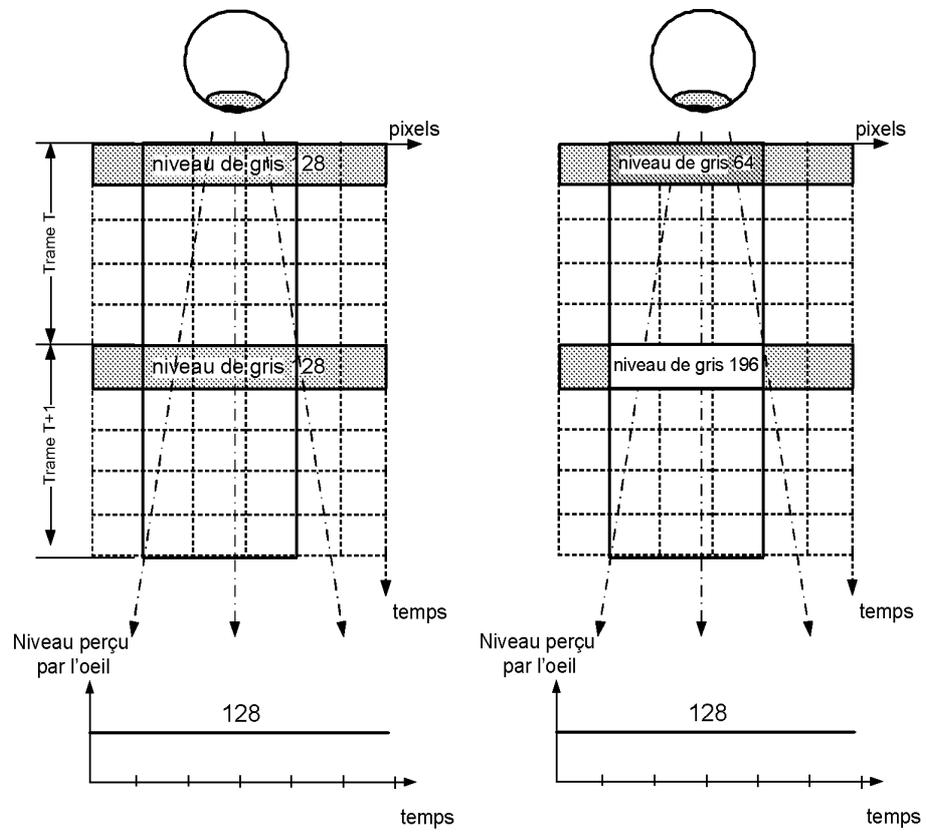


Fig. 2

3/4

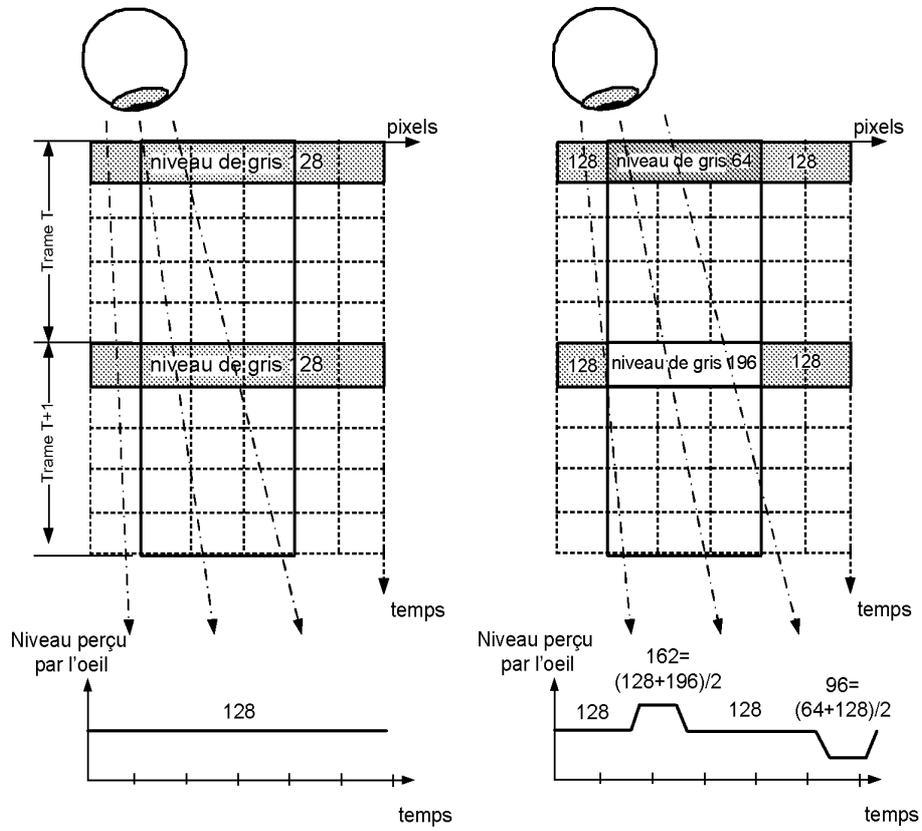


Fig.3

4/4

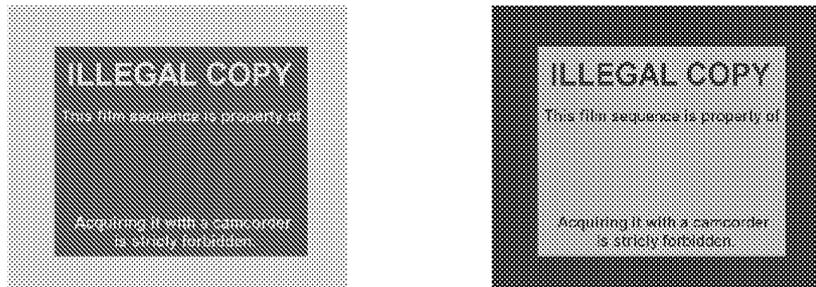


Fig.4



Fig.5



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 666139
FR 0551686

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2004/030339 A (TECHNICOLOR, INC; WARNER BROS. ENTERTAINMENT, INC) 8 avril 2004 (2004-04-08) * page 3, ligne 5 - ligne 20 * -----	1-3,6,7	H04N9/31
A	US 2004/250079 A1 (KALKER ANTONIUS ADRIANUS CORNELIS MARIA ET AL) 9 décembre 2004 (2004-12-09) * alinéas [0010], [0018] * -----	1-7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H04N
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		22 décembre 2005	Pigniez, T
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0551686 FA 666139**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 22-12-2005

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2004030339 A	08-04-2004	AU 2003287014 A1	19-04-2004
		BR 0314737 A	26-07-2005
		CA 2500006 A1	08-04-2004
		CN 1685727 A	19-10-2005
		EP 1588544 A2	26-10-2005

US 2004250079 A1	09-12-2004	CN 1608376 A	20-04-2005
		WO 03001813 A1	03-01-2003
		JP 2004521570 T	15-07-2004
