

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 47674 B1** (51) Cl. internationale : **G01N 21/85**
- (43) Date de publication : **31.10.2022**
-
- (21) N° Dépôt : **47674**
- (22) Date de Dépôt : **30.01.2018**
- (30) Données de Priorité : **01.03.2017 FR 1751683**
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT: **PCT/FR2018/050212 30.01.2018**
- (71) Demandeur(s) : **MAF Agrobotic, Impasse d'Athènes Zac Albasud II Bardonies 82000 Montauban (FR)**
- (72) Inventeur(s) : **BLANC, Philippe**
- (74) Mandataire : **ATLAS INTELLECTUAL PROPERTY**
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation: EP18705439.0**
-
- (54) Titre : **PROCÉDÉ ET DISPOSITIF D'ANALYSE OPTIQUE DE FRUITS OU LÉGUMES ET DISPOSITIF DE TRI AUTOMATIQUE**
- (57) Abrégé : L'invention concerne un procédé et un dispositif d'analyse optique de fruits ou légumes. Différentes sources (7a, 7b) lumineuses sont adaptées pour appliquer sélectivement sur chaque objet des rayonnements lumineux dans différents domaines de longueur d'onde, selon une séquence d'éclairage prédéterminée, et des images sont réalisées par au moins une caméra (4) couleur sensible aux infrarouges dont l'exposition est commandée en synchronisme avec ladite séquence d'éclairage de façon à réaliser une pluralité d'images dans différents domaines de longueur d'onde, dont au moins une image dans un domaine visible et au moins une image dans un domaine infrarouge.

Revendications

1. - Procédé d'analyse optique d'objets appartenant au groupe des fruits et légumes dans lequel des images représentatives des objets sont réalisées dans différents domaines de longueur d'onde de prise de vue, dans lequel :

- une pluralité de sources lumineuses formées de diodes électroluminescentes sont agencées pour pouvoir appliquer chacune un rayonnement lumineux sur au moins une portion de surface extérieure d'au moins un objet, dit objet (6) éclairé, les différentes sources lumineuses étant adaptées pour pouvoir appliquer sélectivement sur chaque objet éclairé des rayonnements lumineux dans différents domaines de longueur d'onde d'éclairage,

- le rayonnement lumineux issu d'au moins une source lumineuse est appliqué sur l'intégralité d'une face visible de la surface extérieure de chaque objet éclairé par cette source lumineuse,

- les sources lumineuses sont commandées selon une séquence d'éclairage prédéterminée de chaque objet éclairé, successivement selon lesdits différents domaines de longueur d'onde d'éclairage,

- des images sont réalisées par au moins une caméra (4, 4a, 4b) couleur sensible aux rayonnements lumineux dans le domaine visible et de longueur d'onde comprise entre 380 nm et 700 nm et aux rayonnements lumineux dans le domaine des infrarouges et de longueur d'onde comprise entre 700 nm et 1000 nm, dite caméra (4, 4a, 4b) multispectrale, orientée vers une portion de surface extérieure d'au moins un objet éclairé correspondant à toute la face visible de la surface extérieure de l'objet selon l'axe optique de la caméra multispectrale, et dont l'exposition est commandée en synchronisme avec ladite séquence d'éclairage de façon à réaliser avec cette même caméra multispectrale une pluralité d'images dans différents domaines de longueur d'onde de prise de vues de ladite portion de surface extérieure d'au moins un objet (6) éclairé, dont au moins une image dans un domaine visible et au moins une image dans un domaine infrarouge,

- chaque caméra (4, 4a, 4b) multispectrale est choisie dans le groupe des caméras comprenant un capteur CMOS avec une matrice de filtres de couleurs, exemptes de filtre coupant les infrarouges ; et des caméras comprenant trois capteurs CMOS, un capteur CMOS pour chaque couleur primaire, exemptes de filtre coupant les infrarouges.

2. - Procédé selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** ladite pluralité d'images de ladite portion de surface extérieure réalisée par une même caméra (4, 4a, 4b) multispectrale est enregistrée dans une mémoire (42a, 42b) tampon de cette caméra multispectrale.

3. - Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2 **caractérisé en ce que** chaque image dans un domaine infrarouge est réalisée avec un ajustement de la balance des

blancs en fonction de la sensibilité pour chaque couleur de la caméra (4, 4a, 4b) multispectrale dans ledit domaine infrarouge.

4. - Procédé selon l'une des revendications 1 à 3 **caractérisé en ce que** ladite séquence d'éclairage est formée d'une succession de durées d'éclairage, une partie desdites sources lumineuses étant activée durant chaque durée d'éclairage, cette partie desdites sources lumineuses étant choisie pour éclairer chaque objet dans l'un desdits domaines de longueur d'onde d'éclairage, **en ce que** chaque durée d'éclairage est comprise entre 0,1 ms et 5 ms, et **en ce que** l'exposition d'une caméra (4, 4a, 4b) multispectrale est déclenchée avec un retard par rapport à l'activation d'une durée d'éclairage, ce retard étant choisi pour que chaque source lumineuse de ladite partie desdites sources lumineuses de cette durée d'éclairage soit effectivement complètement allumée et active avant le déclenchement de la caméra multispectrale.

5. - Procédé selon la revendication 4 **caractérisé en ce que** pour la réalisation d'images en réflexion la zone éclairée de surface extérieure de l'objet par au moins une source lumineuse est l'intégralité d'une face visible de la surface extérieure de l'objet par le rayonnement lumineux de cette source lumineuse, et **en ce qu'**au moins une caméra multispectrale est agencée par rapport cette source lumineuse pour réaliser des images en réflexion de l'intégralité de cette face visible.

6. - Procédé selon l'une des revendications 1 à 5 **caractérisé en ce que** ladite pluralité d'images réalisée par une même caméra multispectrale comporte :

- une image réalisée en réflexion alors que l'objet est éclairé par de la lumière blanche,
- une image réalisée en réflexion alors que l'objet est éclairé dans un domaine infrarouge d'éclairage à une longueur d'onde comprise entre 720 et 780 nm,
- une image réalisée en réflexion alors que l'objet est éclairé dans un domaine infrarouge d'éclairage à une longueur d'onde comprise entre 800 nm et 850 nm,
- une image réalisée en réflexion alors que l'objet est éclairé dans un domaine infrarouge d'éclairage à une longueur d'onde comprise entre 900 nm et 1000 nm,
- une image réalisée en réflexion alors que l'objet est éclairé dans un domaine ultraviolet d'éclairage à une longueur d'onde comprise entre 250 nm et 380 nm.

7. - Procédé selon l'une des revendications 1 à 6 **caractérisé en ce que** chaque objet (6) éclairé est entraîné en rotation sur lui-même et en déplacement par un convoyeur au cours de ladite séquence d'éclairage.

8. - Dispositif d'analyse optique d'objets appartenant au groupe des fruits et légumes comprenant des moyens pour réaliser des images des objets dans différents domaines de longueur d'onde, comportant :

- un dispositif d'éclairage comprenant une pluralité de sources lumineuses formées de diodes électroluminescentes agencées pour pouvoir appliquer chacune un rayonnement lumineux sur au moins une portion de surface extérieure d'au moins un objet, dit objet éclairé, les différentes sources lumineuses étant adaptées pour pouvoir appliquer sélectivement sur chaque objet éclairé des rayonnements lumineux dans différents domaines de longueur d'onde d'éclairage,
- le dispositif d'éclairage étant adapté pour pouvoir appliquer un rayonnement lumineux issu d'au moins une source lumineuse sur l'intégralité d'une face visible de la surface extérieure de chaque objet éclairé par cette source lumineuse,
- un dispositif (10, 20, 43a, 43b) de commande adapté pour pouvoir commander ces sources lumineuses selon une séquence d'éclairage prédéterminée de chaque objet éclairé, successivement selon lesdits différents domaines de longueur d'onde d'éclairage,
- au moins une caméra couleur sensible aux rayonnements lumineux dans le domaine visible et de longueur d'onde comprise entre 380 nm et 700 nm et aux rayonnements lumineux dans le domaine des infrarouges et de longueur d'onde comprise entre 700 nm et 1000 nm, dite caméra (4, 4a, 4b) multispectrale, orientée vers une portion de surface extérieure d'au moins un objet éclairé correspondant à toute la face visible de la surface extérieure de l'objet selon l'axe optique de la caméra multispectrale,
- chaque caméra (4, 4a, 4b) multispectrale étant choisie dans le groupe des caméras comprenant un capteur CMOS avec une matrice de filtres de couleurs, exemptes de filtre coupant les infrarouges ; et des caméras comprenant trois capteurs CMOS, un capteur CMOS pour chaque couleur primaire, exemptes de filtre coupant les infrarouges,

et en ce que ledit dispositif (10, 20, 43a, 43b) de commande est adapté pour commander l'exposition de chaque caméra (4, 4a, 4b) multispectrale en synchronisme avec ladite séquence d'éclairage de façon à réaliser avec cette même caméra multispectrale une pluralité d'images dans différents domaines de longueur d'onde de prise de vues de ladite portion de surface extérieure d'au moins un objet éclairé, dont au moins une image dans un domaine visible et au moins une image dans un domaine infrarouge.

9. - Dispositif selon la revendication 8 **caractérisé en ce que** lesdites sources lumineuses sont montées dans une chambre (2) optique ayant une surface interne réfléchissante dont la forme est choisie en fonction de la position des sources lumineuses de façon à permettre un éclairage uniforme des objets se trouvant dans le champ optique desdites au moins une caméra multispectrale.

10. - Dispositif selon l'une des revendications 8 ou 9 **caractérisé en ce que** pour la réalisation de chaque image dans un domaine infrarouge, ledit dispositif (10, 20) de commande est adapté pour ajuster la balance des blancs en fonction de la sensibilité de chaque couleur de la caméra multispectrale dans ledit domaine infrarouge.

11. - Dispositif selon l'une des revendications 8 à 10 **caractérisé en ce que** chaque caméra (4, 4a, 4b) multispectrale est une caméra couleur comprenant un capteur CMOS et une matrice de filtres de couleurs, exempte de filtre coupant les infrarouges, et dotée d'une mémoire (42a, 42b) tampon de mémorisation des images.

12. - Dispositif selon l'une des revendications 8 à 11 **caractérisé en ce que** lesdites sources lumineuses comportent au moins une LED d'éclairage en lumière blanche visible, au moins une LED d'éclairage par un rayonnement lumineux ultraviolet, et au moins une LED d'éclairage en infrarouge.

13. - Dispositif de tri automatique d'objets appartenant au groupe des fruits et légumes selon des critères de tri prédéterminés comprenant :

- au moins une ligne (8) de convoyage apte à transporter les objets en regard de postes d'analyse des objets selon lesdits critères de tri, dont au moins un poste d'analyse optique,

- un automate (10) relié aux postes d'analyse pour en recevoir des signaux d'analyse,

- des postes de déchargement des objets dans une pluralité de zones de déchargement,

l'automate étant programmé pour commander le déchargement sélectif de chaque objet dans une zone de déchargement sélectionnée selon les signaux d'analyse reçus par cet automate pour cet objet,

caractérisé en ce qu'il comporte au moins un poste d'analyse optique formé d'un dispositif (3) d'analyse optique selon l'une des revendications 8 à 12.

14. - Dispositif selon la revendication 13 **caractérisé en ce que** chaque poste d'analyse optique comporte moins de quatre caméras (4a, 4b) multispectrales par ligne de convoyage.

15. - Dispositif selon l'une des revendications 13 ou 14 **caractérisé en ce qu'il** comporte un unique poste (3) d'analyse optique.