



(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 38269 A1** (51) Cl. internationale : **G08G 1/14; G08G 1/04**
- (43) Date de publication : **31.03.2017**

-
- (21) N° Dépôt : **38269**
- (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) : **Bourja Omar ; Boanarijesy Andronic ; Zennayi Yahya**
- (74) Mandataire : **ABDELHAQ AMMANI**

(54) Titre : **SYSTEME D'ESTIMATION DE VITESSE DES VEHICULES PAR TRAITEMENT VIDEO A BASE DE L'EFFET STEREOSCOPIQUE LATERAL**

- (57) Abrégé : Cette invention rentre dans le domaine des systèmes d'estimation de vitesse utilisé pour la sécurité routière et détection d'infraction (excès de vitesse). En particulier elle concerne l'estimation de vitesse par effet stéréoscopique. Le système de détection et de calcul de vitesses d'objets mobiles à base de traitement vidéo selon l'invention se caractérise en ce qu'il est constitué de deux caméras (105) et (110) ayant les mêmes caractéristiques et qui sont positionnées de manière latérale par rapport aux objets mobiles (400), les dites caméras, séparées par une distance fixe B (115), sont installées sur un support stéréoscopique (90) et les deux images prises par les deux caméras (105) et (110) sont synchronisées au même instant et sur lesquelles apparaissent l'objet à détecter. La vitesse de déplacement des objets mobiles est calculée à l'aide d'un algorithme implémenté au niveau d'une unité de traitement (125) reliée aux deux caméras.

**Système d'estimation de vitesse des véhicules par traitement vidéo à base de l'effet
stéréoscopique latéral**

5 **Abrégé :**

Cette invention rentre dans le domaine des systèmes d'estimation de vitesse utilisé pour la sécurité routière et détection d'infraction (excès de vitesse). En particulier elle concerne l'estimation de vitesse par effet stéréoscopique.

10 Le système de détection et de calcul de vitesses d'objets mobiles à base de traitement vidéo selon l'invention se **caractérise en ce** qu'il est constitué de deux caméras **(105)** et **(110)** ayant les mêmes caractéristiques et qui sont positionnées de manière latérale par rapport aux objets mobiles **(400)**, les dites caméras, séparées par une distance fixe B **(115)**, sont installées sur un support stéréoscopique **(90)** et les deux images prises par les deux caméras **(105)** et **(110)** sont synchronisées au même instant et sur lesquelles apparaissent l'objet à
15 détecter. La vitesse de déplacement des objets mobiles est calculée à l'aide d'un algorithme implémenté au niveau d'une unité de traitement **(125)** reliée aux deux caméras.

Système d'estimation de vitesse des véhicules par traitement vidéo à base de l'effet stéréoscopique latéral

5 **DOMAINE DE L'INVENTION**

Cette invention rentre dans le domaine des systèmes d'estimation de vitesse utilisés pour la sécurité routière et détection d'infraction (excès de vitesse). En particulier elle concerne l'estimation de vitesse par effet stéréoscopique.

10 **ETAT DE L'ART ET AVANTAGE DE L'INVENTION**

De nos jours, il existe trois catégories de système d'estimation de vitesse des véhicules, qui sont les suivantes :

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

Dans le 3^{ème} type de Radar on trouve des systèmes mono-caméras qui permettent de détecter les objets mobiles dans une scène filmée, et de calculer leurs déplacements puis leurs vitesses en prenant en compte des matrices de redressement ou de rectification de la route filmée.

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

L'avantage des systèmes d'estimation de vitesse stéréoscopique par rapport au système mono-caméra c'est qu'il ne nécessite pas ni calibration manuel, ni marquage sur le sol de la route, une fois on installe les deux caméras stéréoscopique sur un support, le système reste
25 toujours précis même dans le cas de vibration ou de choc.

L'objet de notre invention est un Radar stéréoscopique Latéral basé sur le principe de filmer les véhicules de profil et pas de dos ou de face comme les radars stéréoscopiques frontal.

30 **BREVE DESCRIPTION DES DIAGRAMMES ET FIGURES**

Fig.1 : vue générale du système, qui est composé de deux caméras (105) et (110) pour les enregistrements stéréoscopiques et qui envoient des flux vidéo vers une carte d'acquisition

FPGA (185). La carte FPGA fait du traitement vidéo en temps réel et envoie les résultats vers le pc durci (180) via un connecteur PCI EXPRESS.

Fig.2 : vue générale du système d'estimation de vitesse par traitement vidéo, basé sur une l'effet stéréoscopique latéral.

5 **Fig.3** : organigramme générique qui représente les différentes étapes de notre algorithme du Radar d'estimation de vitesse à base de la stéréoscopie.

Fig.4 : vue de dessus du système comportant les deux caméras (105) et (110), avec l'indication des différentes distance et angles qui sont utilisé dans la partie de calcul d'estimation de vitesse par la technique de notre invention.

10

EXPOSE DETAILLE DE L'INVENTION

L'objet de cette invention est la réalisation d'un système d'estimation de vitesse des objets mobiles à base de la technique de la vision-stéréoscopique latéral, dans le système de cette invention nous trouvons au moins deux caméras (105) et (110) séparés avec une distance
15 connue (115) et leurs axes (OX) sont parfaitement parallèles. Nous décrivons ci-dessous l'algorithme de notre cinémomètre vidéo (**Fig. 3**) puis nous détaillons les étapes de calcul de la vitesse stéréoscopique latéral.

Le système de cette invention s'intègre dans un procédé permettant de mesurer la vitesse des objets (véhicules) (400) qui sont en mouvement devant deux cameras vidéos (105) et
20 (110). Dans cette invention on prévoit d'utiliser au moins deux caméras stéréoscopiques (105) et (110), qui sont séparés avec une distance connue D (115), et qui sont placés parallèlement suivant l'axe (OX) (**Fig. 1**).

Ce système de l'invention qui est basé sur l'effet stéréoscopique latéral permet de calculer la distance et la vitesse des véhicules qui sont devant les deux caméras (105) et (110). Cette
25 invention et pour un Radar stéréoscopique Latéral de mesure de vitesse des véhicules dans laquelle nous allons citer les équations utilisées dans le calcul de la vitesse et aussi l'installation latérale du système sur route.

Etapes de traitement de notre radar d'estimation de vitesse à base de la stéréoscopie latérale.

30 L'acquisition des images se fait par deux caméras (105) et (110), la première étape (200) est de transformer les images Bayer en image en niveau de gris, vient par la suite l'étape (205)

qui consiste à faire une estimation de l'arrière-plan (Background) de la scène filmée par la caméra (105), ensuite on fait la soustraction de chaque frame avec l'image du Background dans l'étape (210).

Le filtrage médian (215) est appliqué sur l'image résultante de la soustraction afin de réduire le bruit et d'éliminer les valeurs aberrantes des pixels (points chauds dans l'image).

Le renforcement de l'objet mobile qui est face à la caméra se fait par les opérations morphologiques (225) est plus précisément une ouverture, c'est-à-dire une érosion des objets connexes de l'image binaire suivie d'une dilatation, cette application a pour objectif de renforcer les régions de l'objet mobile (véhicule) et d'éliminer tous les parasites qui peuvent être sélectionnés par erreur à la phase de détection du véhicule (230).

La phase de détection des véhicules permet d'extraire tous les objets connexes actifs qui correspondent aux objets recherchés (des véhicules mobiles sur route), les informations sur ces objets vont être utilisées pour en faire le suivi sur les images successives et ainsi estimer leurs vitesses de déplacement sur la route. Une fois le véhicule est détecté on lui associe une valeur métrique on effectuant le calcul qui est plus détaillé dans le chapitre suivant.

La même chose on le fait pour le même véhicule dans la prochaine frame afin d'estimer son déplacement métrique.

Une fois le calcul des déplacements métriques est fait, l'étape finale (245) consiste à calculer la vitesse des véhicules par la formule suivante :

$$v (Km/h) = (d2 - d1) \cdot (fps) \cdot (3,6)$$

(d2-d1) : est le déplacement métrique du véhicule.

fps : est le nombre d'image par seconde.

Dans le chapitre qui suit nous allons détailler plus la technique et les calculs de notre invention.

Technique de notre invention : Radar stéréoscopique Latéral.

Le calcul de l'estimation de vitesse stéréoscopique latéral est l'objectif de notre invention. Notre système est composé des éléments suivants (Fig. 1):

- Deux caméras Bayer de même référence HC-1400 Dalsa **(105)** et **(110)**.
- Une unité de traitement PC durci MXC-6000 **(125)**.
- Carte FPGA Micro-Enable VQ4 **(130)**.
- Barre stéréoscopique **(90)**.

5 Les deux caméras sont installées sur la barre stéréoscopique est elles sont fixées face à la route latéralement de façon à filmer le coté soit la droite ou la gauche des véhicules (Fig.1).

Le calcul des déplacements métriques pour chaque objet filmé par les deux caméras avec la technique de la stéréoscopie latéral s'effectue en utilisant les équations suivantes (se référer à chaque fois par la figure Fig.5).

10 L'angle α_1 est calculé avec :

$$\alpha_1 = \tan^{-1}\left(\frac{P_1 - \frac{Pix1}{2}}{\frac{Pix1}{2}} \times \tan(\theta_1)\right)$$

Où P_1 est la coordonnée du pixel commune à l'image de la caméra gauche et $Pix1/2$ est le nombre total de pixels dans l'image de la caméra de gauche, divisé par deux. On n'a pas besoin de savoir quel est le facteur de conversion ρ_1 parce que si nous assimilons les deux équations, ρ_1 sera annulé. Tout ce qui est nécessaire pour être connu est que les

15 coordonnées du pixel courant et le nombre total de pixels dans l'image.

Avec :

$$\tan(\theta_1) = \frac{\frac{Pix1}{2} \times \rho_1}{R}$$

Et :

$$\theta_1 = \frac{\text{Ouverture Horizontale de la cam 1}}{2}$$

20

De même, l'angle α_2 peut être calculé en utilisant l'équation suivante :

$$\alpha_2 = \tan^{-1}\left(\frac{\frac{Pix2}{2} - P_2}{\frac{Pix2}{2}} \times \tan(\theta_2)\right)$$

Où $P2$ est la coordonnée du pixel commune à l'image de la caméra droite et $Pix2/2$ est le nombre total de pixels dans l'image de la caméra droite divisée par deux.

Et à partir de la Fig.4 on obtient :

$$\tan(\theta2) = \frac{\frac{Pix2}{2} \times P2}{R}$$

5 Avec

$$\theta2 = \frac{\text{Ouverture Horizontale de la cam 2}}{2}$$

Ensuite on calcul $X1$ et $X2$ par les formules suivantes :

$$X1 = \frac{\tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha2\right) \times \Delta X}{\tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha1\right) + \tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha2\right)}$$

$$X2 = \frac{\tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha'2\right) \times \Delta X}{\tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha'1\right) + \tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha'2\right)}$$

Distance entre deux frames :

$$\text{dist} = |X2 - X1|$$

La vitesse du véhicule :

$$V = \frac{\text{distance}}{\text{temps}} = \frac{\text{dist}}{1/32} \left(\frac{m}{s}\right) = \frac{\text{dist} \times 3.6}{1/32} \left(\frac{km}{s}\right)$$

10

15

Revendications:

1. Système de détection et de calcul de vitesses d'objets mobiles à base de traitement vidéo **caractérisé en ce que** le système est constitué de deux caméras **(105)** et **(110)** ayant les mêmes caractéristiques et qui sont positionnées de manière latérale par rapport aux objets mobiles **(400)**, les dites caméras, séparées par une distance fixe **B (115)**, sont installées sur un support stéréoscopique **(90)** et les deux images prises par les deux caméras **(105)** et **(110)** sont synchronisées au même instant et sur lesquelles apparaissent l'objet à détecter. La vitesse de déplacement des objets mobiles est calculée à l'aide d'un algorithme implémenté au niveau d'une unité de traitement **(125)** reliée aux deux caméras.
2. Système selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** les caméras **(105)** et **(110)** sont numériques et identiques avec des axes optiques parallèles.
3. Système selon les revendications 1 et 2 **caractérisé en ce que** l'unité **(125)** de traitement des images contient un accélérateur d'acquisition **(130)** qui permet de récupérer les images en provenance des caméras **(105)** et **(110)**, identifier les éléments mobiles, et calculer la vitesse de déplacement des véhicules.
4. Système selon les revendications 1 à 3 **caractérisé en ce que** la première caméra **(105)** a pour objectif de détecter les objets mobiles **(400)** devant le système en appliquant une soustraction de l'arrière plan de la scène filmée suivit des opérations morphologiques afin des renforcer les régions des objets mobiles **(400)**.
5. Système selon les revendications 1 à 4 **caractérisé en ce que** la deuxième caméra **(110)** a pour objectif de calculer les positions métriques des objets mobiles **(400)** détectées par la première caméra **(105)** en appliquant la cross-corrélation entre la position de l'objet mobile sur l'image de la première caméra **(105)** avec sa position sur l'image de la deuxième caméra **(110)**.

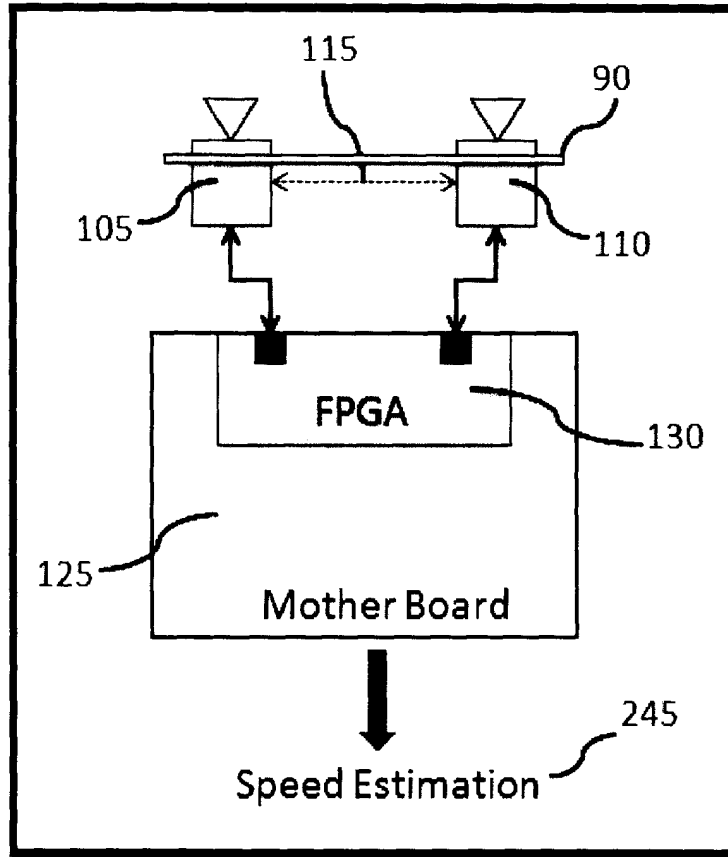


Fig 1

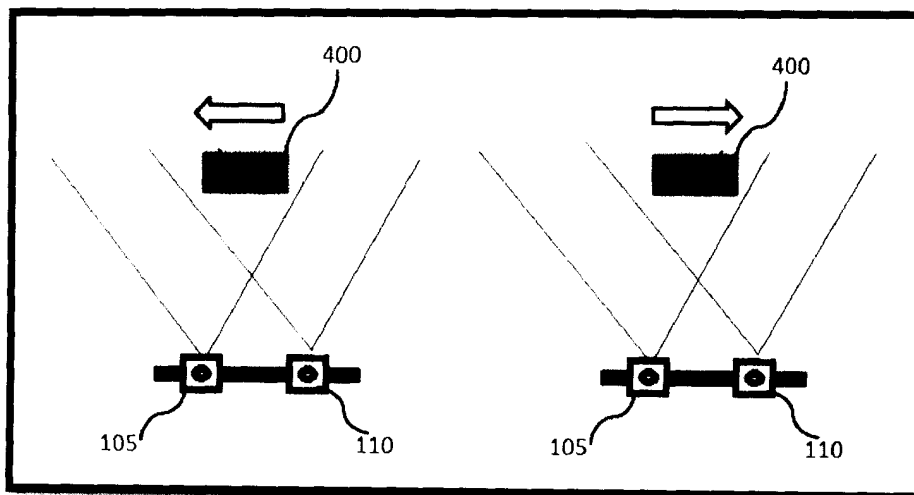


Fig 2

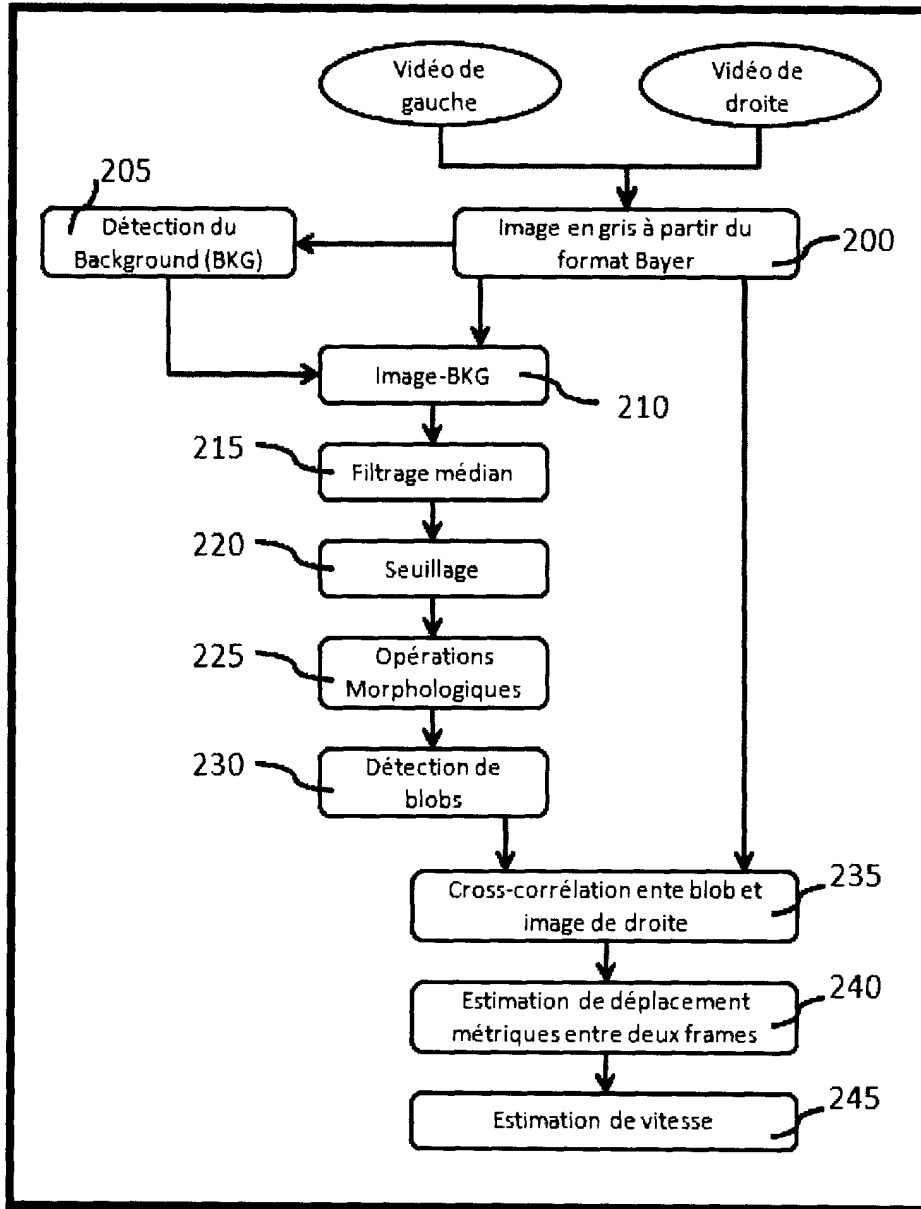


Fig 3

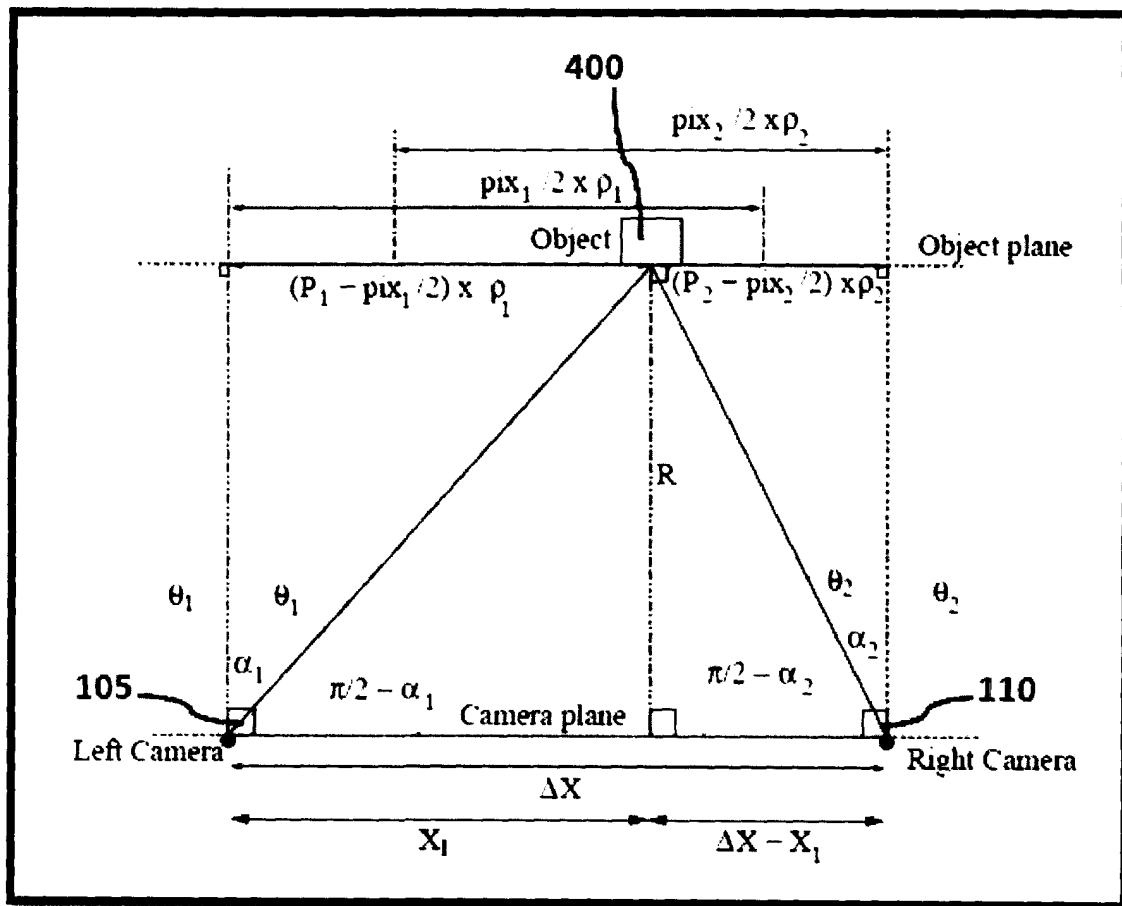


Fig 4

MA

38269A1

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



المملكة المغربية

المكتب المغربي
للملكية الصناعية والتجارية

**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 : 38269

Date de dépôt : 10/07/2015

Déposant : MASclr (MOROCCAN FOUNDATION FOR ADVANCED SCIENCE, INNOVATION & RESEARCH)

Intitulé de l'invention : SYSTEME D'ESTIMATION DE VITESSE DES VEHICULES PAR TRAITEMENT VIDEO
A BASE DE L'EFFET STEREOSCOPIQUE LATERAL

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

- Cadre 1 : Base du présent rapport
- Cadre 2 : Priorité
- Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés

Partie 2 : Rapport de recherche

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité

- Cadre 4 : Remarques de clarté
- Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle
- Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée
- Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention

Examineur: I. Oubiyi

Date d'établissement du rapport : 17/06/2016

Téléphone: 212 5 22 59 64 11/00

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
5 Pages
- Revendications
5
- Planches de dessin
3 Pages

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

CIB : G08G1/04; G08G1/14

CPC : G06K9/00208; G08G1/015

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	EP0747870 ; 11-12-1996; OMRON TATEISI ELECTRONICS CO [JP]	1-5
A	JP2010224712 ;07-10- 2010; MITSUBISHI ELECTRIC CORP	1-5
A	US5687249 ; 11-11-1997 ; NIPPON TELEPHONE AND TELEGRAPH [JP]	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

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité

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

Nouveauté (N)	Revendications aucune Revendications 1-5	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 : EP0747870

1. Nouveauté (N) et Activité inventive (AI) :

Le document D1 divulgue (les références entre parenthèses s'appliquant à ce document) un système de détection et de calcul de vitesse d'objets mobiles à base de traitement vidéo comprenant deux caméras séparées d'une distance fixe installées sur un support stéréoscopique et qui sont positionnées de manière latérale par rapport aux objets mobiles. La vitesse de déplacement des objets mobiles est calculée à l'aide d'un algorithme implémenté au niveau d'une unité de traitement reliée aux deux caméras (voir Figure 37 et 38).

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.

Les revendications dépendantes 2-5 ne semblent pas contenir des caractéristiques supplémentaires qui satisfassent aux exigences de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13 en matière de nouveauté en étant combinées aux caractéristiques de la revendication 1 auxquelles lesdites revendications dépendantes sont liées.

2. 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.