

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE (19)
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



المملكة المغربية

المكتب المغربي
للملكية الصناعية والتجارية

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 38374 B1** (51) Cl. internationale : **G01P 3/00; G08G 1/054; G06T 7/20; G01S 11/00**

(43) Date de publication : **29.12.2017**

(21) N° Dépôt : **38374**

(22) Date de Dépôt : **03.09.2015**

(71) Demandeur(s) : **MASCIR (MOROCCAN FOUNDATION FOR ADVANCED SCIENCE INNOVATION & RESEARCH), RUE MOHAMED ELJAZOULI, MADINAT ALIRFANE, 10100 RABAT 10100 (MA)**

(72) Inventeur(s) : **BOURZEIX FRANCOIS ; BOURJA OMAR ; KILOU ABDESSAMAD**

(74) Mandataire : **ABDELHAQ AMMANI**

(54) Titre : **SYSTEME D'ESTIMATION DE VITESSE DES VEHICULES AVEC CAMERA LIGNES OU EXTRACTION DE LIGNES DE PIXELS**

(57) Abrégé : La présente invention concerne le domaine des radars pour l'estimation de vitesse d'objets mobiles. En particulier l'invention se rapporte à un radar de circulation ayant un procédé permettant de mesurer la vitesse des objets qui sont en mouvement d'approche (ou d'éloignement) devant une camera vidéos ou une caméra ligne en utilisant le flux vidéo généré par la caméra.

Système d'estimation de vitesse des véhicules avec caméra lignes ou extraction de lignes de pixels.

DOMAINE DE L'INVENTION

5 Cette invention rentre dans le domaine des systèmes d'estimation de vitesse utilisé pour la remonté de données trafic, la sécurité routière et la détection d'infraction (excès de vitesse).

Le système de cette invention s'intègre dans un procédé permettant de mesurer la vitesse des objets (véhicules) **(300, 310)** qui sont en mouvement d'approche (ou d'éloignement) devant une camera vidéos **(100)** ou une caméra ligne en utilisant le flux vidéo généré par la
10 caméra.

ETAT DE L'ART

Il existe trois catégories principales de systèmes d'estimation de vitesse des véhicules:

- 1- Les systèmes d'estimation de vitesse basés sur le Laser (Lidar).
- 15 2- Les systèmes d'estimation de vitesse basés sur l'effet doppler.
- 3- Les systèmes d'estimation de vitesse basés sur le traitement vidéo.

Les deux premiers types de systèmes sont basés sur l'émission active de signaux électromagnétiques vers le véhicule dont on veut estimer la vitesse (WO 1997019365 A1, US 5587785 A, WO1995034829 A1). Dans le 3ème type de radar on trouve en général des
20 systèmes avec une caméra qui permettent de détecter simultanément plusieurs objets mobiles dans une scène filmée (WO 2015005758 A1), et de calculer leurs déplacements puis leurs vitesses en prenant en compte des matrices de redressement ou de rectification de la route filmée.

On trouve aussi dans cette troisième catégorie des Radars d'estimation de vitesse à base de
25 deux ou plusieurs caméras qui sont installées de face ou de dos des véhicules afin d'estimer leurs vitesse de déplacement via la technique de calcul stéréoscopique.

Ces systèmes traitent en générale les flux vidéo reçus en temps réel. Pour pouvoir réaliser des estimations de vitesse avec une précision compatible avec les exigences les radars routiers, il est nécessaire d'utiliser des caméras HD. Or dans un tel système radar vidéo le nombre d'opérations de calculs par seconde nécessaire pour aboutir à l'estimation de
5 vitesse est proportionnel au nombre de pixels de la caméra utilisée.

Pour pouvoir utiliser des caméras HD avec des nombre de pixel compris entre 1Mpix et 10Mpix et tenir le temps réel il est alors en générale nécessaire d'utiliser une carte d'acquisition vidéo (framegrabber) puis une unité de traitement performante ce qui induit un coût élevé pour le système.

10 L'invention que nous proposons permet de réduire le nombre d'opération de calcul en limitant les opérations de traitement du signal sur quelques lignes de pixels au lieu de travailler sur toute l'image. Cette réduction du nombre d'opération, permet d'exécuter le logiciel associé sur des unités de traitement de faible coût non dédiées au traitement vidéo temps réel.

15

BREVE DESCRIPTION DES DIAGRAMMES ET FIGURES

Figure 1 : vue générale du système, qui est composé d'une caméra numérique **(100)** qui envoie le flux vidéo vers une unité de traitement **(110)** pour réaliser l'acquisition des images. L'unité de traitement réalise des opérations des algorithmes traitement et retourne
20 l'estimation de vitesse **(200)**.

Figure 2 : Image schématique d'une portion de route à 3 voies de circulations enregistrée par une caméra avec visualisation des 3 lignes extraites **(320, 330, 340)**.

Figure 3 : Organigramme générique représentant les différentes étapes de notre algorithme de Radar d'estimation de vitesse à base de ligne de pixels.

25

EXPOSE DETAILLE DE L'INVENTION

L'objet de cette invention est la réalisation d'un système d'estimation de vitesse d'objets mobiles à base de technique de traitement vidéo. Nous présentons ci-dessous une mise en

application particulière de notre invention. Nous préciserons par la suite les autres mises en applications possibles. Dans cette mise en application l'estimation de vitesse est réalisée grâce à un cycle de 9 opérations de traitement du signal successives.

Dans toute la suite nous supposerons que les images traitées comportent N lignes et M colonnes et que la scène filmée comporte K voies de circulation. On considérera que les images I reçues sont indexées par un indice temporel t. Ainsi I(t) sera l'image reçue à l'instant t.

Nous présentons ci-dessous ces 9 étapes:

(400) Acquisition d'une nouvelle image : l'unité de traitement (110) est connectée à la caméra numérique (100) soit par une interface filaire (120) ou par une interface sans fils. Elle reçoit les images I(t), I(t+1) etc... acquises par la caméra les unes après les autres en fonction du rythme d'acquisition de la caméra.

(410) Extraction des colonnes : Pour chaque image I(t) reçu et pour chaque voie k de circulation une colonne de pixel C(k,t) est extraite. Pour chaque ligne de l'image on sélectionne par exemple le pixel le plus au centre de la voie de circulation k. Les pixels des colonnes extraites sont les mêmes d'une image I(t) à la suivante I(t+1). On obtient ainsi 1 vecteur de pixels pour chaque voie de circulation.

(420) Estimation du background : On réalise une estimation du background de chaque vecteur colonne BGD(k,t) en réalisant par exemple un filtre IIR sur les successions temporelles de ce vecteur colonne. Le but est de déterminer la valeur des pixels du sol lorsqu'aucun véhicule mobile ne le recouvre. L'estimation du background peut être réalisée soit à chaque nouvelle image, ou bien seulement à chaque Nième image.

(430) Soustraction du background : On soustrait à chaque vecteur colonne le background qui lui est associé $D(k,t)=C(k,t)-BGD(k,t)$.

(440) Binarisation : Le vecteur colonne D(k,t) auquel a été soustrait le background est converti en niveau de gris (si la caméra numérique est une caméra couleur) puis est converti en format noir et blanc en effectuant un seuillage $BIN(k,t)=(D(k,t)>Seuil)$. Les pixels de fonds sont alors noirs et les pixels des véhicules sur la route sont blancs.

(450) Opérations morphologiques : une série d'ouvertures fermetures 1D sont réalisées sur les vecteurs colonnes binaires de manière à filtrer le bruit et les pixels isolés.

(460) Détection des véhicules : Sur chaque image $BIN(k,t)$ les segments blancs de tailles supérieur à un seuil sont répertoriés et listés. Ils sont considérés comme appartenant à des
5 véhicules en mouvement sur l'image.

(470) Suivi des véhicules : D'une image à la suivante, les véhicules sont mis en relation pour avoir un suivi des positions successives d'un véhicule. A la réception d'une nouvelle image la liste courante des véhicules présents sur l'image est mise à jour. Certains véhicules sortent de l'image, certains apparaissent et enfin certains étaient présent à l'image précédente et se
10 sont déplacés. Pour chaque véhicule on garde la liste des positions successives. Ces positions peuvent être soit le milieu du segment considéré ou la position inférieure.

(480) Estimation de la vitesse : Pour chaque ligne de pixel une table de correspondance entre indice du pixel et distance métrique à la caméra est générée à l'initialisation du logiciel. Pour chaque véhicule grâce à cette table on liste les positions successives en mètres
15 sur la route puis on déduit la vitesse grâce à un algorithme de régression linéaire.

Des variantes à cette mise en application peuvent être misent en œuvre. Nous en détaillons certaines ci-dessous :

Variante 1 : utiliser une camera ligne au lieu d'une camera 2D. Cela peut être utilisé en particulier dans le cas d'une route avec une seule voie de circulation.

20 **Variante 2** : Pour chaque voie de circulation extraire plusieurs colonnes de pixels (2 ou 3). Cela permet de limiter les défauts d'estimation de vitesse si un véhicule change de voies.

Variante 3 : deux lignes de pixel horizontales délimitent une zone dans laquelle sont effectuées les estimations de vitesse.

Revendications modifiées :

1. Un procédé d'estimation de vitesse de véhicules sur route comprenant les étapes suivantes :
 - Capturer des images d'une portion de route grâce à une caméra digitale (100).
 - Extraire en temps réel sur chaque image reçue une ligne de pixel par voie de circulation (320, 330, 340).
 - Estimer le background de chaque ligne extraite puis le soustraire à la ligne.
 - Binariser les lignes grâce à un seuillage.
 - Réaliser une série d'opérations morphologiques sur les lignes pour éliminer les pixels isolés.
 - Détecter les éléments mobiles sur chaque ligne de pixel, déterminer leurs indices dans la ligne de pixel, les suivre sur plusieurs lignes successives et archiver leurs indices successifs.
 - Réaliser l'estimation de vitesse de chaque élément mobile à partir des indices successifs d'un pixel qui le caractérise, en mettant en correspondance les indices avec une position métrique sur la route.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la captation des images est réalisée par une caméra ligne.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'estimation du background de chaque ligne est réalisé en utilisant les lignes extraites successivement dans le temps et en appliquant un filtre passe bas sur chaque pixel de la ligne.
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les opérations morphologiques consistent en une série d'ouvertures et de fermetures 1D réalisées sur les vecteurs colonnes binaires de manière à filtrer le bruit et les pixels isolés.
5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le seuil de binarisation peut être une constante variable dans le temps en fonction de l'évolution de la scène filmée.
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le seuil est calculé régulièrement à partir de la répartition de l'histogramme des pixels de l'image.
7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que sur chaque ligne de pixels binarisée, les segments de tailles supérieures à un seuil sont répertoriés et listés et sont considérés comme appartenant à des véhicules en mouvement sur l'image. D'une image à la

suivante, les véhicules sont mis en relation pour avoir un suivi des positions successives d'un véhicule, à la réception d'une nouvelle image la liste courante des véhicules présents sur l'image est mise à jour. Certains véhicules sortent de l'image, certains apparaissent et enfin certains étaient présent à l'image précédente et se sont déplacés. Pour chaque véhicule on garde la liste des positions successives. Ces positions peuvent être soit le milieu du segment considéré ou la position inférieure.

8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la mise en correspondance entre les indices des pixels lignes et la position métrique sur la route est conservée en mémoire grâce à une table fixe préenregistrée.

**Système d'estimation de vitesse des véhicules avec caméra lignes
ou extraction de lignes de pixels.**

Abrégé :

- 5 La présente invention concerne le domaine des radars pour l'estimation de vitesse d'objets mobiles. En particulier l'invention se rapporte à un radar de circulation ayant un procédé permettant de mesurer la vitesse des objets qui sont en mouvement d'approche (ou d'éloignement) devant une camera vidéos ou une caméra ligne en utilisant le flux vidéo généré par la caméra.

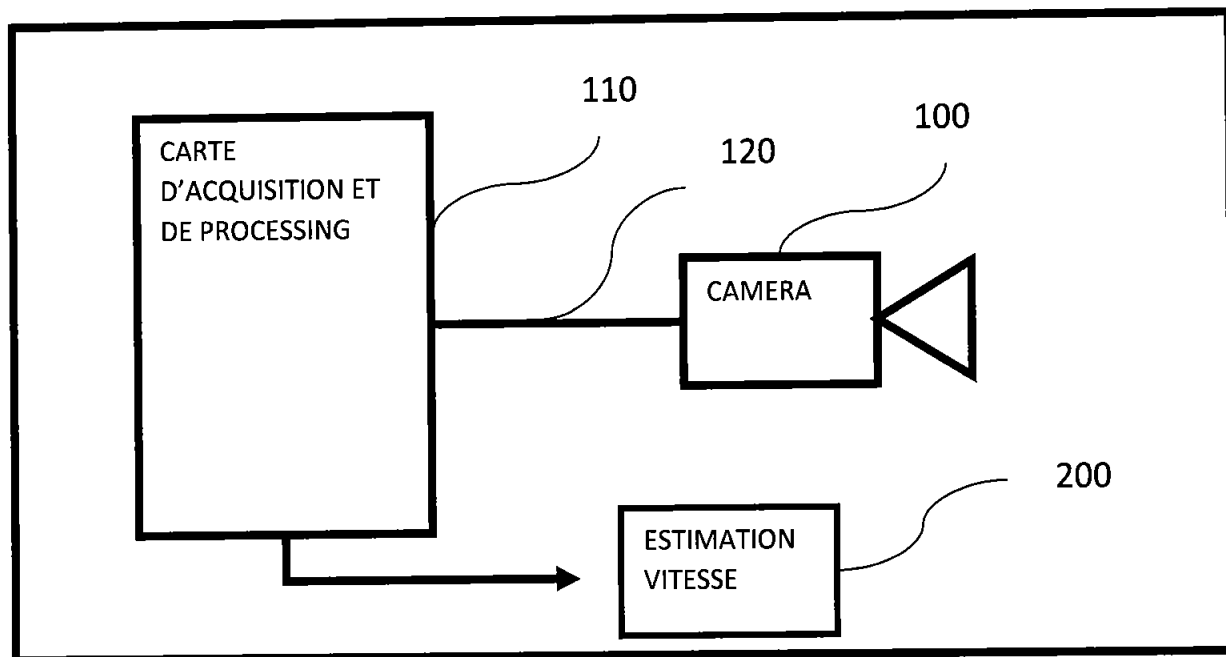


Fig. 1

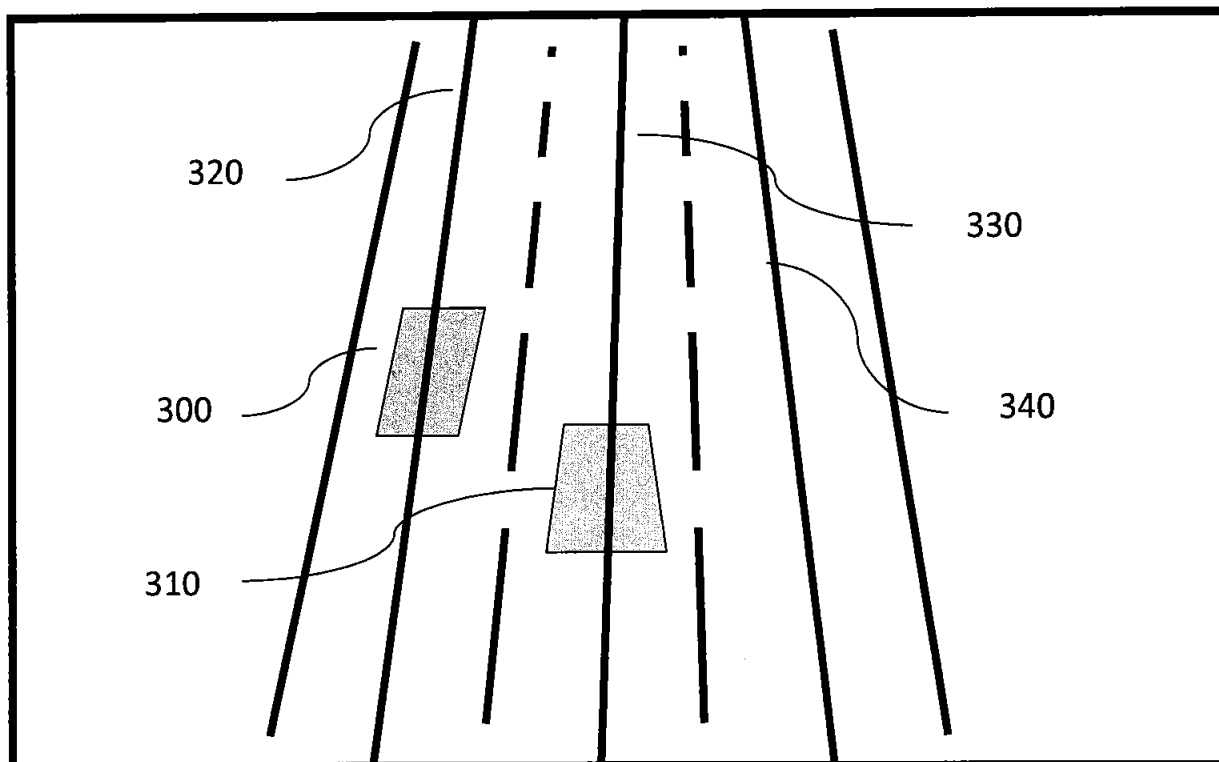


Fig. 2

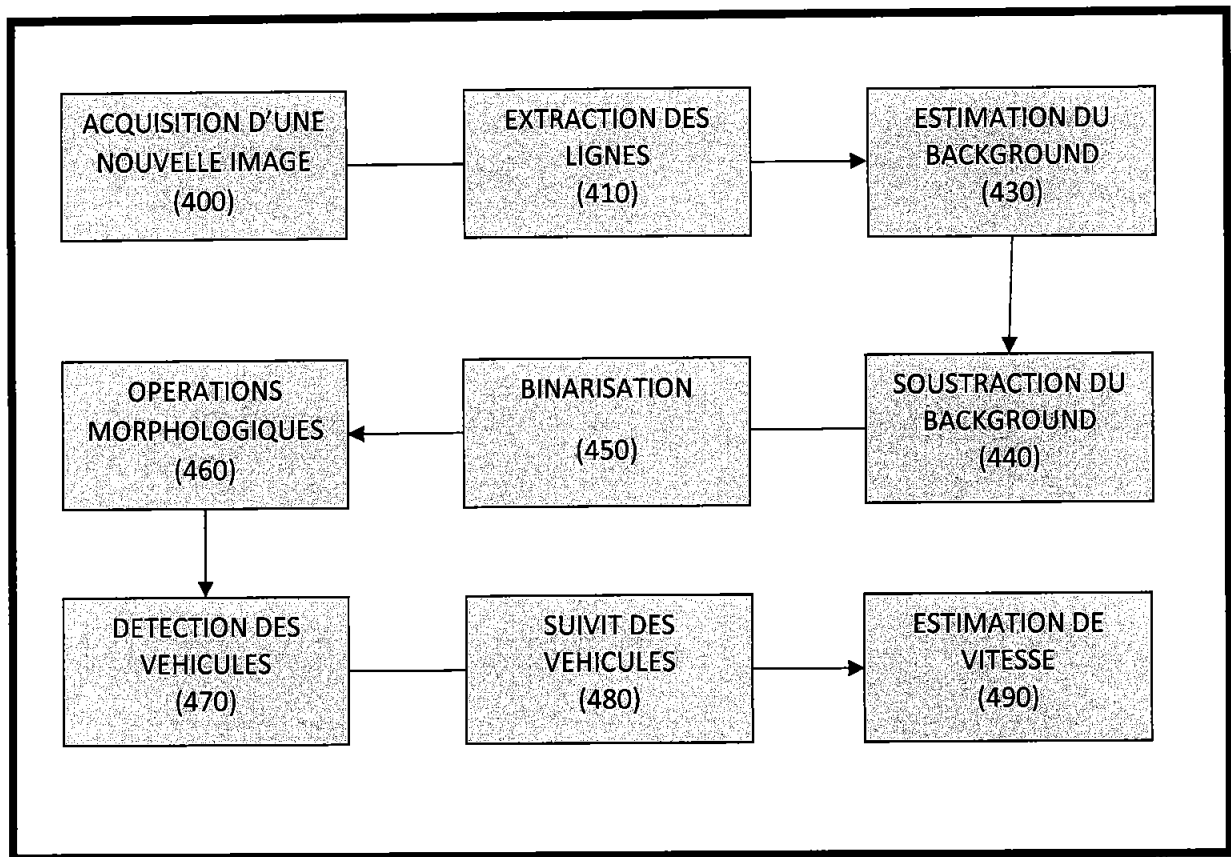


Fig. 3



**RAPPORT DE RECHERCHE DEFINITIF AVEC OPINION
SUR LA BREVETABILITE**

*Établi conformément à l'article 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 : 38374	Date de dépôt : 03/09/2015
Déposant : MASCIR (MOROCCAN FOUNDATION FOR ADVANCED SCIENCE INNOVATION & RESEARCH)	
Intitulé de l'invention : SYSTEME D'ESTIMATION DE VITESSE DES VEHICULES AVEC CAMERA LIGNES OU EXTRACTION DE LIGNES DE PIXELS	
Classement de l'objet de la demande : CIB : G 01P 3/00, G 01S 11/00, G 06T 7/20, G 08G 1/054	
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	
Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Remarques de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 4 : Observations à propos de revendications modifiées qui s'étendent au-delà du contenu de la demande telle qu'initialement déposée <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: I. Oubiyi	Date d'établissement du rapport : 05/12/2017
Téléphone: (+212) 5 22 58 64 14	

Partie 1 : Considérations générales**Cadre 1 : base du présent rapport**

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

- Demande telle qu'initialement déposée
- Demande modifiée suite à la notification du rapport de recherche préliminaire :
- Revendications
8
- Observations à l'appui des revendications maintenues
- Observations des tiers suite à la publication de la demande
- Réponses du déposant aux observations des tiers
- Nouveaux documents constituant des antériorités :
- Suite à la recherche complémentaire (Couvrant les documents de l'état de la technique qui n'étaient pas disponibles à la date de la recherche préliminaire)
 - Suite à la recherche additionnelle (couvrant les éléments n'ayant pas fait l'objet de la recherche préliminaire)
- Observations à l'encontre de la décision de rejet

Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité**Cadre 5: Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté (N)	Revendications 1-8 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications 1-8 Revendications aucune	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-8 Revendications aucune	Oui Non

D1 : US2013100286

1. Nouveauté (N) :

Aucun des documents cités ci-dessus ne divulgue l'ensemble des caractéristiques techniques énoncées dans les revendications 1-8. Par conséquent, l'objet desdites revendications est nouveau au sens de l'art. 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité inventive (AI) :

Le document D1 (les références entre parenthèses s'appliquant à ce document), qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue un procédé d'estimation de vitesse de véhicules sur route basé sur le traitement d'image.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de D1 par les étapes suivantes :

- Extraire sur chaque image reçue une ligne de pixel par voie de circulation ;
- Estimer du background de chaque ligne extraite puis le soustraire à la ligne ;
- Binariser les lignes grâce à un seuillage ;
- Réaliser une série d'opérations morphologiques sur les lignes pour éliminer les pixels isolés ;
- Détecter les éléments mobiles sur chaque ligne de pixel, déterminer leurs indices dans la ligne de pixel, les suivre sur plusieurs lignes successives et archiver leurs indices successifs ;
- Réaliser l'estimation de vitesse de chaque élément mobile à partir des indices successifs d'un pixel qui le caractérise, en mettant en correspondance les indices avec une position métrique sur la route.

L'effet technique apporté par cette différence réside dans le fait de limiter les opérations de traitement du signal sur quelques lignes de pixels au lieu de travailler sur toute l'image.

Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme comment adapter D1 afin d'estimer la vitesse des véhicules toute en limitant les opérations de traitement des images reçues par la caméra.

Par ailleurs, aucun enseignement n'a été trouvé dans l'état de la technique le plus proche, pris seul ou en combinaison avec l'art antérieur qui aurait incité la personne du métier à résoudre le problème posé. Par conséquent, la solution à ce problème proposée dans la revendication 1 implique une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13 concernant l'activité inventive.

Les revendications 2-8 dépendent de la revendication 1 et satisfont donc également, en tant que telles, à l'exigence de l'article 28 concernant l'activité inventive.

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.