(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 726 144**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **94 12781**

(51) Int Cl⁶ : H 04 N 5/30

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 24.10.94.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 26.04.96 Bulletin 96/17.

(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) :** *VALEO VISION SOCIETE ANONYME* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** ALBOU PIERRE.

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

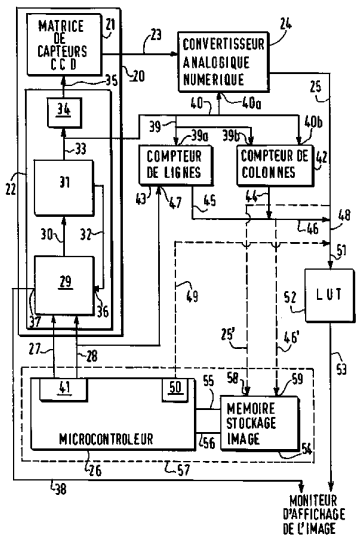
(74) **Mandataire :** VALEO MANAGEMENT SERVICES.

(54) PROCEDE ET DISPOSITIF D'AMELIORATION DE LA VISION NOCTURNE, NOTAMMENT POUR VEHICULE AUTOMOBILE.

(57) L'invention concerne un procédé d'amélioration de la vision nocturne, notamment pour véhicule automobile, consistant, au moyen d'un système de prise de vue sensible aux rayonnements visibles et non visibles, à saisir une image de la chaussée, éclairée par des projecteurs émettant dans les domaines du rayonnement visible et/ou de l'invisible, ladite image étant constituée de pixels, points élémentaires ayant chacun un niveau de gris, et à appliquer à ladite image une LUT, loi de transformation des niveaux de gris, caractérisé en ce que au moins deux lois de transformation différentes sont appliquées à des groupes de pixels distincts de l'image.

L'invention concerne également un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé d'amélioration de la vision nocturne décrit précédemment.

Application à l'aide à la vision nocturne pour les véhicules automobiles.



FR 2 726 144 - A1

La présente invention se rapporte à un procédé et un dispositif d'amélioration de la vision nocturne, notamment pour véhicule automobile.

Il a en effet été constaté que les projecteurs à longue portée, dits généralement feux de route, sont en pratique très peu utilisés car leur usage est limité aux routes très peu fréquentées en raison de leur caractère éblouissant.

D'autre part, les feux de croisement ayant une portée volontairement limitée, ils ne permettent de distinguer nettement que les obstacles proches du véhicule, ce qui laisse très peu de temps au conducteur pour réagir et entreprendre une manoeuvre d'évitement.

Il a donc déjà été proposé, notamment dans le document EP-A-0 505 237, des systèmes d'aide à la vision nocturne comportant des projecteurs émettant des rayonnements de longueur d'onde non visibles (infrarouge ou ultraviolet), ainsi que des caméras sensibles à ces rayonnements et recueillant les images de l'environnement du véhicule, ces images étant visualisées en temps réel dans le véhicule par le conducteur.

Il est également connu, notamment par le document EP-A-0 454 516, de combiner l'image provenant d'une caméra sensible aux rayonnements infrarouges à celle provenant d'une caméra fonctionnant dans le domaine du rayonnement visible, pour former une image unique.

Cependant, ce type d'image de paysage nocturne offre une perception assez peu naturelle de l'environnement et présente des zones de contraste et d'intensité très variables.

On sait par ailleurs que, d'une manière générale, les capteurs CCD (dispositifs à couplage de charge), utilisés dans les caméras des systèmes d'aide à la vision, donnent des images qui ne sont pas fidèles à la perception visuelle naturelle du paysage. En effet, la perception des

contrastes par l'oeil humain est plutôt logarithmique alors que les capteurs CCD sont sensiblement linéaires.

Ce défaut des capteurs CCD est habituellement corrigé en appliquant au signal issu desdits capteurs une table de conversion des niveaux de gris, dite LUT (de l'anglais Look-up Table).

Ce principe peut également être appliqué pour améliorer le contraste des images de paysage nocturne comme cela est mentionné dans le document EP-A-0 454 516.

Mais ces traitements donnent des résultats assez peu satisfaisants du fait de la nature des images de paysage nocturne qui sont très sombres dans les zones non éclairées par les projecteurs du véhicule et très claires dans les zones de l'image éclairées.

Un but principal de la présente invention est de résoudre les problèmes précités.

A cet effet, la présente invention a pour objet un procédé et un dispositif d'amélioration de la vision nocturne, notamment pour véhicule automobile, exempt des inconvénients de la technique antérieure.

Le procédé d'amélioration de la vision nocturne, notamment pour véhicule automobile, selon l'invention, consiste, au moyen d'un système de prise de vue sensible aux rayonnements visibles et non visibles, à saisir une image de la chaussée, éclairée par des projecteurs émettant dans les domaines du rayonnement visible et de l'invisible, ladite image étant constituée de pixels, points élémentaires ayant chacun un niveau de gris, et à appliquer à ladite image une LUT, loi de transformation des niveaux de gris. Il se caractérise notamment en ce que au moins deux lois de transformation différentes sont appliquées à des groupes de pixels distincts de l'image.

Grâce au procédé selon l'invention, un traitement spécifique peut être appliqué aux différentes zones de contraste et de luminosité très différents que l'on peut

rencontrer dans une image de paysage nocturne éclairé par les projecteurs d'un véhicule, de manière à obtenir, après ledit traitement, une image proche de la perception naturelle humaine.

Selon un autre aspect de l'invention, la chaussée est éclairée, d'une part par au moins un projecteur émettant dans le domaine du rayonnement visible, et d'autre part par au moins un projecteur émettant dans le domaine du rayonnement infrarouge, le système de prise de vue comportant des moyens de saisie sensibles au domaine spectral du visible et à celui de l'infrarouge.

Le système de prise de vue infrarouge permet de détecter des objets dans des zones non éclairées habituellement par les projecteurs de croisement du véhicule.

Dans une variante de l'invention, on peut également utiliser un projecteur émettant dans le domaine de l'ultraviolet associé à un moyen de saisie sensible au domaine spectral de l'ultraviolet.

Selon une autre caractéristique de l'invention, une loi de transformation des niveaux de gris spécifique est appliquée à chaque ligne de l'image saisie.

Grâce à cette caractéristique, les limites des zones traitées ne sont pas visible dans l'image obtenue après le traitement selon l'invention.

Selon une autre caractéristique de l'invention, une loi de transformation des niveaux de gris spécifique est appliquée à chaque pixel de l'image saisie.

Selon un autre aspect de l'invention, la loi de transformation associe, à chaque niveau de gris g d'un pixel de l'image saisie, un niveau de gris g' tel que:

$$g' = f(g, x, y) = G(x, y)(1 - e^{-k(x,y)g}) \text{ ou}$$

$g' = 1$ si le résultat précédent est supérieur à 1,

où x et y sont les coordonnées du pixel dans l'image et où $G(x,y)$ et $k(x,y)$ sont des paramètres caractérisant ladite

transformation et dépendant des coordonnées x et y du pixel en lequel celle-ci est appliquée.

Ainsi, un traitement spécifique à chaque pixel de l'image est appliqué.

Selon un autre aspect de l'invention, la loi de transformation associe, à chaque niveau de gris g d'un pixel de l'image saisie, un niveau de gris g' tel que:

$g' = h(g, y) = S(y)(1 - e^{-t(y)g})$ ou

g' = 1 si le résultat précédent est supérieur à 1,

où y est l'ordonnée du pixel dans l'image et où S(y) et t(y) sont des paramètres caractérisant ladite transformation et dépendant de l'ordonnée y du pixel en lequel celle-ci est appliquée.

Ainsi, un traitement spécifique à chaque ligne est appliqué.

Selon une autre caractéristique de l'invention, la loi de transformation des niveaux de gris dépend d'un paramètre de réglage, ledit paramètre étant indépendant des coordonnées du pixel en lequel ladite loi de transformation est appliquée.

L'invention concerne également un dispositif d'amélioration de la vision nocturne pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des caractéristiques décrites précédemment, du type comprenant une caméra munie de capteurs CCD et d'un module de pilotage desdits capteurs. Le dispositif est notamment caractérisé en ce qu'il comporte une mémoire contenant toutes les valeurs possibles, prédéterminées, de la loi de transformation des niveaux de gris.

Selon un autre aspect de l'invention, l'adresse de stockage de chaque valeur g', image par la transformation h d'un niveau de gris g d'un pixel situé aux coordonnées x et y de l'image, est formée par la concaténation des signaux numériques suivants:

- le niveau de gris g du pixel, et

- l'ordonnée y dudit pixel.

Selon un autre aspect de l'invention, ladite adresse intègre dans sa formation l'abscisse (x) dudit pixel.

Selon un autre aspect de l'invention, ladite adresse intègre dans sa formation un paramètre de réglage de ladite transformation.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention:

- ledit dispositif comporte un circuit compteur de lignes délivrant, pour chaque pixel de l'image, l'ordonnée dudit pixel.

- ledit dispositif comporte en outre un circuit compteur de colonnes délivrant, pour chaque pixel de l'image, l'abscisse (x) dudit pixel.

- ledit dispositif comporte un microcontrôleur délivrant le paramètre de réglage de la transformation.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit de plusieurs modes de réalisations possibles de l'invention en se référant aux dessins annexés parmi lesquels:

- la figure 1 représente schématiquement une image du paysage nocturne éclairé par les projecteurs d'un véhicule émettant dans le domaine du rayonnement visible et dans celui de l'infrarouge;

- la figure 2 représente une transformation des niveaux de gris de l'image de la figure 1 conforme à un mode de réalisation possible de l'invention;

- la figure 3 illustre schématiquement un premier mode de réalisation de l'invention;

- les figures 4a, 4b et 4c illustrent le principe du calcul d'un nouveau niveau de gris par une LUT selon le premier mode de réalisation de l'invention

- la figure 5 illustre schématiquement les zones de traitement d'une image du paysage nocturne, éclairé par les projecteurs d'un véhicule, selon un deuxième mode de

réalisation de l'invention;

- la figure 6 illustre schématiquement un deuxième mode de réalisation de l'invention.

Sur la figure 1, on a représenté l'image 1 du paysage nocturne éclairé par les projecteurs d'un véhicule, telle qu'elle peut être recueillie par la caméra d'un système d'aide à la vision, connu en soi.

Une telle image est composée d'un certain nombre de pixels, points élémentaires de l'image, qui sont repérés par leur coordonnées d'abscisse x et d'ordonnée y et qui ont chacun un niveau de gris propre g.

En pointillés, on a figuré la voie 2 sur laquelle se déplace le véhicule, bordée sur sa gauche d'une zone plane 3 et sur sa droite d'un talus 4.

On peut distinguer dans cette image quatre zones de contraste et d'intensité variables. La zone A est la plus proche du véhicule et la mieux éclairée par les projecteurs de croisement. Cette zone est claire et fortement contrastée, elle est donc peu intéressante pour les systèmes d'aide à la vision car les obstacles potentiels présents dans cette zone sont nettement visibles à l'oeil nu.

La zone B correspond à la limite de portée des projecteurs de croisement. Cette zone est donc sombre et faiblement contrastée. Il est à noter que la ligne 5 de limite entre les zones A et B ne présente pas la même forme sur la gauche de l'image, correspondant à une partie plane 3 du bord de la voie 2, que sur la droite de l'image correspondant à un talus 4 situé sur l'autre bord de la voie 2.

La zone C correspond à la zone qui est éclairée par le rayonnement infrarouge. Elle est sombre mais elle peut être plus contrastée que la zone B en présence d'obstacles. Cette zone est également celle qui est éclairée par les feux de route à longue portée lorsque

ceux-ci sont actionnés. La ligne 6 de limite entre les zones B et C a sensiblement la même forme que la ligne 5 de limite entre les zones A et B.

La zone D est la plus éloignée du véhicule et elle n'est jamais éclairée ni par les projecteurs de croisement ni par les feux de route car elle est d'un faible intérêt pour la conduite. Elle correspond en effet sensiblement, dans le paysage, au ciel, et à tout ce qui est en dehors de la chaussée sur laquelle se déplace le véhicule. Elle est donc très sombre et il peut y avoir un bruit important dans le signal délivré par la caméra pour les points de l'image situés dans cette zone.

La ligne de limite 7 entre les zones C et D suit sensiblement les lignes de fuite vers l'horizon de la voie 2 avec un décalage sensible vers la droite de ladite voie.

Dans l'image ainsi décrite de la figure 1 il existe donc deux zones B et C qu'il est intéressant de traiter afin d'en augmenter le contraste et la luminosité, car une détection anticipée des obstacles présents dans ces zones peut permettre au conducteur d'effectuer d'éventuelles manoeuvres d'évitements de manière plus efficace.

L'image 1 de la figure 1 peut donc être segmentée en zones (A, B, C et D) d'intérêt variable et comme le contraste et la luminosité sont très différents dans chacune de ces zones, un traitement selon l'invention consiste à appliquer des LUT spécifiques à chaque zone de l'image pour en améliorer la perception par le conducteur.

Il se peut toutefois que les LUT les mieux adaptées aux différentes zones soient sensiblement différentes les unes des autres, et que l'application du traitement décrit ci-dessus à une image comme celle de la figure 1 fasse apparaître des limites entre les zones traitées.

Dans ce cas, pour que les limites entre les zones

ne soient pas visibles, le traitement selon l'invention peut être appliqué sur des groupes de pixels de taille plus petites que les zones A, B, C et D précédemment décrites, en particulier on peut appliquer une LUT spécifique à chaque pixel de l'image par exemple.

Sur la figure 2, on a représenté la courbe 8 de transformation des niveaux de gris d'une LUT selon un exemple de réalisation de l'invention.

Cette LUT transforme un niveau de gris g, compris dans l'exemple de réalisation entre 0 et 1, d'un pixel situé aux coordonnées (x,y) de l'image, en un niveau de gris:

$g' = f(g, x, y) = G(x, y)(1 - e^{-k(x,y)g})$ ou

$g' = 1$ si le résultat précédent est supérieur à 1,

où G(x,y) et k(x,y) sont des paramètres qui caractérisent la transformation f et qui, selon l'invention, dépendent des coordonnées (x,y) du pixel sur lequel on applique ladite transformation.

Ce type de transformation f, représentée par la courbe 8, réalise une correction logarithmique de l'image en rehaussant davantage le contraste dans les zones sombres que dans les zones claires, ce qui donne à ladite image un aspect plus proche de la perception naturelle de l'oeil humain.

La dérivée de la fonction f par rapport à g,

$$\frac{df}{dg} = k(x,y)G(x,y)e^{-k(x,y)g},$$

caractérise la modification du contraste de l'image.

Sur la figure 2, on a représenté une droite 9, qui est tangente à la courbe 8 à l'origine (0,0) du repère, et a une pente k(x,y)G(x,y) qui correspond à la dérivée de f par rapport à g à l'origine, c'est à dire pour g=0.

Cette droite 9 présente une pente supérieure à 1, ce qui signifie que, dans les zones sombres de l'image (celles qui ont des niveaux de gris proche de 0), le

contraste est augmenté par la transformation f.

Une deuxième droite 10, tangente à la courbe 8 en 11, pour un niveau de gris correspondant g_ℓ, a une pente (dérivée de f par rapport à g pour $g=g_\ell$) égale à 1, ce qui signifie que, dans les zones de l'image ayant un niveau de gris égal à g_ℓ, les contrastes ne sont pas modifiés par la transformation f.

Une troisième droite 12, tangente à la courbe 8 en 13, ce qui correspond au niveau de gris g=1, présente une pente (dérivée de f par rapport à g pour g=1) très inférieure à 1, ce qui signifie que, dans les zones plus claires de l'image (celles dont les niveaux de gris sont proches de 1), le contraste est atténué par la transformation f.

Les paramètres G(x,y) et k(x,y) dépendant des coordonnées (x,y) du pixel sur lequel on applique la LUT, une transformation f spécifique peut être appliquée en chaque pixel de l'image, dont les paramètres G(x,y) et k(x,y) caractérisent l'amélioration du contraste pour les niveaux de gris sombres et déterminent le niveau de gris g_ℓ à partir duquel le contraste est atténué.

Bien entendu, ces paramètres peuvent être identiques pour plusieurs pixels de l'image situés à des coordonnées x et y différentes, de manière à effectuer des corrections spécifiques à des groupes de pixels de l'image.

Ainsi, selon l'invention, la correction des niveaux de gris ne se fait pas de manière uniforme sur toute l'image mais elle est spécifique à chaque pixel ou groupe de pixels de manière à optimiser ladite correction suivant le contraste et la luminosité dudit pixel ou groupe de pixels.

A la figure 3, on a représenté un mode de réalisation de la transformation f décrite ci-dessus.

On n'a représenté sur ce schéma que les liaisons

utiles à la compréhension de l'invention. Les connexions aux alimentations et aux broches de configuration des processeurs par exemple n'ont pas été mentionnées.

Une caméra 20 munie d'une matrice de capteurs CCD 21, par exemple de taille 256x256 pixels, est contrôlée par un module de pilotage 22 des capteurs CCD.

Ladite caméra 20 délivre un signal vidéo analogique 23 qui contient les niveaux de gris analogiques des pixels de l'image saisie et qui est dirigé vers l'entrée d'un convertisseur analogique - numérique (CAN) 24, ledit convertisseur fournissant à sa sortie un signal numérique 25 contenant les niveaux de gris g, numérisés sur k bits.

Si le capteur CCD est de taille 256x256 pixels et qu'il fonctionne à la cadence vidéo de 25 images par seconde, la fréquence d'arrivée des niveaux de gris dans le convertisseur 24 est supérieure ou égale à 1,6 MHz. Il faut donc ensuite un processeur de signal numérique qui puisse travailler avec un tel débit de données.

Les processeurs de signaux numériques DSP (de l'anglais Digital Signal Processor, ou processeur de signal numérique) sont capables de travailler à des cadences supérieures à 1,6 MHz et dans une variante de l'invention non représentée, un tel processeur pourra être utilisé pour réaliser la transformation f par l'intermédiaire d'un programme implanté dans ledit processeur.

Dans le cas de la figure 3, la transformation f est réalisée en logique câblée ce qui permet d'utiliser un processeur plus lent et donc beaucoup moins coûteux, tel que le microcontrôleur 26.

Ledit microcontrôleur 26 travaillant à une cadence plus lente que celle fournie classiquement par une caméra à capteurs CCD, il est adapté à contrôler ladite caméra et à travailler sur des trames d'images mémorisées à plus faible cadence.

Le microcontrôleur 26 fournit, à partir d'une sortie 41, un signal 27 commandant le temps d'ouverture de la caméra et un signal 28 donnant un top de lecture des capteurs CCD à chaque image, lesdits signaux 27, 28 étant dirigés vers l'entrée d'un premier module de commande 29 du pilote 22 des capteurs CCD.

Le module de commande 29 a une sortie 30 dirigée vers l'entrée d'un générateur de signaux d'horloge 31, ledit générateur retournant des tops d'horloge au module de commande 29 par l'intermédiaire d'un signal 32, issu d'une sortie du générateur 31 et entrant par une entrée 36 dans le module de commande 29.

Ledit module de commande 29 présente également une sortie 37 délivrant des signaux de synchronisation vidéo 38, synchronisation de ligne et synchronisation de trame, lesdits signaux étant utilisés pour commander un moniteur d'affichage de l'image, une fois celle-ci traitée.

Le générateur de signaux d'horloge 31 présente une deuxième sortie fournissant des signaux d'horloge 33, lesdits signaux entrant dans un dernier module 34 du pilote des capteurs CCD 22. Ce module 34, dont la sortie est dirigée vers une entrée de la matrice de capteurs CCD 21, sert d'interface avec ladite matrice en effectuant, entre autres, une adaptation des niveaux d'impédances.

L'ensembles des modules 29, 31 et 34 précédemment décrits forment le pilote 22 des capteurs de la matrice 21.

Les signaux d'horloge 33 issus du générateur 31 se répartissent en deux types de signaux: un signal 39 présentant un front (montant ou descendant) à chaque nouvelle ligne de l'image, et un signal 40 présentant un front de commutation à chaque nouveau pixel d'une ligne.

Le signal d'horloge pixels 40 est relié à une entrée 40a du convertisseur analogique - numérique 24 et il permet de commander ledit convertisseur en fournissant

à ce dernier un top d'horloge à chaque nouveau pixel, ledit top d'horloge déclenchant la numérisation d'un pixel.

Le signal d'horloge pixels 40 est également relié à l'entrée 40b d'un circuit compteur de colonnes 42. Ce circuit reçoit un top d'horloge à chaque nouveau pixel et il incrémente, à chacun de ces tops, un compteur de colonnes. L'information du numéro de colonne permet de connaître la coordonnée d'abscisse x (en se référant à la notation adoptée figure 1) de chaque pixel.

Le circuit compteur de colonnes 42 reçoit également, sur son entrée 39b, le signal d'horloge lignes 39, qui fournit un top d'horloge à chaque nouvelle ligne de l'image, ledit top d'horloge déclenchant la remise à zéro du compteur de colonnes.

A la sortie du circuit compteur de colonnes 42, un signal 44 contenant l'abscisse x d'un pixel, numérisée sur m bits est délivré.

Le signal d'horloge lignes 39 est relié également à l'entrée 39a d'un circuit compteur de lignes 43. Ce circuit reçoit un top d'horloge à chaque nouvelle ligne de l'image et il incrémente, à chacun de ces tops, un compteur de lignes. Cette information sur le numéro de ligne permet de connaître la cordonnée d'ordonnée y (en se référant à la notation adoptée à la figure 1) de chaque pixel.

Le circuit compteur de lignes 43 reçoit également, sur son entrée 47, le signal 28 issu du microcontrôleur 26, qui fournit un top d'horloge à chaque nouvelle image, ledit top d'horloge déclenchant la remise à zéro du compteur de lignes.

A la sortie du circuit compteur de lignes 43, un signal 45 contenant l'ordonnée y d'un pixel, numérisée sur l bits est délivré.

Les signaux 44, contenant la coordonnée x sur m bits, et 45, contenant la coordonnée y sur l bits, sont

fusionnés, de manière connue, en un signal 46 formé par la concaténation des données x et y, et numérisé sur m+1 bits.

Le signal 46 est ensuite concaténé avec le signal 25, issu du convertisseur analogique - numérique 24 et contenant le niveau de gris g numérisé sur k bits, pour former un signal 48 contenant les données x, y et g numérisées sur k+1+m bits.

Ledit signal 48 contient les informations g, x et y nécessaires à l'application de la transformation f des niveaux de gris décrite à la figure 2.

Cependant, un paramètre supplémentaire p, issu du microcontrôleur 26, peut être utilisé de manière à paramètrer la transformation f. Par exemple on peut appliquer un traitement différent dans le cas où l'image est prise au crépuscule et dans le cas où elle est prise pendant la pleine nuit.

Un signal 49, issu d'une sortie 50 du microcontrôleur 26, contient ledit paramètre p, numérisé sur n bits, et il vient se concaténer avec le signal 48 précédemment décrit pour former un signal 51 contenant les données g, x, y et p numérisées sur k+m+1+n bits.

Ledit signal 51 est ensuite appliqué à l'entrée d'une LUT 52 qui transforme le niveau de gris g initial en un nouveau niveau de gris g', suivant la transformation f précédemment décrite, ledit niveau de gris g' étant numérisé sur k' bits dans le signal de sortie 53 de la LUT 52.

Le principe du calcul du nouveau niveau de gris g' par la LUT 52 sera mieux compris en se reportant aux figures 4a à 4c.

Sur la figure 4a, on a représenté une image 60 telle qu'elle peut être obtenue par la matrice de capteurs CCD d'une caméra comme celle 20 décrite à la figure 3. Sur cette image on a figuré un pixel 61 particulier, situé

dans l'image au point de coordonnées (x,y), et ayant un niveau de gris g.

A partir de ces données, on peut, selon l'enseignement de la figure 3, obtenir un signal 51 contenant les données g, x, y et p et numérisé sur k+l+m+n bits.

Ledit signal 51 sert a former, pour chaque pixel de l'image, une adresse selon le tableau de la figure 4b, c'est à dire en concaténant les k bits du niveau de gris g dudit pixel avec les l bits de l'ordonnée y, les m bits de l'abscisse x et les n bits du paramètre p.

L'adresse ainsi formée est envoyée dans une mémoire 62 de type ROM (de l'anglais Read Only Memory, ou mémoire accessible seulement en lecture) représentée à la figure 4c. A l'adresse 63 correspondante de ladite mémoire est stockée la valeur de l'image par la transformation f (paramètrée par p) des données g, x, y, p contenues dans l'adresse, soit $f_p(g,x,y)=g'$.

La mémoire 62 est choisie de taille suffisante pour contenir les valeurs des images par la transformation f de toutes les combinaisons possibles de données g, x, y, p.

Le niveau de gris g', numérisé sur k' bits, constitue le signal de sortie 53 de la LUT 52, en se référant à la figure 3.

Sur la figure 3 on a également représenté une mémoire de stockage d'image 54, ladite mémoire étant de type RAM (de l'anglais Random Access Memory, ou mémoire à accès aléatoire) et étant destinée à mémoriser les trames d'image de manière à ce que le microcontrôleur 26, fonctionnant à une cadence plus faible que celle du signal vidéo émis par la matrice des capteurs CCD 21, puisse travailler sur les trames d'images mémorisées à plus faible cadence.

Ladite mémoire d'image 54 reçoit sur son entrée 58

le signal 25 (représenté ici par le pointillé 25') contenant le niveau de gris g de chaque pixel tel qu'il est saisit par la matrice de capteurs CCD 21. Elle reçoit d'autre part, sur son entrée 59, le signal 46 (représenté ici par le pointillé 46') contenant le numéro de ligne et de colonne dudit pixel, c'est à dire ses coordonnées x et y (suivant la notation de la figures 4a).

La mémoire 54 est de plus reliée au microcontrôleur 26 par l'intermédiaire d'un bus de données 55, véhiculant les niveaux de gris g de chaque pixel, et d'un bus d'adresses 56, véhiculant les numéros de ligne et de colonne dudit pixel.

A la sortie du circuit global décrit à la figure 3, on dispose du signal 53, contenant les niveaux de gris transformés g' numérisés sur k' bits, et des signaux de synchronisation vidéo 38. Ces signaux 53, 38 peuvent être ensuite envoyés vers un moniteur d'affichage après une conversion numérique - analogique des niveaux de gris g'.

Dans une variante du mode de réalisation présenté à la figure 3, on peut omettre le module 57, figuré en pointillés, en remplaçant le microcontrôleur 26 par un générateur de signaux d'horloge délivrant les signaux 27, commandant le temps d'ouverture de la caméra, et 28 donnant les tops de lecture des capteurs CCD à chaque image. Dans ce cas, les liaisons figurées en pointillées 25', 46' et 49 sont également omises.

Dans une deuxième variante de ce mode de réalisation de l'invention, on peut omettre seulement le paramètrage de la transformation f, c'est à dire le paramètre p, issu de la sortie 50 du microcontrôleur 26 et véhiculé par le signal 49.

Sur la figure 5, on a représenté une image 101 du paysage nocturne éclairé par les projecteurs d'un véhicule similaire à celle de la figure 1.

Les zones A, B, C et D de segmentation de l'image décrites à la figure 1 se retrouvent sur l'image 101 et

les limites desdites zones ont été ici représentées en traits discontinus.

D'autre part, la voie sur laquelle circule le véhicule est représentée par le pointillé 102.

Comme la zone D, située au delà de la ligne de limite 107 est peu intéressante pour le conducteur du véhicule et que, par conséquent, ses pixels ne nécessitent pas de traitement spécifique, et que d'autre part, les autres zones A, B et C sont séparées par des limites sensiblement horizontales, il peut être intéressant d'approximer lesdites zones A, B, C et D par les zones A', B', C' et D', ces dernières étant séparées par des limites 105, 106, 108 qui sont des droites parallèles à l'axe des abscisses x.

Avec une segmentation de l'image de ce type, purement horizontale, une transformation des niveaux de gris plus simple peut être appliquée, qui ne tient compte que du niveau de gris initial g du pixel et de l'ordonnée y dudit pixel, et qui ne tient plus compte de l'abscisse x du pixel comme dans la transformation f décrite précédemment.

A titre d'exemple, on peut appliquer une transformation h, qui à tout niveau de gris g d'un pixel ayant pour ordonnée y, associe un niveau de gris:

$g' = h(g, y) = S(y)(1 - e^{-t(y)g})$ ou

$g' = 1$ si le résultat précédent est supérieur à 1,

où $S(y)$ et $t(y)$ sont des paramètres qui caractérisent la transformation h et qui dépendent de l'ordonnée y (ou numéro de ligne) du pixel sur lequel on applique ladite transformation.

A la figure 6, on a représenté un deuxième mode de réalisation de l'invention selon le principe évoqué ci-dessus.

On retrouve dans ce schéma l'essentiel des éléments de la figure 3, portant des références

similaires, et on pourra se reporter à la description de ladite figure 3 pour la compréhension de ce schéma.

La différence principale entre ce schéma et celui de la figure 3 réside dans le fait que le présent schéma ne comprend plus de circuit compteur de colonnes. En effet, comme la transformation h de ce mode de réalisation ne tient pas compte de l'abscisse x du pixel en lequel elle est appliquée, il n'est pas nécessaire de connaître le numéro de la colonne dudit pixel.

En conséquence, le signal 48 est, dans ce mode de réalisation constitué de la concaténation du niveau de gris g, provenant du signal 25, avec l'ordonnée y, provenant du signal 45, et ledit signal 48 est numérisé sur k+l bits. De même, le signal 51 contient dans ce mode de réalisation, le niveau de gris initial g d'un pixel, l'ordonnée y dudit pixel et un paramètre p servant à paramètrer la transformation h, ledit signal étant numérisé sur k+l+n bits.

Une autre différence du présent schéma avec celui de la figure 3 vient du fait que la mémoire d'image 54 reçoit, sur son entrée 59, non pas le signal 46 contenant les numéros de ligne et de colonne de chaque pixel, mais le signal 45 (représenté ici par le pointillé 45') contenant uniquement le numéro de ligne du pixel, c'est à dire son ordonnée y.

Le fonctionnement de la LUT 52 est le même que celui décrit aux figure 4a à 4c et l'avantage principal de ce mode de réalisation est la diminution de la taille de la mémoire (référencée 62 à la figure 4c) nécessaire pour stocker toutes les valeurs possibles de la transformation h.

Dans ce mode de réalisation, une même transformation h est appliquée à toute une ligne de l'image, ce qui donne après traitement une image encore de très bonne qualité puisqu'on ne peut pas voir apparaître

de limites de zones traitées.

En variante de ce mode de réalisation, on pourra également supprimer le module 57 contenant le microcontrôleur, ou seulement le signal 49 contenant le paramètre p.

Dans une autre variante de l'invention, on peut réaliser les calculs des transformation f ou h directement en temps réel (sans stockage des résultats pré-calculés dans une mémoire) à l'aide d'un processeur de signal numérique DSP, mais ce type de réalisation est plus coûteux.

Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation décrits ci-dessus mais englobe toutes variantes.

Notamment, la mémoire de stockage des valeurs pré-calculées des transformation f ou h peut être constituée de plusieurs boîtiers de type ROM de faible capacité, reliés à des circuits d'adressage et de multiplexage qui conviennent, ou même elle peut être constituée de k' boîtiers de 1 bit reliés en parallèle et plus généralement, elle peut être constituée par toute mémoire adressable, rapide, susceptible de stocker durablement un tableau de constantes.

REVENDICATIONS

1 - Procédé d'amélioration de la vision nocturne, notamment pour véhicule automobile, consistant, au moyen d'un système de prise de vue sensible aux rayonnements visibles et non visibles, à saisir une image de la chaussée, éclairée par des projecteurs émettant dans les domaines du rayonnement visible et de l'invisible, ladite image étant constituée de pixels, points élémentaires ayant chacun un niveau de gris, et à appliquer à ladite image une LUT, loi de transformation des niveaux de gris, caractérisé en ce que au moins deux lois de transformation différentes sont appliquées à des groupes de pixels distincts de l'image.

2 - Procédé d'amélioration de la vision nocturne selon la revendication 1, caractérisé en ce que la chaussée est éclairée, d'une part par au moins un projecteur émettant dans le domaine du rayonnement visible, et d'autre part par au moins un projecteur émettant dans le domaine du rayonnement infrarouge, le système de prise de vue comportant des moyens de saisie sensibles au domaine spectral du visible et à celui de l'infrarouge.

3 - Procédé d'amélioration de la vision nocturne selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'une loi de transformation des niveaux de gris spécifique est appliquée à chaque ligne de l'image saisie.

4 - Procédé d'amélioration de la vision nocturne selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'une loi de transformation des niveaux de gris spécifique est appliquée à chaque pixel de l'image saisie.

5 - Procédé d'amélioration de la vision nocturne selon l'une des revendications 1, 2 ou 4, caractérisé en ce que la loi de transformation (f) associe, à chaque niveau de gris g d'un pixel de l'image saisie, un niveau de gris g' tel que:

$g' = f(g, x, y) = G(x, y)(1 - e^{-k(x,y)g})$ ou

$g' = 1$ si le résultat précédent est supérieur à 1,

où x et y sont les coordonnées du pixel dans l'image et où G(x,y) et k(x,y) sont des paramètres caractérisant ladite transformation et dépendant des coordonnées x et y du pixel en lequel celle-ci est appliquée.

6 - Procédé d'amélioration de la vision nocturne selon l'une des revendications 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que la loi de transformation (h) associe, à chaque niveau de gris g d'un pixel de l'image saisie, un niveau de gris g' tel que:

$g' = h(g, y) = S(y)(1 - e^{-t(y)g})$ ou

$g' = 1$ si le résultat précédent est supérieur à 1,

où y est l'ordonnée du pixel dans l'image et où S(y) et t(y) sont des paramètres caractérisant ladite transformation et dépendant de l'ordonnée y du pixel en lequel celle-ci est appliquée.

7 - Procédé d'amélioration de la vision nocturne selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que la loi de transformation (f,h) des niveaux de gris dépend d'un paramètre (p) de réglage, ledit paramètre étant indépendant des coordonnées (x,y) du pixel en lequel ladite loi de transformation (f,h) est appliquée.

8 - Dispositif d'amélioration de la vision nocturne pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes, du type comprenant une caméra (20) munie de capteurs CCD (21) et d'un module de pilotage (22) desdits capteurs, caractérisé en ce qu'il comporte une mémoire (62) contenant toutes les valeurs possibles, prédéterminées, de la loi de transformation (f,h) des niveaux de gris.

9 - Dispositif d'amélioration de la vision nocturne selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'adresse de stockage de chaque valeur (g'), image par la transformation (h) d'un niveau de gris (g) d'un pixel situé aux coordonnées x et y de l'image, est formée par la

concaténation des signaux numériques suivants:

- le niveau de gris (g) du pixel, et
- l'ordonnée (y) dudit pixel.

10 - Dispositif d'amélioration de la vision nocturne selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'adresse de stockage de chaque valeur (g'), image par la transformation (f) d'un niveau de gris (g) d'un pixel situé aux coordonnées x et y de l'image, intègre dans sa formation l'abscisse (x) dudit pixel.

11 - Dispositif d'amélioration de la vision nocturne selon l'une des revendications 9 ou 10, caractérisé en ce que l'adresse de stockage de chaque valeur (g'), image par la transformation (f,h) d'un niveau de gris (g) d'un pixel situé aux coordonnées x et y de l'image, intègre dans sa formation un paramètre (p) de réglage de ladite transformation.

12 - Dispositif d'amélioration de la vision nocturne selon l'une des revendications 8, 9, 10 ou 11, caractérisé en ce qu'il comporte un circuit compteur de lignes délivrant, pour chaque pixel de l'image, l'ordonnée (y) dudit pixel.

13 - Dispositif d'amélioration de la vision nocturne selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un circuit compteur de colonnes délivrant, pour chaque pixel de l'image, l'abscisse (x) dudit pixel.

14 - Dispositif d'amélioration de la vision nocturne selon l'une des revendications 8 à 13 prises dans leur dépendance de la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comporte un microcontrôleur (26) délivrant le paramètre (p) de réglage de la transformation (f,h).

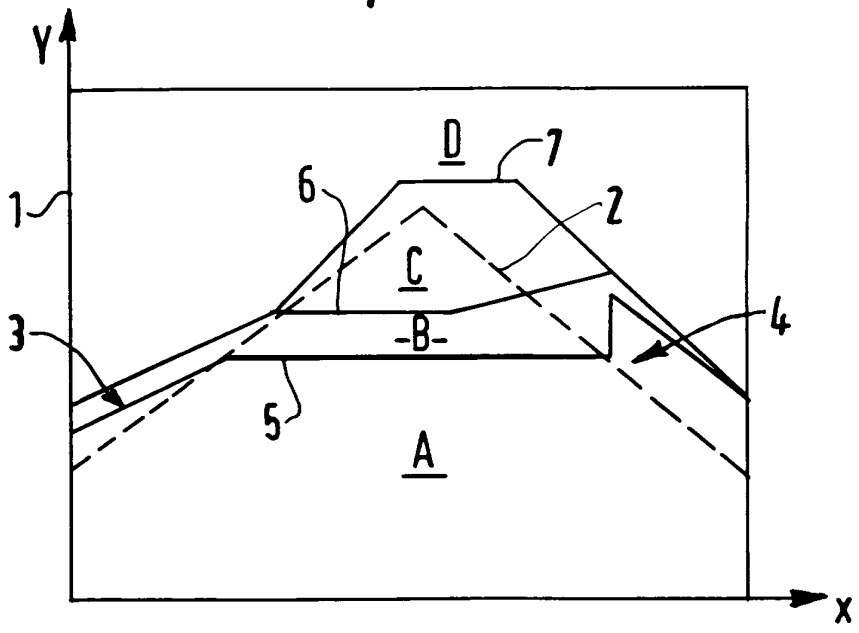

Y
D
7
6
1
2
C
3
-B-
4
5
A
X

FIG.1

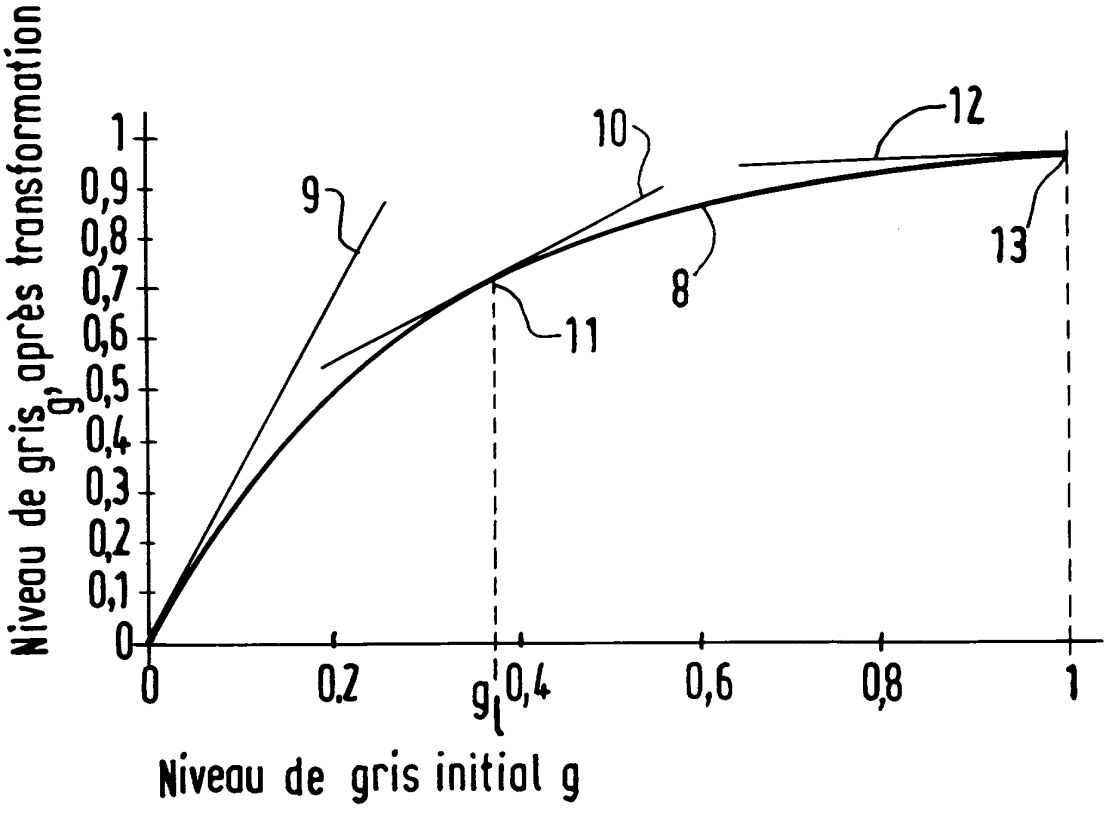

Niveau de gris, après transformation g'
1
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
9
10
12
13
8
11
0
0,2
g1
0,4
0,6
0,8
1
Niveau de gris initial g

FIG.2

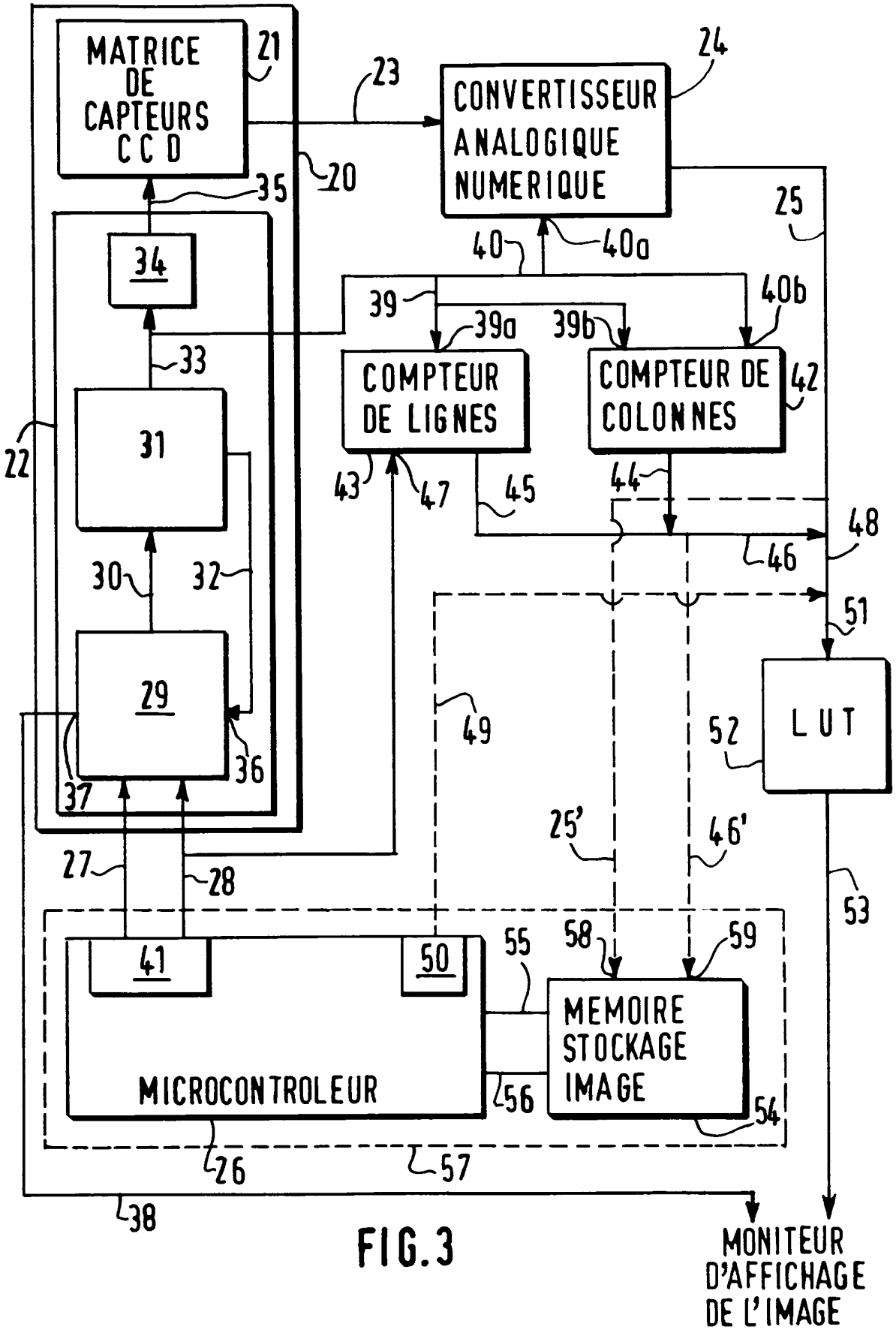

MATRICE DE CAPTEURS C C D
21
23
CONVERTISSEUR ANALOGIQUE NUMERIQUE
24
20
35
25
34
40
40a
40b
39
39a
39b
33
COMPTEUR DE LIGNES
COMPTEUR DE COLONNES
42
22
31
43
47
45
44
48
46
30
32
51
29
49
52
LUT
36
37
25'
46'
27
28
53
41
50
55
58
59
MEMOIRE STOCKAGE IMAGE
MICROCONTROLEUR
56
54
26
57
38
MONITEUR D'AFFICHAGE DE L'IMAGE

FIG.3

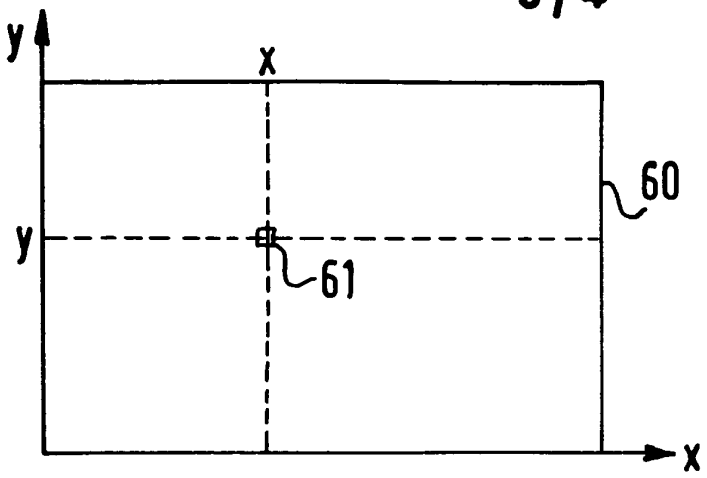


FIG.4a

	ADRESSE:			
Donnée	g	y	x	p
Nombre de bits	k	l	m	n

FIG.4b

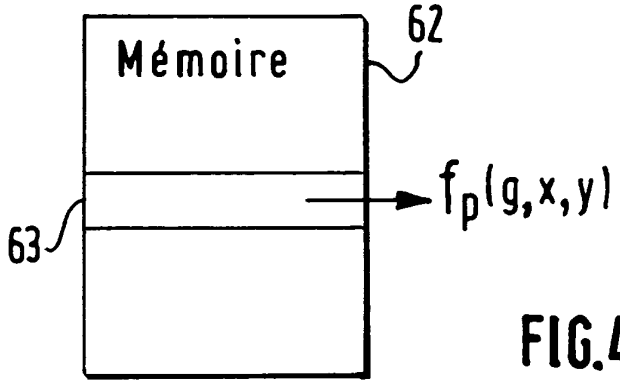


FIG.4c

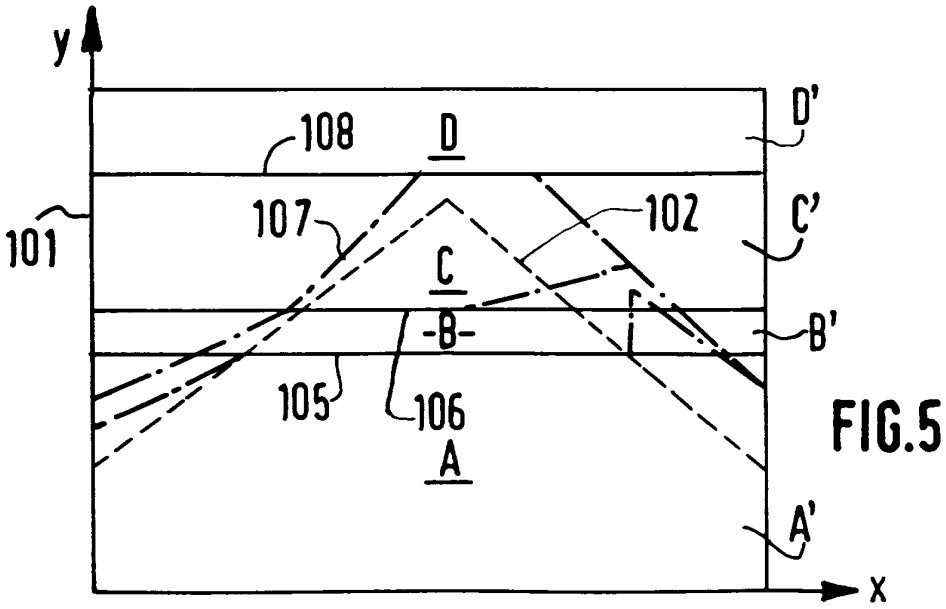


FIG.5

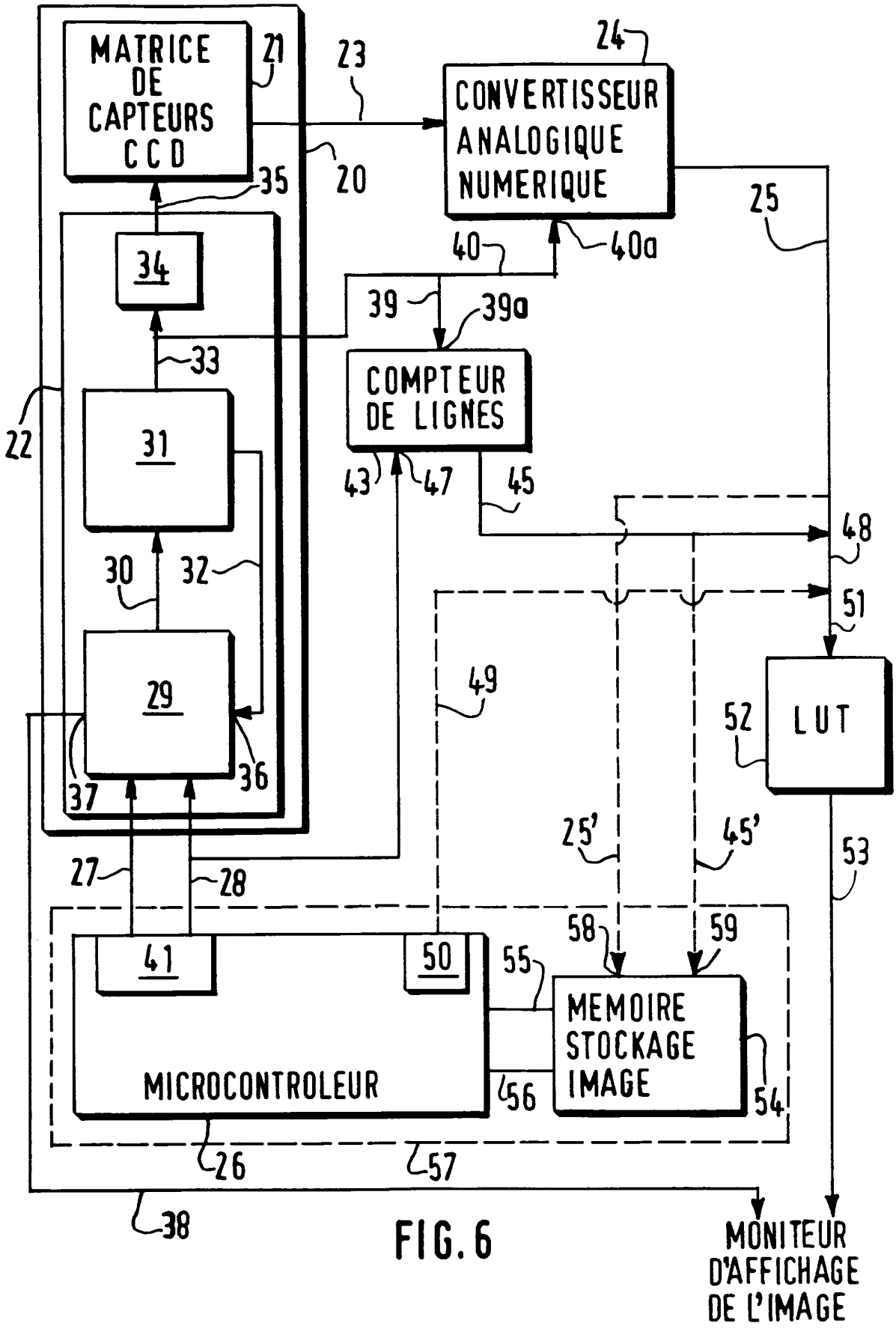

MATRICE DE CAPTEURS CCD
21
23
24
CONVERTISSEUR ANALOGIQUE NUMERIQUE
20
35
25
40
40a
34
39
39a
33
COMPTEUR DE LIGNES
22
31
43
47
45
48
30
32
51
29
49
52
LUT
36
37
25'
45'
53
27
28
58
59
41
50
55
MEMOIRE STOCKAGE IMAGE
MICROCONTROLEUR
56
54
26
57
38
MONITEUR D'AFFICHAGE DE L'IMAGE

FIG. 6

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

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

2726144

N° d'enregistrement national

FA 507961
FR 9412781

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	DE-A-40 32 927 (BOSCH GMBH ROBERT) 30 Avril 1992 * colonne 2, ligne 1 - ligne 52 * ---	1,2
Y A	EP-A-0 403 268 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 19 Décembre 1990 * colonne 1, ligne 53 - ligne 30 * * colonne 3, ligne 53 - colonne 4, ligne 32 * ---	1,2 3,4,9, 10,12,13
D,A	EP-A-0 454 516 (RENAULT) 30 Octobre 1991 * colonne 3, ligne 58 - colonne 4, ligne 17 * * colonne 4, ligne 37 - ligne 48 * ---	1,2,8
A	US-A-4 829 381 (SONG WOO-JIN ET AL) 9 Mai 1989 * colonne 1, ligne 15 - ligne 57 * ---	1,4,14
A	EP-A-0 363 209 (MARCONI GEC LTD) 11 Avril 1990 * colonne 1, ligne 26 - ligne 47 * * colonne 2, ligne 40 - colonne 4, ligne 8 * ---	1,4,7,8, 14
A	US-A-4 670 788 (OZAKI TAKAYUKI) 2 Juin 1987 * colonne 1, ligne 53 - ligne 63 * * colonne 2, ligne 46 - colonne 7, ligne 58 * --- -/--	1,4,7,8

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
H04N G06T B60R

1

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
30 Juin 1995	Wentzel, J

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

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

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

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

2726144

N° d'enregistrement national

FA 507961
FR 9412781

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée	
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	MEDICAL AND BIOLOGICAL ENGINEERING AND COMPUTING, vol. 27, no. 5, Septembre 1989 pages 507-512, XP 000046396 LESZCZYNSKI K W ET AL 'DIGITAL CONTRAST ENHANCEMENT FOR ONLINE PORTAL IMAGING' * page 507, colonne de droite, ligne 24 - page 508, colonne de gauche, ligne 7 * * page 508, colonne de gauche, ligne 51 - colonne de droite, ligne 11 * -----	1	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)

1

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
30 Juin 1995	Wentzel, J

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

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

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)