

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE (19)
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



المملكة المغربية

المكتب المغربي
للملكية الصناعية و التجارية

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 38268 A1** (51) Cl. internationale : **G06K 9/40; G06K 9/00**
(43) Date de publication : **31.03.2017**

(21) N° Dépôt : **38268**
(22) Date de Dépôt : **10.07.2015**
(71) Demandeur(s) : **MASclr (MOROCCAN FOUNDATION FOR ADVANCED SCIENCE, INNOVATION & RESEARCH), 303 Business Center Technopolis RabarShore 11000 Rabat-Salé (MA)**
(72) Inventeur(s) : **Naggar Othmane ; Bourja Omar ; Bourzeix François**
(74) Mandataire : **ABDELHAQ AMMANI**

(54) Titre : **SYSTEME D'AMELIORATION DU CONTRASTE ET DE LA LISIBILITE DES PLAQUES D'IMMATRICULATION DES VEHICULES BASE SUR UNE APPROCHE PAR FUSION**
(57) Abrégé : la présente invention concerne le domaine du traitement d'image. Elle concerne en particulier les systèmes de reconstitution et d'amélioration de la qualité et la résolution d'images par des procédés de traitement d'images et de signal. l'invention divulgue une méthode pour améliorer la lisibilité du contenu des images de bas contraste qui proviennent 10 de cameras de surveillance ou d'images radar de véhicules mobiles comprenant une étape de déconvolution du flou des images, une étape de compensation de la rotation, une étape de découpage de la zone d'intérêt (ex. plaque d'immatriculation) et enfin une étape de fusion des images pour obtenir une image de meilleure qualité.

**Système d'amélioration du contraste et de la lisibilité des plaques
d'immatriculation des véhicules basé sur une approche par fusion**

5 Abrégé :

La présente invention concerne le domaine du traitement d'image. Elle concerne en particulier les systèmes de reconstitution et d'amélioration de la qualité et la résolution d'images par des procédés de traitement d'images et de signal. L'invention divulgue une méthode pour améliorer la lisibilité du contenu des images de bas contraste qui proviennent
10 de caméras de surveillance ou d'images radar de véhicules mobiles comprenant une étape de déconvolution du flou des images, une étape de compensation de la rotation, une étape de découpage de la zone d'intérêt (ex. plaque d'immatriculation) et enfin une étape de fusion des images pour obtenir une image de meilleure qualité.

**Système d'amélioration du contraste et de la lisibilité des plaques
d'immatriculation des véhicules basé sur une approche par fusion**

DOMAINE DE L'INVENTION

La présente invention concerne le domaine du traitement d'image. Elle concerne en particulier les systèmes de reconstitution et d'amélioration de la qualité et la résolution d'images par des procédés de traitement d'images et de signal.

ETAT DE L'ART ET AVANTAGES DE L'INVENTION

L'invention s'intègre dans la dynamique d'amélioration de la lisibilité des images par redondance d'informations en usant plusieurs clichés du même objet ou une vidéo de l'objet
5 statique ou en mouvement. L'idée étant de reconstruire l'image à partir des pixels contenant les informations utiles et rejeter les pixels bruités. Cette pratique couvre les domaines de Forensics pour la reconnaissance de caractères des plaques d'immatricules ou de la reconnaissance faciale, mais aussi pour restitution des images fortement bruitées comme des
10 anciennes peintures abimés ou pour un rendu HD de vidéos prises avec d'anciens appareils photos ou de basse résolution.

Les algorithmes d'augmentation de contraste et de lisibilité existants sont basés pour la majorité sur des techniques de fusion ou sur des approches stochastiques pour repérer les pixels riches en informations. Parmi les algorithmes populaires dans la littérature:

- 15 1- L'algorithme de Superresolution basé sur la reconstitution d'une image haute résolution à partir des images déphasées d'un même objet.
- 2- Le Multi-Averaging en moyennant les pixels correspondant à la même information.
- 3- Combinaison des techniques de traitement d'images classiques comme les opérations morphologiques et le filtrage.

L'utilisation de ces algorithmes, impose en entrée des images de taille fixe et de bon contraste, et s'appliquent sur des plaques d'immatricules de véhicules statiques sans flou cinétique.

Dans de tels systèmes, une opération d'extraction automatique des plaques précède les algorithmes d'amélioration. Ces techniques d'extraction sont largement traitées dans la littérature et sont basées sur la détection de contours (Canny et Sobel) et la segmentation des objets connexes des contours pour en extraire les rectangles de taille correspondant à celles de plaques pour ensuite filtrer les rectangles résultants par corrélation avec une plaque existante. Nous l'avons utilisé pour la localisation automatique des plaques sur un flux d'images, ce qui fournit les entrées de notre algorithme d'amélioration de contraste basé sur la fusion par approche énergétique.

Notre système a l'avantage de traiter des images de bas contraste qui proviennent de caméras de surveillance ou d'images radar de véhicules mobiles roulant jusqu'à 80km/h ou les conditions d'éclairage ne sont pas toujours favorables et les plaques changent de taille d'un frame à une autre. L'accent est mis sur notre approche énergétique qui permet de trouver la signature des plaques sur les images peu contrastées, d'interpoler, déconvoluer le flou cinétique dû au mouvement pour ensuite aligner les plaques du même véhicule et les fusionner de manière non linéaire selon la qualité de chaque plaque.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

- 20 Figure 1 : Chaîne Algorithmique globale.
- Figure 2 : Calcul du vecteur de déconvolution.
- Figure 3 : Courbe de l'énergie horizontale représentative d'une plaque.
- Figure 4 : Relation entre la plaque et sa courbe d'énergie horizontale.
- Figure 5 : Alignement de la plaque et largeur minimum de la courbe d'énergie.
- 25 Figure 6 : Courbes d'énergies verticales et horizontales des plaques formant une signature unique de la plaque.
- Figure 7 : Exemple de plaque après découpage énergétique sans le background.
- Figure 8 : Principe de redimensionnement des plaques.

Figure 9 : Courbes d'énergies des plaques après normalisation.

Figure 10 : Corrélation des caractères pour l'alignement.

Figure 11 : Fusion des plaques par Averaging.

Figure 12 : Exemples de plaques traités et de résultats attendus de l'algorithme.

5

EXPOSE DETAILLE DE L'INVENTION

Le système de la présente invention est basé sur un algorithme qui a pour objectif d'effectuer toutes les opérations nécessaires pour effectuer correctement la fusion (fig1), que ce soit la compensation du flou, les corrections géométriques à savoir la rotation, le découpage par signature énergétique, l'interpolation, la normalisation, l'alignement par énergie et enfin la fusion. Il permettra de gagner en contraste grâce à une fusion précise pour que les pixels contenant les informations puissent combiner pour un rendu final meilleur de la plaque.

15 DECONVOLUTION

Le flou Cinétique est en imagerie le flou du au mouvement de l'objet photographié. Dans ce Projet il correspond au mouvement des voitures lors de la prise d'images .Pour pouvoir Identifier correctement la plaque d'immatricule, il est primordiale de traiter ce flou.

L'opération qui corrige cet effet est appelé Deconvolution, elle consiste à estimer la fonction d'étalement du point ou PSF en anglais (Point Spread Function) qui décrit le déplacement qu'il faut compenser en terme d'angle α et du module C (fig2).

Le calcul du module C inclut la formule de Pythagore et considère le fps (frames per second) et le temps d'exposition qui correspondent au nombre d'images par seconde et le temps l'intervalle de temps pendant lequel l'obturateur de l'appareil photo laisse passer la lumière lors d'une prise de vue et qui influence le niveau de flou.

La formule pour le calcul du module devient :

$$C = \text{module par Pythagore} * \text{shutter Time} / \text{fps}$$

Ensuite le filtre de Deconvolution ramène les pixels déplacés à leur position originale. Le filtre qui réalise l'opération de deconvolution st dans notre cas Wiener idéal dans le cas ou les PSF est connu comme notre cas et quand le bruit n'est pas très important.

Le filtre de Wiener ne caractérise pas le signal et le bruit par leur forme analytique mais par leurs propriétés statistiques. Il considère que les images sont des réalisations d'un processus aléatoire stationnaire : on cherche alors à minimiser la moyenne du carré de la différence entre l'image initiale avec flou et l'image estimée en appliquant le filtre par itérations.

ROTATION OPTIMALE

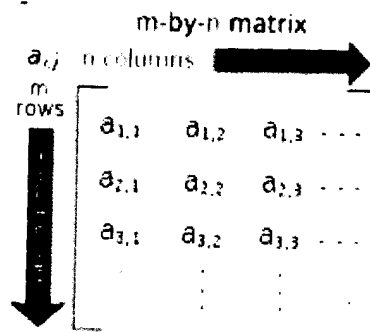
10 La compensation de la rotation des plaques lors de l'acquisition s'est fait par un raisonnement sur les énergies horizontales des plaques, la forme de la courbe de ces énergies est caractéristique aux plaques, de par leur texture et forme une signature spécifique.

Le calcul d'énergies se fait par la formule suivante :

$$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a(i,j) * a(i,j)}$$

15

Avec la représentation matricielle des images suivante :



Les courbes résultantes ressemblent à la figure suivante (fig3):

20

Le concept :

La première augmentation brusque sur la courbe correspond aux pixels blancs des contours de la plaque comme le montre l'image ci-dessous (fig4), l'intensité lumineuse des pixels

blancs étant plus grande que celle du noir (255 vs 0) couplé avec le carré dans la formule d'énergie résulte en de grandes valeurs d'énergies. De même la chute brusque de la courbe correspond à la fin de la plaque.

5 Nous considérons maintenant la largeur L de cette courbe qui correspond au nombre de pixels entre l'augmentation et la chute des valeurs d'énergie.

Ce nombre L sera va varier pour une même plaque selon son angle de rotation et plus la largeur est petite plus la plaque est mieux aligne comme le montre la figure suivante (fig5).

10 L'angle optimal de rotation appliqué à la plaque est donc celui qui minimise cette largeur L.

DECOUPAGE DES PLAQUES

15 L'objet de cette partie est de découper uniquement les plaques sans le fond, c'est-à-dire le Rectangle blanc et les caractères, le but est de faciliter l'opération d'alignement et de fusion.

La méthode :

Cette méthode repose sur le calcul d'énergies horizontales et verticales. Comme pour la
20 Rotation, l'augmentation brusque des valeurs d'énergies correspond aux bords des plaques. Il suffit alors de découper à partir de ces seuils. Ci-dessous les courbes d'énergies des plaques (fig6).

25 Les images résultantes ressemblent ensuite à l'image ci-dessous (fig7).

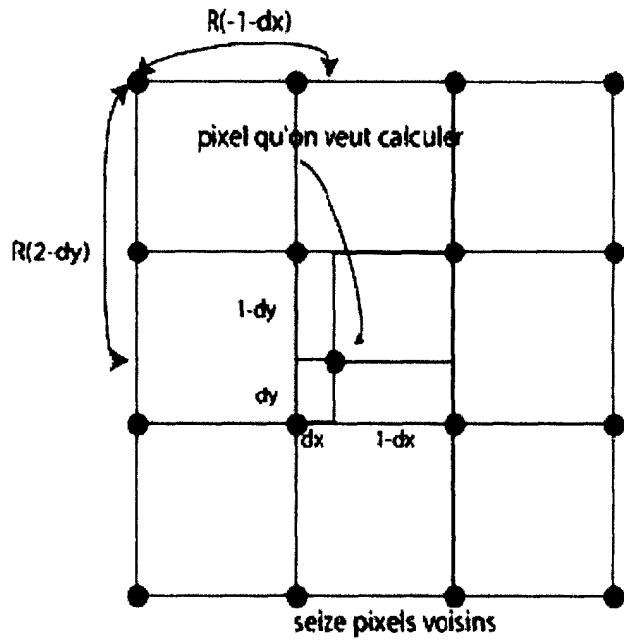
TAILLE FINALE

30 Cette étape consiste à redimensionner toutes les plaques pour avoir la même taille (fig8), les Caractères ne se seront pas superposés dans le cas échéant .Il suffit de choisir la plaque la plus grande et de redimensionner toutes les plaques par rapport à celle-ci. La différence de taille est due a la position de la voiture dans le flux d'images (proche vs loin de la caméra).

35 L'interpolation ou l'agrandissement des plaques peut apporter du bruit et détériorer la qualité des images car basé sur la prédiction pour le remplissage des nouveaux pixels créés.

Nous utilisons alors une méthode dite "Lanczos" pour redimensionner les images. Le filtre Lanczos est une moyenne pondérée sur les seize pixels voisins, contrairement à la méthode bilinéaire qui ne fait cette moyenne que sur quatre voisins. Pour l'interpolation Lanczos, les seize pixels les plus proches sont donc pris en compte, et les poids sont calculés selon la

5 fonction suivante et dépendent de la distance euclidienne entre le pixel prédit et ses voisins :



$$R(x) = \frac{1}{8} [P(x+2)^3 - 4 P(x+1)^3 + 6 P(x)^3 - 4 P(x-1)^3]$$

$$P(x) = \begin{cases} x & x > 0 \\ 0 & x \leq 0 \end{cases}$$

Cette interpolation minimise l'erreur due à l'agrandissement.

NORMALISATION

Cette opération consiste à diviser toutes les images par leurs énergies totales respectives, pour qu'aucune image n'apporte plus de contraste ou plus d'informations que les autres. Normaliser revient à harmoniser l'influence de chaque image sur les autres lors de la fusion. Cette opération a pour but d'harmoniser la répartition des niveaux de luminosité de l'image, de telle manière à tendre vers un même nombre de pixel pour chacun des niveaux de l'histogramme.

20 Après cette opération les courbes d'énergies des plaques se superposent comme le montre (fig9)

ALIGNEMENT DES PLAQUES :

L'alignement permet de s'assurer que les plaques sont réellement superposées, et que les caractères sont sur la même position dans toutes les plaques de la même voiture, ainsi la fusion des plaques aura l'effet souhaitable. Pour ce, nous corrélons une partie de la première plaque (les trois premiers caractères) avec les autres images, en sortie nous avons les coordonnées de ces caractères dans les autres images.

En calculant la différence entre les coordonnées, nous retrouvons le déplacement ou la translation qu'il faut effectuer à l'image pour qu'elle soit parfaitement aligne, et ce de façon verticale et horizontale (fig10).

FUSION DES PLAQUES :

La fusion d'images est une technique connue dans le traitement d'images, la fusion d'images consiste à combiner des images de différentes sources afin de synthétiser de nouvelles images plus riches en information.

Plusieurs techniques existent dans la littérature, parmi eux nous pouvons rappeler quelques méthodes triviales telles que la substitution, la combinaison et l'analyse en composante principale.

Dans cet algorithme, nous avons opté pour une combinaison simple entre images pour bénéficier de la redondance d'informations sur les différentes plaques d'une même voiture (fig11).

25

QUELQUES RESULTATS :

L'algorithme a été testé sur plusieurs voitures avec différentes vitesses et a donné des résultats satisfaisants (fig12). Les tests ont été effectués sur douze voitures roulant en utilisant 25 images de plaques extraites de vidéos de radar routier.

30

Revendications :

1. Méthode pour améliorer la lisibilité du contenu des images de bas contraste qui proviennent de caméras de surveillance ou d'images radar de véhicules mobiles comprenant les étapes suivantes :
 - la déconvolution du flou des images
 - la compensation de la rotation
 - le découpage de la zone d'intérêt (ex. plaque d'immatriculation)
 - la fusion des images pour obtenir une image de meilleure qualité
2. Méthode selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** la déconvolution est basée sur l'estimation du vecteur du flou par comparaison des images successives d'un même objet.
3. Méthode selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** la compensation de la rotation est basée sur un calcul des énergies horizontales des pixels pour la rotation automatique d'une plaque ou d'un objet incliné.
4. Méthode selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le découpage de la zone d'intérêt est basé sur un calcul des énergies horizontales et verticales des pixels pour le découpage ou la délimitation automatique d'une plaque ou d'un objet au sein d'un background.
5. Méthode selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** la fusion des images est obtenue par l'alignement automatique des plaques en se basant sur la technique de corrélation de caractères.

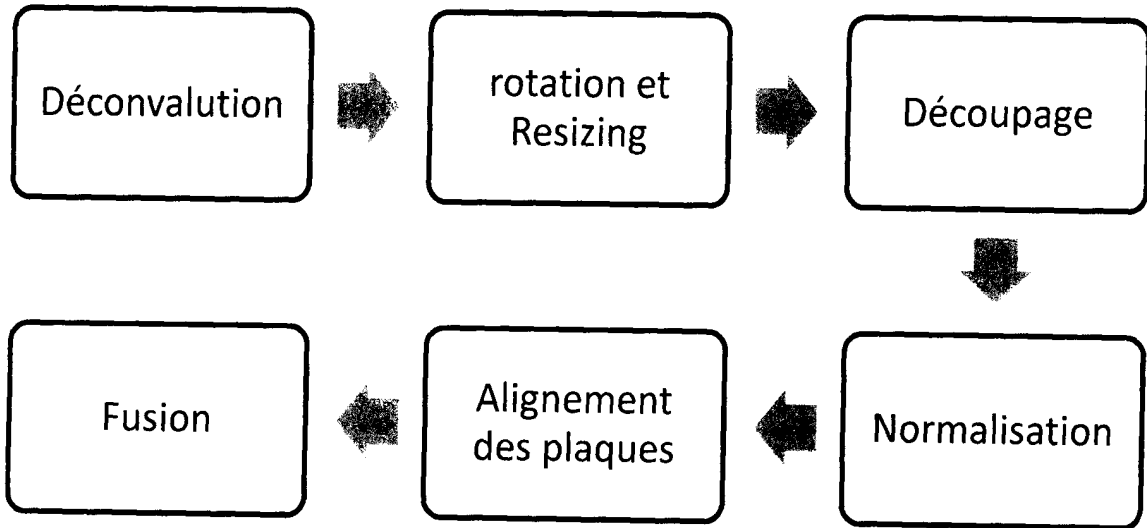


Fig. 1

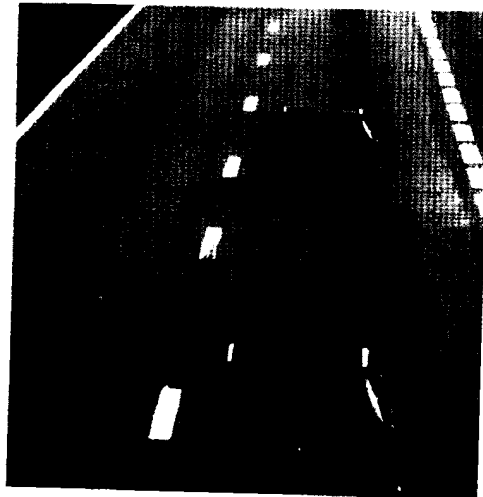


Fig. 2

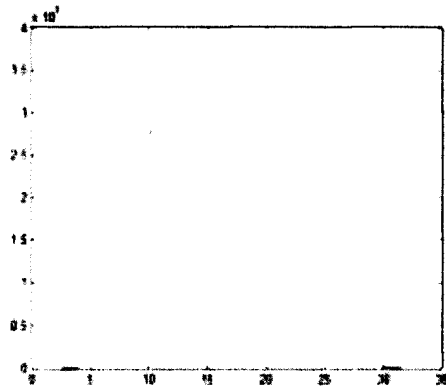


Fig. 3

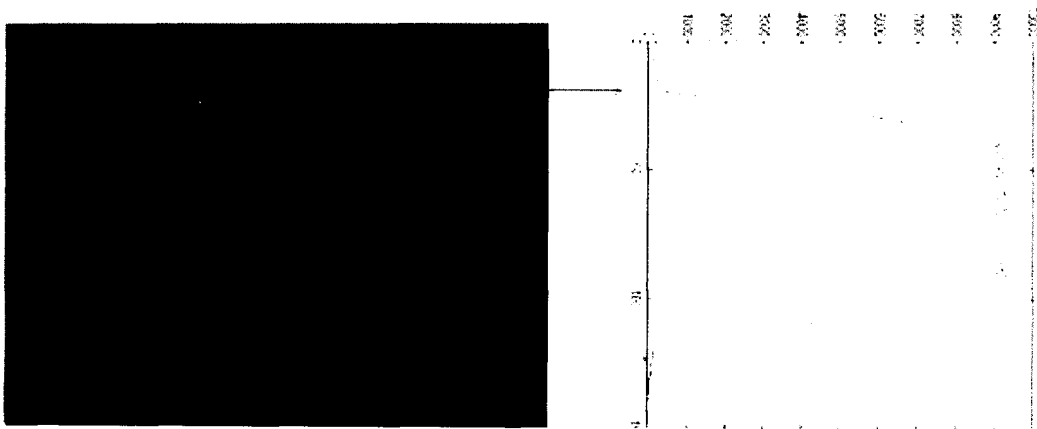


Fig. 4

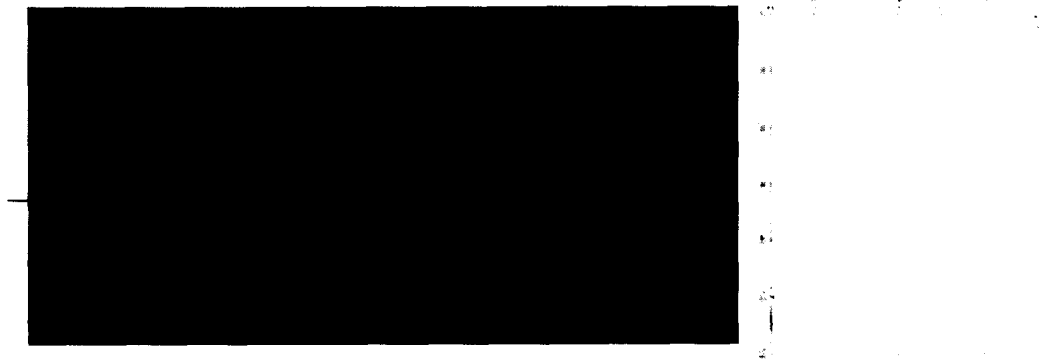


Fig. 5

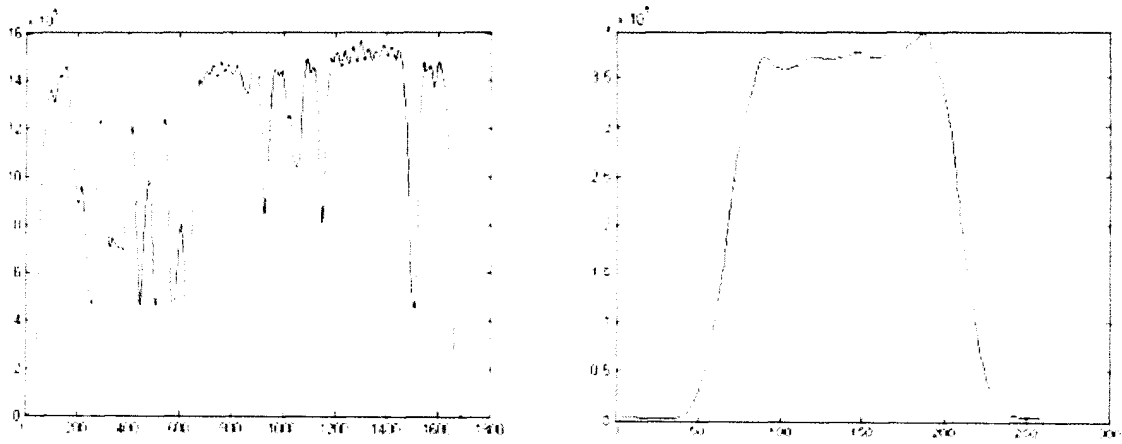


Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8

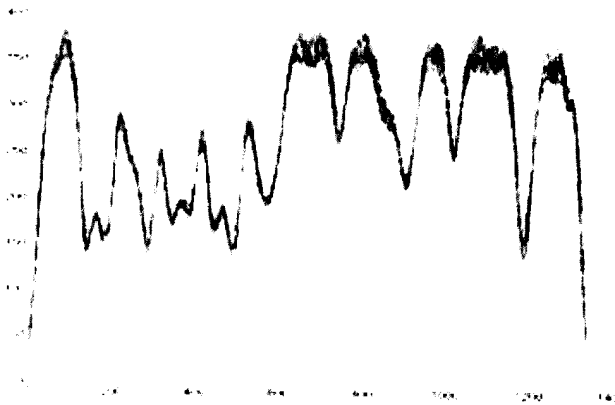


Fig. 9



Translation hor zontale = $x_2 - x_1$ et verticale $y_2 - y_1$

Fig. 10

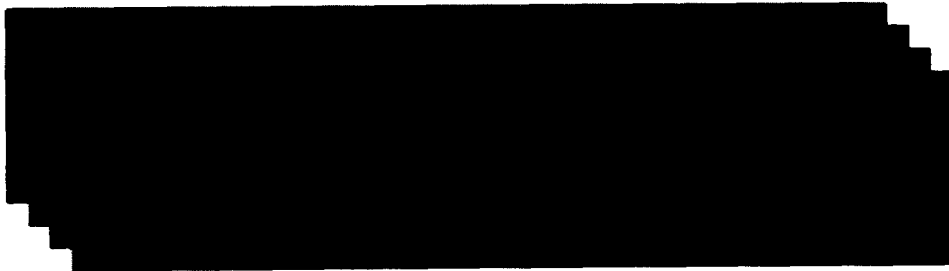


Fig. 11

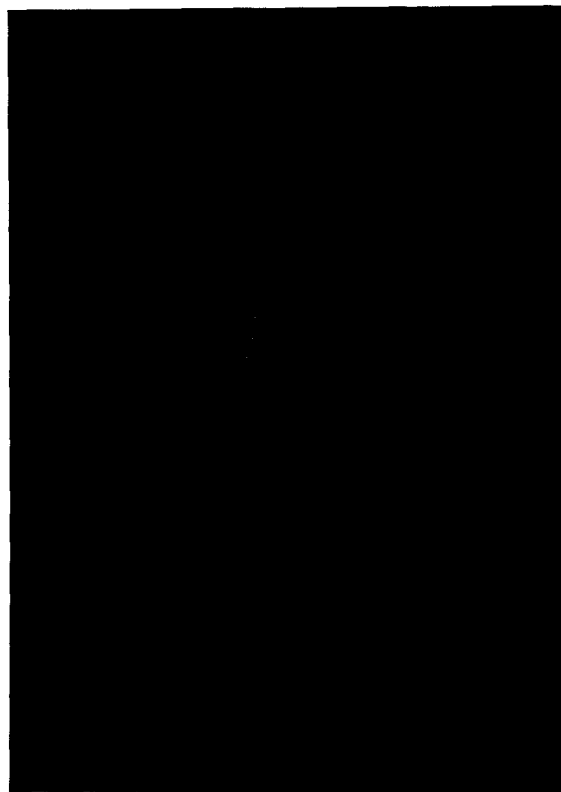


Fig. 12

MA

38268A1

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



المملكة المغربية
المكتب المغربي
للملكية الصناعية و التجارية

**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et
complétée par la loi 23-13)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 38268	Date de dépôt : 10/07/2015
Déposant : MASclr (MOROCCAN FOUNDATION FOR ADVANCED SCIENCE, INNOVATION & RESEARCH)	
Intitulé de l'invention : SYSTEME D'AMELIORATION DU CONTRASTE ET DE LA LISIBILITE DES PLAQUES D'IMMATRICULATION DES VEHICULES BASE SUR UNE APPROCHE PAR FUSION	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents cités par l'examineur dans la partie rapport de recherche sont joints au présent document	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport	
<input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de clarté	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
<input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée	
<input type="checkbox"/> Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: I. Oubiyi	Date d'établissement du rapport : 04/05/2016
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	

Partie 1 : Considérations générales

Cadre 1 : base du présent rapport

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
7 Pages
- Revendications
5
- Planches de dessin
5 Pages

Partie 2 : Rapport de recherche**Classement de l'objet de la demande :**

CIB : G06K9/40, G06K9/32, G06K9/00

CPC : G06T5/003

Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :

EPOQUE, Orbit

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
X	Publication scientifique : « ACCÉLÉRATION DE LA TRANSFORMÉE EN PAQUETS D'ONDETTES EN UTILISANT CUDA: APPLICATION À DÉTECTION DE PLAQUES D'IMMATRICULATION » ; MARCEL WOUNG, ACADEMIE INTERNET ; MARS 2015	1, 3-5 2
Y	http://fad.ensg.eu/depot/divers/claroline1106/claroline/backends/download.php?url=L01lbW9pcmVfV09VTkdfTWFyY2VsLnBkZg%3D%3D&cidReset=true&cidReq=5EPROMOTION_001	
Y	WO2006086119 ; 17-08-2006 ; MOTOROLA INC [US]; LEE KING F [US]; TANG BEI [US]; Abrégé , fig 8	2
A	Publication scientifique : « LICENSE PLATE CHARACTER RECOGNITION SYSTEM FROM A BLURRED IMAGE BY USING NEURAL NETWORK »; DIPALEE A. KOLTE, MARUTI B. LIMKAR & SANJAY M. HUNDIWALE; 02-04-2014	1-5
A	EP1085455 ; 21-03-2001 ; SIEMENS CORP RES INC [US]	1-5

***Catégories spéciales de documents cités :**

- « X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- « Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- « A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- « P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs
- « E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité

Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté (N)	Revendications 2 Revendications 1, 3-5	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications aucune Revendications 1-5	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : ACCÉLÉRATION DE LA TRANSFORMÉE EN PAQUETS D'ONDELETTES EN UTILISANT CUDA: APPLICATION À DÉTECTION DE PLAQUES D'IMMATRICULATION

D2 : WO2006086119

1. Nouveauté (N) :

Le document D1 (les références entre parenthèses s'appliquant à ce document) divulgue une méthode qui permet l'extraction du numéro d'immatriculation d'un véhicule comprenant les étapes suivantes :

- La déconvolution du flou des images (page 16 : phase de prétraitement) ;
- La compensation de la rotation (page 17, phase de détection et de correction d'inclinaison) ;
- Le découpage de la zone d'intérêt (plaque d'immatriculation) (pages 17-18, phase de segmentation de localisation des lignes d'écriture de base, de la squelettisation et d'extraction des primitives) ;
- La fusion des images ;

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 n'est pas nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Aucun des documents cités ci-dessus ne divulgue l'ensemble des caractéristiques techniques énoncées dans la revendication 2. Par conséquent, l'objet de ladite revendication est nouveau au sens de l'art. 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les revendications dépendantes 3-5 ne semble pas contenir de caractéristiques supplémentaires, en matière de nouveauté, en étant combinées avec les caractéristiques techniques de la revendication 1 à laquelle lesdites revendications dépendantes sont liées.

2. Activité inventive (AI) :

La caractéristique technique de la revendication dépendante 2 a déjà été employée pour le même but dans le document D2.

D2 décrit aussi (Abrégé, fig. 8) un procédé pour améliorer la lisibilité des plaque d'immatriculation dont la déconvolution est basée sur l'estimation du vecteur du flou.

Par conséquent, l'objet de la revendication 2 n'implique pas une activité inventive au sens de l'art. 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

3. Possibilité d'application industrielle (PAI) :

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.