

## (12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :  
**MA 56824 B1**

(51) Cl. internationale :  
**G02B 17/06; G02B 27/00;  
G06T 7/00; H04N 5/225;  
H04N 5/332; G02B 17/061**

(43) Date de publication :  
**29.02.2024**

---

(21) N° Dépôt :  
**56824**

(22) Date de Dépôt :  
**20.05.2022**

(71) Demandeur(s) :  
**Université Mohammed V - Rabat, Avenue des Nations Unies, Agdal, bp 8007 NU,  
10000 RABAT (MA)**

(72) Inventeur(s) :  
**MASMOUDI Lhoussaine ; Abanay Abdelkrim ; Ezzaki ayoub**

(74) Mandataire :  
**KARTIT Zaid**

---

(54) Titre : **Système de vision omnidirectionnelle stéréo**

(57) Abrégé : Cette invention concerne un système dédié à la génération d'images omnidirectionnelles et la perception de la profondeur. Ainsi, ce système peut être utilisé comme une plateforme de développement des procédés de vision omnidirectionnelle et permet, grâce à un système électromécanique, un auto-étalonnage du capteur pour répondre au contrainte de point de vue unique, pour la génération de l'image panoramique omnidirectionnelle de 360°.

**Abregé :**

Cette invention concerne un système dédié à la génération d'images omnidirectionnelles et la perception de la profondeur. Ainsi, ce système peut être utilisé comme une plateforme de développement des procédés de vision omnidirectionnelle et permet, grâce à un système électromécanique, un auto-étalonnage du capteur pour répondre à la contrainte de point de vue unique, pour la génération de l'image panoramique omnidirectionnelle de 360°.

## Titre : Système de vision omni directionnelle stéréo

### Description

La présente invention concerne un système et un procédé dédié à la génération d'images omnidirectionnelles et la perception de la profondeur, en utilisant une combinaison de miroir sphérique et de caméra CCD classique.

L'utilisation des capteurs de vision devient un élément très important dans différents domaines. Les capteurs visuels classiques ont l'inconvénient d'un champ de vision limité (90° pour la plupart de caméras et 180° pour les caméras *Fish-eye*). De l'autre côté, les systèmes de vision omnidirectionnelle fournissent une description riche de l'environnement qui l'entoure, ce qui augmente la quantité d'informations visuelles fournies. Une caméra omnidirectionnelle est définie comme un capteur visuel qui a un champ de vision de 360 °, elle peut être modélisée en utilisant un mélange de miroir et de caméra où le miroir reflète la scène qui l'entoure. De plus, l'utilisation des capteurs omnidirectionnelles impose le besoin de respecter certain nombre de contraintes, la plus importante de ces contraintes c'est celle de point de vue unique. Pour cela, une procédure d'étalonnage automatique s'avère nécessaire.

Il est connu de l'état de la technique un dispositif ayant fait l'objet d'un brevet numéro **US50092622800B2**, qui propose une caméra omnidirectionnelle dédié aux tâches de surveillance au plafond des voitures de polices, cette configuration est limitée par sa position dans le fond du véhicule, diminuant son champ de vue vertical. D'autre part, le brevet d'invention numéro **US010070056B2** propose un système de caméra omnidirectionnelle basé sur une lentille fish-eye. Ce type de miroir présente un champ de vue de 180° et des distorsions difficiles à corriger, d'où la difficulté de l'utilisation de ce type d'images dans plusieurs sortes d'applications. D'autres dispositifs, comme ceux proposés dans les brevets numéros **US009544976B2** et **US010021301B2** utilisent multiples capteurs de vision pour générer l'image omnidirectionnelle, cette méthodologie représente un coût de fabrication et de traitement élevé, ainsi que sa difficulté d'implémentation pour les applications en temps réel.

La présente invention vise à plier les inconvénients cités ci-dessus. Pour cela, cette invention concerne un système de vision omnidirectionnelle stéréo à double axe qui utilise deux caméras CCD (3) deux miroirs sphériques (2) fixés sur un support permettant la fixation de miroirs de différents rayons, qui fournissent un champ de vue de 360°.

Fig. 1 : Vue isométrique du système de vision omnidirectionnelle stéréo.

Fig. 2 : Vue de gauche du système de vision omnidirectionnelle stéréo.

Fig. 3 : Vue isométrique 3D du système de vision omnidirectionnelle stéréo.

Fig. 4 : Différentes parties du capteur de vision omnidirectionnelles stéréo.

Fig. 5 : Processus d'auto-étalonnage du capteur de vision omnidirectionnelle stéréo en se basant sur les données des moteurs.

Fig. 6 : Champ de vision du capteur de vision omnidirectionnelle stéréo.

Le système selon l'invention comporte un support à double axe (6)(7), chaque axe est actionné par un moteur pas à pas (4)(5) de 12 volts et 5 ampères. Le moteur (4) permet de positionner les caméras CCD(3) pour permettre l'alignement de son axe optique avec le centre des miroirs sphériques (2), ainsi que le moteur (5) qui fait varier la ligne de base (la distance entre les deux miroirs) selon le besoin. Le système de vision génère une image de  $1340 \times 1340$  pixels, où chaque pixel de l'image mesure le rayonnement de la lumière passant par le point de vue unique dans une direction spécifique. Ce point de vue unique est atteint par le procédé décrit en figure 5, où les lois de commande des moteurs sont définies par l'erreur (différence entre la position de l'axe optique de la caméra et le centre de miroir sphérique) et reçus par la carte électronique de puissance (Fig. 4) (9). Cette carte (9) a été conçue pour contrôler l'énergie nécessaire aux moteurs pour un mouvement stable et fluide.

## Revendications

1. Un Système de vision omnidirectionnelle stéréo intégrant un processus d'auto-étalonnage du système du réglage électromécanique du Baseline comprenant :
  - Deux miroirs sphériques,
  - Deux caméras CCD pour capturer la scène réfléchi par lesdits miroirs sphériques
  - Un moteur pas à pas pour assurer le déplacement horizontal et vertical de lesdits caméras CCD et miroirs sphériques.
  - Supports horizontal contenant un support métallique à deux tiges à utiliser pour assurer un déplacement stable de lesdits caméra CCD et miroirs par le dit Moteur en se basant sur ledit processus d'auto-étalonnage.
  - Support vertical contenant un support métallique à deux tiges à utiliser pour assurer un déplacement stable de lesdits caméra CCD et miroirs par le dit moteur afin de changer la distance entre lesdits miroirs sphériques et caméras CCD.
  - Un boîtier en plexiglass contenant une carte de puissance, une carte de commande, ledit moteur et des connecteurs.
2. Le système selon la revendication 1 caractérisé en ce que ladite Carte électronique de puissance fournit de l'énergie nécessaire au dit moteur afin d'assurer le déplacement de ladite caméra CCD dans le plan horizontal et vertical.
3. Le système selon la revendication 1 caractérisé en ce que lesdits Support permet de fixer les dits miroirs à différents rayons.
4. Le système selon la revendication 1 caractérisé en ce que lesdits Connecteurs permettent d'envoyer et recevoir des commandes au système par le moyen de ladite carte de commande.

Dessins :

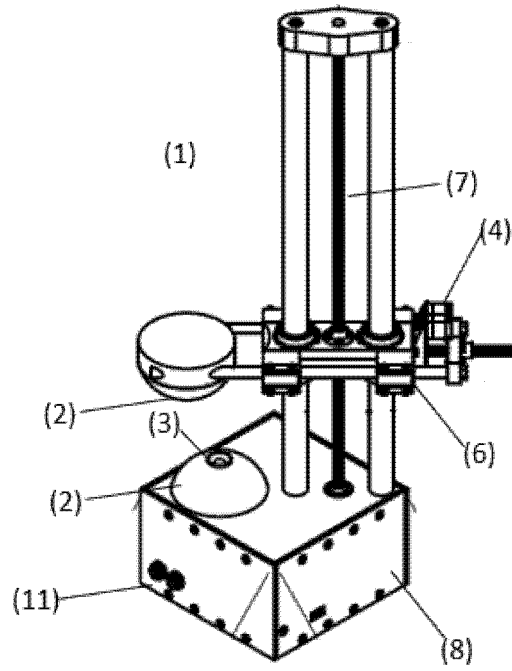


Fig. 1

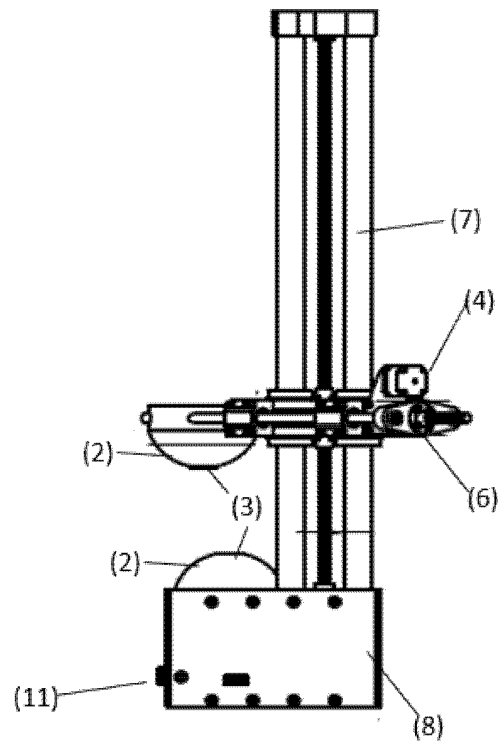


Fig. 2

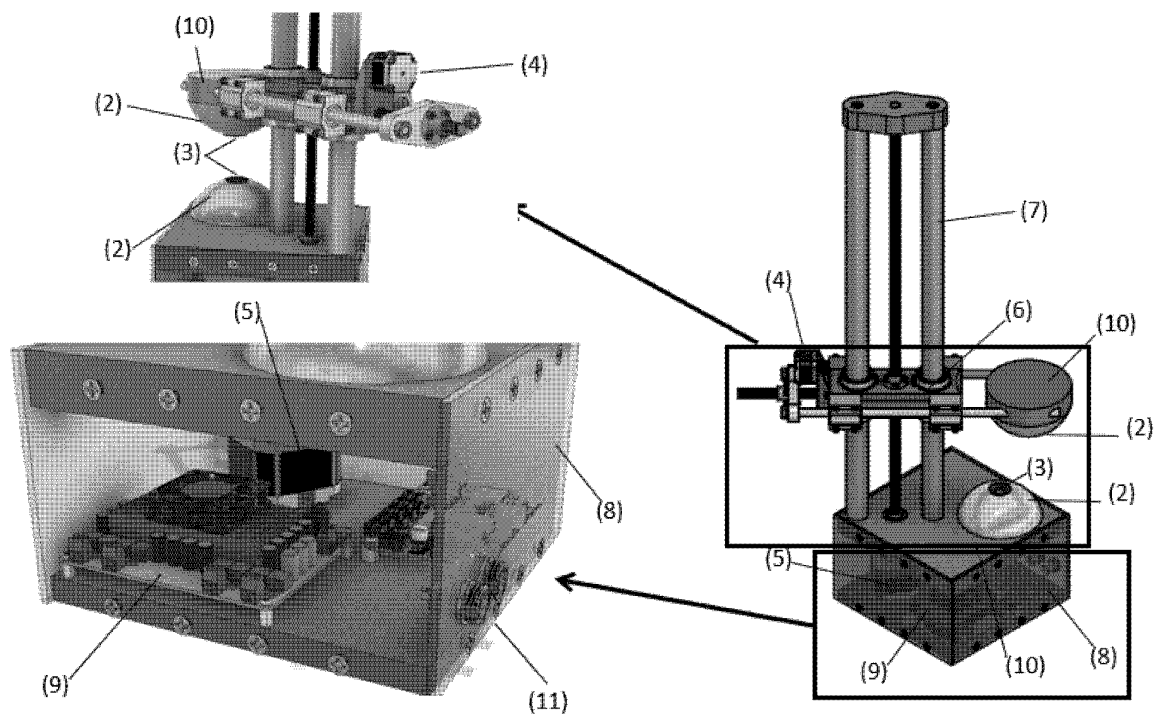


Fig. 4

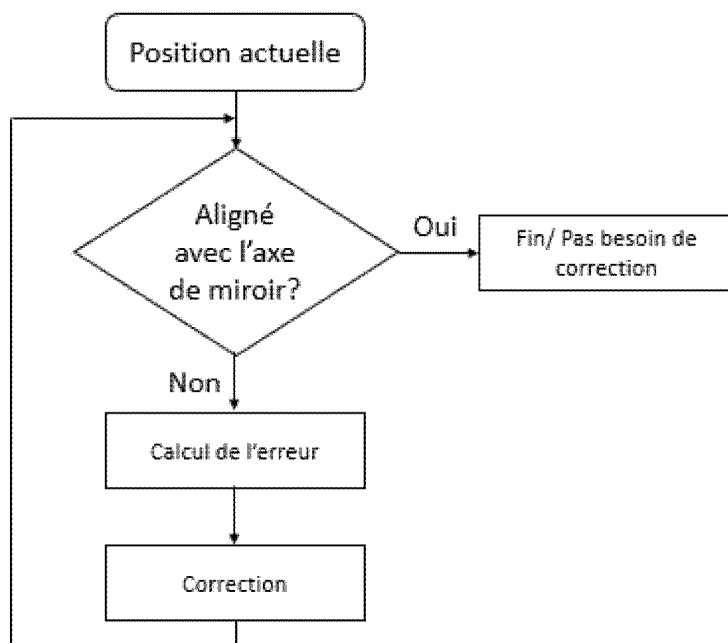


Fig. 5

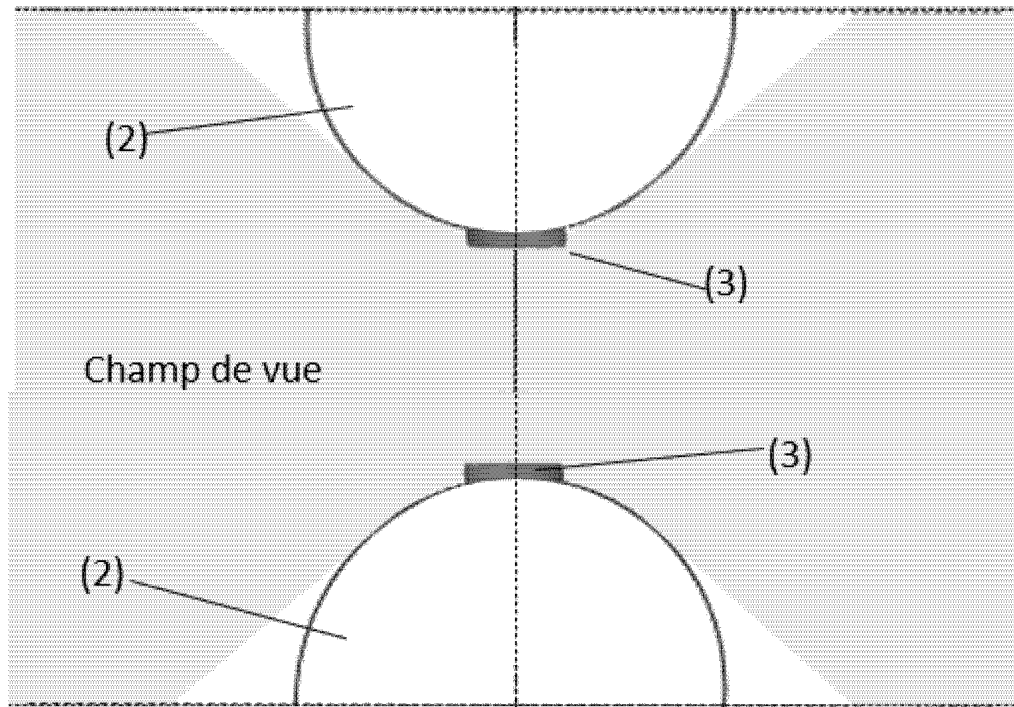
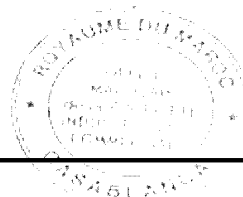


Fig. 6



**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)

<b>Renseignements relatifs à la demande</b>	
N° de la demande : 56824	Date de dépôt : 20/05/2022
Déposant : Université Mohammed V - Rabat	
Intitulé de l'invention : Système de vision omnidirectionnelle stéréo	
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 brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site <a href="http://worldwide.espacenet.com">http://worldwide.espacenet.com</a> , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
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 checked="" type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté	
<input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention	
<input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examineur: Sara AGUENDICH	Date d'établissement du rapport : 02/11/2022
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  
2 Pages
- Revendications  
4
- Planches de dessin  
3 Pages

**Partie 2 : Rapport de recherche**

Classement de l'objet de la demande :

CIB : G02B27/00 ; G02B17/06 ; G06T7/00 ; H04N13/02 ; H04N5/225 ;  
CPC : G02B17/061 ; G02B27/0012 ; G06T7/85 ; H04N13/243 ; H04N13/286 ; H04N13/296 ;  
H04N5/2252 ; H04N5/332 ;

Plateformes et bases de données électroniques de recherche :

EPOQUENET, WPI, ScienceDirect, IEEE, ORBIT

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
A	<b>US2017064290A1 ; DISNEY ENTPR INC [US]; ETH ZÜRICH (EIDGENÖSSISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE ZÜRICH) [CH]; 02-03-2017</b> Abrégé; Description ; Figures 1-12	1-4
A	<b>EP1838086A1 ; SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR] ; 26-09-2007</b> Abrégé; Description ; Figures 1-11	1-4

**\*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 4 : Remarques de forme et de clarté***- Remarques de clarté*

Il ressort clairement de la page 2 de la description et de la figure 5 que la caractéristique « calcul de l'erreur » est essentielle à la définition du système objet de l'invention. La revendication indépendante 1 ne comporte pas cette caractéristique et ne satisfait donc pas à l'exigence qui découle de l'article 35 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, et de l'article 10 du décret d'application de ladite loi, à savoir qu'une revendication indépendante doit contenir toutes les caractéristiques techniques essentielles à la définition de l'invention. En sus, les revendications dans leur ensemble ne divulguent pas les étapes du procédé d'auto-étalonnage tel que décrit dans la figure 5 ni comment ce dernier est intégré dans le système objet de l'invention.

**Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté	Revendications 1-4	Oui
	Revendications aucune	Non
Activité inventive	Revendications 1-4	Oui
	Revendications aucune	Non
Application Industrielle	Revendications 1-4	Oui
	Revendications aucune	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 : US2017064290A1

D2 : EP1838086A1

**1. Nouveauté**

Aucun des documents cités ci-dessus, considéré isolément, ne divulgue un système de vision omnidirectionnelle stéréo comprenant l'ensemble des caractéristiques techniques des revendications 1 à 4. D'où l'objet desdites revendications est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

**2. Activité inventive**

Le document D1 (les références entre parenthèses correspondent aux passages de D1), qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue un système de vision omnidirectionnelle stéréo (100) intégrant un processus d'auto-étalonnage (700) du système du réglage électromécanique du Baseline comprenant :

- Deux miroirs sphériques (102), (106) ;
- Deux caméras CCD (104), (108) pour capturer la scène réfléchi par lesdits miroirs

sphériques ;

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que ledit système de la présente demande comprend les éléments suivants :

- Un moteur pas à pas pour assurer le déplacement horizontal et vertical desdites caméras CCD et miroirs sphériques ;
- Support horizontal contenant un support métallique à deux tiges à utiliser pour assurer un déplacement stable desdites caméras CCD et miroirs par ledit moteur en se basant sur ledit processus d'auto-étalonnage ;
- Support vertical contenant un support métallique à deux tiges à utiliser pour assurer un déplacement stable desdites caméras CCD et miroirs par ledit moteur afin de changer la distance entre lesdites miroirs sphériques et caméras CCD ;
- Un boîtier en plexiglass contenant une carte de puissance, une carte de commande, ledit moteur et des connecteurs.

L'effet technique résultant desdites différences est celui de déplacer horizontalement et verticalement les caméras CCD.

Le problème objectif technique que la présente invention se propose de résoudre est considéré comme celui de fournir une solution électromécanique plus stable pour l'alignement de l'axe optique des deux caméras CCD avec le centre des miroirs sphériques.

La solution à ce problème proposée dans la revendication 1 n'est pas décrite dans l'art antérieur, pris seul ou en combinaison. Aucun enseignement n'a été trouvé dans les documents de l'état de la technique qui aurait incité l'homme du métier, d'arriver à la solution telle que décrite dans la revendication 1.

Par conséquent, l'objet de 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 à 4 dépendent à la revendication 1 dont l'objet est considéré inventif, comme indiqué auparavant, et satisfont donc aux exigences de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

### **3. Application industrielle**

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.