

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
12 janvier 2023 (12.01.2023)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2023/281197 A1

(51) Classification internationale des brevets :

A01K 45/00 (2006.01) G06V 10/44 (2022.01)
G06T 7/00 (2017.01) G06V 40/10 (2022.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2022/051328

(22) Date de dépôt international :

04 juillet 2022 (04.07.2022)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

FR2107408 08 juillet 2021 (08.07.2021) FR

(71) Déposant : EGG-CHICK AUTOMATED TECHNOLOGIES [FR/FR] ; Rue Alfred Nobel, Zone Industrielle du Vern, 29400 LANDIVISIAU (FR).

(72) Inventeurs : BOUKAMCHA, Hamdi ; c/o ECAT, Rue Alfred Nobel, Zone Industrielle du Vern, 29400 LANDIVISIAU (FR). CHAPELET, Thierry ; c/o ECAT, Rue Alfred Nobel, Zone Industrielle du Vern, 29400 LANDIVISIAU (FR).

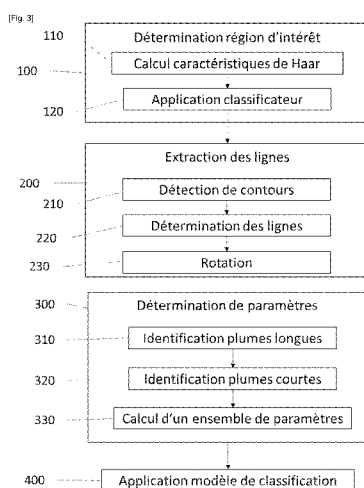
(74) Mandataire : PLASSERAUD IP ; 66 rue de la Chaussée d'Antin, 75440 PARIS CEDEX 09 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: IMPROVED METHOD FOR DETERMINING THE SEX OF A CHICK

(54) Titre : PROCÉDÉ DE DÉTERMINATION AMÉLIORÉE DU SEXE D'UN POUSSIN



100 Determining region of interest
110 Calculating Haar features
120 Applying classifier
200 Extracting lines
210 Detecting contours
220 Determining lines
230 Rotation
300 Determining parameters
310 Identifying long feathers
320 Identifying short feathers
330 Calculating a set of parameters
400 Applying classification model

(57) Abstract: The invention relates to a method for determining the sex of a chick, comprising: determining (100) a region of interest in the image in which the feathers of a wing are visible, and running, on said region of interest, a classification model (400) trained on a training data set comprising images of male chick wings and female chick wings, in order to determine whether the chick is male or female.

(57) Abrégé : Il est décrit un procédé de détermination du sexe d'un poussin comprenant : la détermination (100) d'une région d'intérêt de l'image sur laquelle les plumes d'une aile sont visibles, et la mise en oeuvre, sur ladite région d'intérêt, d'un modèle de classification (400) entraîné sur un ensemble de données d'apprentissage comprenant des images d'ailes de poussin mâle et d'ailes de poussin femelle, pour déterminer le sexe mâle ou femelle du poussin.

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

PROCEDE DE DETERMINATION AMELIOREE DU SEXE D'UN POUSSIN

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un procédé de détermination du sexe des poussins par l'observation de la disposition des plumes à l'extrémité des ailes, et un
5 dispositif pour la mise en œuvre de ce procédé.

Technique antérieure

[0002] Il est connu de déterminer le sexe des poussins en fonction de la disposition des plumes, situées à l'extrémité des ailes. En effet, comme on peut l'observer dans les figures 1a et 1b, les extrémités des ailes comprennent deux rangées de plumes qui sont
10 les rémiges primaires et les plumes de couverture primaires. Sur les figures, les extrémités des rémiges et des plumes de couverture, respectivement, ont été mises en évidence. Chez les poussins mâles, sur la figure 1a, ces deux rangées de plumes se terminent au même niveau, tandis que chez les poussins femelles, sur la figure 1b, l'extrémité des rémiges primaires se termine plus loin que l'extrémité des couvertures
15 primaires, et on peut donc observer une alternance de plumes relativement courtes et longues.

[0003] La détermination du sexe des poussins par les plumes a d'abord été réalisée manuellement par un opérateur, ce qui nécessite un temps important.

[0004] Des solutions ont également été proposées pour automatiser cette détermination.

20 [0005] Ainsi, on connaît du document EP 1 092 347 un procédé de détermination du sexe des poussins qui utilise un convoyeur permettant de séparer les poussins et de les amener au niveau d'une caméra. A ce point, le poussin est déséquilibré, par exemple par des vibrations du convoyeur, pour l'amener à déployer ses ailes de sa propre initiative, et une ou plusieurs images des ailes du poussin sont acquises.

25 [0006] Des méthodes de traitement d'images ont également été proposées pour déterminer automatiquement le sexe du poussin à partir de l'image acquise. Par exemple, dans le document US 6,396,938, une première méthode comprend l'extraction de paramètres de forme de chaque plume (longueur, position du milieu et position de la pointe), et le calcul d'un paramètre qui quantifie la variation de longueur de deux plumes
30 adjacentes.

[0007] Une autre méthode décrite dans ce document comprend la localisation des coordonnées des extrémités des plumes, et la détermination d'une fonction polynomiale reliant les extrémités des plumes. Le sexe du poussin est déterminé en fonction des paramètres de la fonction polynômiale.

[0008] Les poussins pour lesquels le résultat est incertain peuvent être étudiés manuellement ou faire l'objet d'une nouvelle détermination automatique.

[0009] Cependant, dans le document US 6,396,938, ces méthodes sont mises en œuvre sur une image d'aile de poussin préalablement annotée pour repérer au moins les
5 extrémités des plumes. Les méthodes décrites ne permettent donc pas de mettre en œuvre un traitement complètement automatique de détermination du sexe du poussin à partir de la capture de l'image.

Résumé

[0010] Compte-tenu de ce qui précède, l'invention a pour but de proposer une solution
10 améliorée et entièrement automatique de détermination du sexe d'un poussin à partir d'une image d'une aile du poussin.

[0011] En particulier, l'invention a pour but de proposer un traitement rapide et fiable d'une image pour déterminer le sexe du poussin.

[0012] Un autre but de l'invention est de proposer un traitement entièrement automatisé
15 pour déterminer le sexe du poussin.

[0013] A cet égard, l'invention a pour objet un procédé de détermination du sexe d'un poussin, le procédé étant mis en œuvre par ordinateur à partir d'une image d'un poussin, le procédé comprenant :

- la détermination d'une région d'intérêt de l'image sur laquelle les plumes d'une aile
20 sont visibles,
- la mise en œuvre, sur ladite région d'intérêt, d'un modèle de classification entraîné sur un ensemble de données d'apprentissage comprenant des images d'ailes de poussin mâle et d'ailes de poussin femelle, pour déterminer le sexe mâle ou femelle du poussin.

[0014] Dans des modes de réalisation, le procédé est mis en œuvre pour chacune d'une pluralité d'images acquises sur un même poussin, et comprend en outre une étape de détermination du sexe du poussin à partir des résultats obtenus par le modèle de classification pour l'ensemble des images.

[0015] Dans des modes de réalisation, la détermination d'une région d'intérêt de l'image
30 comprend :

- le balayage de l'image avec une fenêtre de taille déterminée pour définir une pluralité de régions de l'image,
- pour chaque région, le calcul d'une caractéristique de Haar de la région,

- l'application sur chaque caractéristique de Haar d'un classificateur entraîné pour déterminer si la région représente ou non des plumes, et
- la détermination d'une région d'intérêt de l'image comme une région représentant des plumes.

5 **[0016]** Dans des modes de réalisation, le procédé comprend en outre un traitement de la région d'intérêt pour déterminer un ensemble de lignes correspondant aux plumes du poussin sur l'image, la détermination d'un ensemble de paramètres à partir des lignes extraites, et le modèle de classification est appliqué audit ensemble de paramètres.

10 **[0017]** Dans des modes de réalisation, le traitement de la région d'intérêt pour déterminer un ensemble de lignes correspondant aux plumes sur l'image, comprend :

- la mise en œuvre d'un traitement de détection de contours sur la région d'intérêt, et
- l'application, aux contours issus du traitement, d'une transformée de Hough pour déterminer un ensemble de lignes correspondant aux plumes visibles sur la région d'intérêt.

15

[0018] Dans des modes de réalisation le traitement de détection de contours comprend :

- la mise en œuvre d'un filtre gaussien et d'un seuillage de la région d'intérêt pour obtenir une représentation binaire de la région d'intérêt,
- le calcul d'une carte de distances sur la représentation binaire de la région d'intérêt, pour déterminer une distance entre chaque point et un contour le plus proche dudit point, et la normalisation de ladite carte pour obtenir une représentation en niveaux de gris de la région d'intérêt, et
- la mise en œuvre d'une opération d'érosion sur la représentation en niveaux de gris obtenue.

20

25 **[0019]** Dans des modes de réalisation, le seuillage de la région d'intérêt comprend la détermination, pour chaque pixel courant de la région d'intérêt, d'une valeur de seuillage déterminée en fonction des valeurs d'intensité des pixels compris dans un voisinage local du pixel courant.

30 **[0020]** Dans des modes de réalisation, la détermination de l'ensemble des lignes représentant les plumes comprend en outre :

- une rotation de la région d'intérêt d'un angle déterminé à partir de l'angle, par rapport à l'horizontale, des lignes les plus longues, pour rendre lesdites lignes sensiblement horizontales, et

- la suppression des lignes qui, après rotation de la région d'intérêt, s'étendent selon une direction formant un angle supérieur à un seuil prédéterminé par rapport à l'axe des abscisses.

[0021] Dans des modes de réalisation, la détermination des paramètres à partir des
5 lignes extraites comprend :

- une identification d'un ensemble de lignes correspondant à des plumes longues, et
- une identification d'un ensemble de lignes correspondant à des plumes courtes.

[0022] Dans des modes de réalisation, le procédé comprend la mise en oeuvre d'une
rotation de la région d'intérêt de sorte que les lignes représentant les plumes s'étendent
10 sensiblement horizontalement, un classement de chaque ligne par ordre de longueur, et
l'identification de l'ensemble des lignes correspondant à des plumes longues comprend :

- l'initialisation de l'ensemble des lignes correspondant à des plumes longues, ledit ensemble comprenant la ligne la plus longue,
- la mise en oeuvre, pour chaque ligne incluse dans ledit ensemble, des étapes
15 suivantes :

- l'identification de l'ensemble des lignes voisines à la ligne considérée selon l'axe vertical,
- le calcul, pour chaque ligne voisine, d'une différence de longueur et d'une distance entre le centre de la ligne voisine et le centre de la ligne considérée,
20
- si la différence relative et la distance sont inférieures à des seuils respectifs, l'identification de la ligne voisine comme une ligne correspondant à une plume longue, et l'ajout à l'ensemble des lignes correspondant à des plumes longues.

[0023] Dans des modes de réalisation, l'identification d'un ensemble de lignes
25 correspondant à des plumes courtes comprend la mise en oeuvre, pour chaque ligne correspondant à une plume longue de l'ensemble, en commençant par la ligne située à la position verticale maximale de l'ensemble, des étapes suivantes :

- l'identification, parmi les lignes n'appartenant pas à l'ensemble des lignes
30 correspondant à des plumes longues, des lignes voisines à la ligne considérée,
- le calcul, pour chaque ligne voisine, d'une différence de longueur, d'une distance selon l'axe vertical entre la ligne considérée et la ligne voisine, et d'une distance

selon l'axe horizontal entre une extrémité distale, respectivement proximale de la ligne considérée et l'extrémité proximale, respectivement distale de la ligne voisine,

- si les différences et distances calculées sont inférieures à des seuils respectifs, l'identification de la ligne voisine comme une ligne correspondant à une plume courte.

5

[0024] Dans des modes de réalisation, les paramètres déterminés à partir des lignes comprennent au moins :

- un nombre de lignes correspondant à des plumes longues,
- un nombre de lignes correspondant à des plumes courtes,
- 10 - un angle moyen entre les lignes et l'horizontale, et
- un écart moyen, mesuré verticalement, entre deux lignes adjacentes.

[0025] Dans des modes de réalisation, les paramètres déterminés à partir des lignes comprennent en outre au moins l'un parmi le groupe consistant en :

- 15 - position horizontale et/ou verticale minimale, maximale et/ou moyenne des centres des lignes,
- distance minimale, moyenne et/ou maximale, horizontalement et/ou verticalement, entre le centre de deux lignes consécutives,
- longueur minimale, moyenne et/ou maximale des lignes correspondant à des plumes longues,
- 20 - longueur minimale, moyenne et/ou maximale des lignes correspondant à des plumes courtes,
- intensité moyenne des pixels d'une ligne correspondant à une plume courte,
- intensité moyenne des pixels d'une ligne correspondant à une plume longue,
- différence d'intensité moyenne des pixels entre les lignes correspondant à des plumes longues et les lignes correspondant à des plumes courtes,
- 25 - emplacement par rapport à l'axe horizontal de chaque ligne, un angle minimal, moyen et/ou maximal entre deux lignes,
- une distance minimale, moyenne et/ou maximale entre les extrémités proximales de deux lignes correspondant à une plume longue et une ligne correspondant à une plume courte située entre celles-ci,
- 30

- une distance minimale, moyenne et/ou maximale entre les extrémités distales de deux lignes correspondant à une plume longue et une ligne correspondant à une plume courte située entre celles-ci.

5 **[0026]** Dans des modes de réalisation, le modèle de classification entraîné pour déterminer le sexe d'un poussin est un arbre de décision.

10 **[0027]** Dans des modes de réalisation, le modèle de classification est entraîné sur une base de données d'images d'entraînement annotées, où chaque image d'entraînement est obtenue par application des étapes de détermination d'une région d'intérêt et de traitement de la région d'intérêt pour extraire un ensemble de lignes représentant les plumes, et l'annotation comprend une indication du sexe du poussin et un niveau de certitude associé, déterminés à partir d'un nombre de lignes correspondant à des plumes longues et d'un nombre de lignes correspondant à des plumes courtes.

15 **[0028]** Dans des modes de réalisation, le procédé est mis en œuvre sur un ensemble d'images d'un même poussin, et comprend la détermination du sexe du poussin à partir du résultat le plus fréquemment fourni par le modèle de classification.

[0029] Selon un autre objet, il est décrit un produit programme d'ordinateur, comprenant des instructions de code pour la mise en œuvre du procédé selon la description qui précède, lorsqu'il est exécuté par un calculateur.

20 **[0030]** L'invention porte également sur un dispositif de détermination du sexe d'un poussin comprenant au moins :

- une caméra adaptée pour acquérir au moins une image d'un poussin, et
- un calculateur configuré pour la mise en œuvre du procédé selon la description qui précède sur l'image acquise par la caméra.

25 **[0031]** Dans des modes de réalisation, la caméra est adaptée pour acquérir des images dans une plage de longueurs d'ondes comprise entre 340 et 500 nm, de préférence comprise entre 400 et 450 nm.

30 **[0032]** Dans des modes de réalisation, le dispositif comprend en outre un convoyeur adapté pour amener un poussin dans le champ de vision de la caméra, dans lequel le convoyeur est adapté pour déséquilibrer les poussins de sorte que le poussin ait les ailes déployées lorsqu'il se trouve devant la caméra.

[0033] Dans des modes de réalisation, la caméra est configurée pour acquérir une série d'au moins 20 images de chaque poussin.

- [0034]** Dans des modes de réalisation, le dispositif comprend un convoyeur, une première station de détection de poussins d'un premier sexe, mâle ou femelle, comprenant ladite caméra, et un actionneur adapté pour prélever ou éjecter du convoyeur les poussins détectés comme appartenant au premier sexe, dans lequel le calculateur est configuré
- 5 pour mettre en œuvre sur l'image acquise par la caméra un premier modèle de classification optimisé pour détecter le premier sexe, et le calculateur est en outre configuré pour mettre en œuvre un deuxième modèle de classification optimisé pour détecter le deuxième sexe, sur des images acquises sur des poussins n'ayant pas été déterminés du premier sexe.
- 10 **[0035]** Le procédé proposé permet, à partir d'une ou plusieurs images d'un poussin, de déterminer de façon automatique, rapide et fiable le sexe du poussin. Le procédé comprend notamment une détermination d'une région d'intérêt de l'image sur laquelle les plumes de l'aile du poussin sont visibles, puis un traitement de l'image permettant d'extraire automatiquement un ensemble de lignes correspondant aux plumes, et enfin
- 15 une classification du sexe du poussin en fonction de paramètres de ces lignes.

[0036] La détermination du sexe d'un poussin peut ainsi être réalisée en 400 ms, ce qui est bien plus rapide que les méthodes antérieures.

Brève description des dessins

- [0037]** D'autres caractéristiques, détails et avantages apparaîtront à la lecture de la
- 20 description détaillée ci-après, et à l'analyse des dessins annexés, sur lesquels :

Fig. 1a

[0038] [Fig. 1a] déjà décrite, représente un exemple d'aile de poussin mâle.

Fig. 1b

[0039] [Fig. 1b], déjà décrite également, représente un exemple d'aile de poussin femelle.

25 **Fig. 2a**

[0040] [Fig. 2a] représente schématiquement un exemple de dispositif de détermination du sexe d'un poussin selon un mode de réalisation.

Fig. 2b

- [0041]** [Fig. 2b] représente schématiquement un autre exemple de dispositif de
- 30 détermination du sexe d'un poussin selon un mode de réalisation.

Fig. 3

[0042] [Fig. 3] représente schématiquement les principales étapes d'un procédé de détermination du sexe d'un poussin selon un mode de réalisation.

Fig. 4a, Fig. 4b

- 5 **[0043]** [Fig. 4a], [Fig. 4b] représentent des exemples d'images utilisées pour l'entraînement d'un classificateur utilisé pour la détermination de la région d'intérêt de l'image.

Fig. 5

- 10 **[0044]** [Fig. 5] représente un exemple de caractéristique de Haar qui peut être calculée sur l'image pour la détermination de la région d'intérêt.

Fig. 6a

[0045] [Fig. 6a] représente une étape d'un exemple de traitement mis en œuvre sur une région d'intérêt d'une image pour extraire un ensemble de lignes correspondant aux plumes.

- 15 **Fig. 6b**

[0046] [Fig. 6b] représente une étape d'un exemple de traitement mis en œuvre sur une région d'intérêt d'une image pour extraire un ensemble de lignes correspondant aux plumes.

Fig. 6c

- 20 **[0047]** [Fig. 6c] représente une étape d'un exemple de traitement mis en œuvre sur une région d'intérêt d'une image pour extraire un ensemble de lignes correspondant aux plumes.

Fig. 6d

- 25 **[0048]** [Fig. 6d] représente une étape d'un exemple de traitement mis en œuvre sur une région d'intérêt d'une image pour extraire un ensemble de lignes correspondant aux plumes.

Fig. 6e

- 30 **[0049]** [Fig. 6e] représente une étape d'un exemple de traitement mis en œuvre sur une région d'intérêt d'une image pour extraire un ensemble de lignes correspondant aux plumes.

Fig. 6f

[0050] [Fig. 6f] représente une étape d'un exemple de traitement mis en œuvre sur une région d'intérêt d'une image pour extraire un ensemble de lignes correspondant aux plumes.

5 Fig. 7

[0051] [Fig. 7] représente un ensemble de lignes correspondant à des plumes longues et des plumes courtes de poussins.

Description des modes de réalisation

[0052] En référence à la figure 3, on va maintenant décrire un procédé de détermination
10 du sexe d'un poussin. Ce procédé est mis en œuvre par un ordinateur 10 qui comprend un ou plusieurs calculateur(s) 11 de type par exemple processeur, microprocesseur, contrôleur, microcontrôleur, FPGA, etc., et un mémoire 12 stockant des instructions de code exécutée par le calculateur. Comme on va le voir plus en détails ci-après, la mémoire 12 peut également stocker des modèles de classification pré-entraînés qui sont
15 utilisés lors du traitement.

[0053] Le procédé de détermination du sexe d'un poussin est mis en œuvre par le traitement d'une ou plusieurs images représentant une aile du poussin reçue par l'ordinateur 10.

[0054] Dans un mode de réalisation représenté schématiquement en figure 2a, un
20 dispositif 1 de détermination du sexe d'un poussin comprend une caméra 20 adaptée pour acquérir des images de poussins et un calculateur à qui la caméra 20 transmet les images acquises.

[0055] La caméra 20 peut être adaptée pour acquérir des images dans des longueurs d'ondes comprises entre 340 et 500 nm, par exemple, qui est une plage de longueurs
25 d'ondes pour laquelle le meilleur contraste est obtenu pour visualiser les plumes des ailes. La caméra peut être adaptée pour acquérir des images dans une plage de longueurs d'ondes comprises entre 400 et 450 nm. La caméra peut être monochromatique et centrée sur une longueur d'onde de cette plage, par exemple 405 nm.

[0056] Dans des modes de réalisation, le dispositif 1 comprend un convoyeur 30 adapté
30 pour amener des poussins individuellement et successivement dans le champ de vision de la caméra 20. Le convoyeur 30 peut être adapté pour déséquilibrer le poussin de sorte que le poussin ait les ailes déployées au moment où il passe devant la caméra. A titre d'exemple non limitatif, le convoyeur 30 peut comprendre une portion située en amont de la caméra 20, cette portion pouvant vibrer de manière à déséquilibrer les poussins.

[0057] De plus, la caméra peut prendre une série d'images de chaque poussin, par exemple au moins 20 images acquises consécutivement, par exemple 40 images de chaque poussin, que la caméra 20 transmet à l'ordinateur 10 pour la mise en œuvre du procédé de détermination du sexe du poussin. L'ensemble des images prises par la
5 caméra présente les mêmes dimensions et la même résolution.

[0058] Dans un mode de réalisation représenté sur la figure 2a, le dispositif 1 peut comprendre une unique station permettant de trier les poussins, qui comprend une caméra 20 prenant les images des poussins et l'ordinateur 10 détermine directement si le poussin correspond à un mâle ou une femelle, par application du traitement décrit ci-
10 après qui comprend notamment la mise en œuvre d'un algorithme de classification entraîné pour déterminer si le poussin est un mâle ou une femelle.

[0059] En variante, comme par exemple le cas représenté sur la figure 2b, le dispositif 1 peut comprendre une première station comprenant une caméra 20 prenant les images des poussins (avec les ailes déployées comme décrit ci-avant), et transmettant ces
15 images à un ordinateur 10 permettant de déterminer uniquement si le poussin correspond à un premier sexe, mâle ou femelle. Le cas échéant, l'ordinateur 10 implémente un modèle de classification optimisé pour détecter le premier sexe. Dans l'exemple représenté sur la figure 2b, la première station permet de déterminer uniquement les poussins femelles.

[0060] La première station comprend en outre un adaptateur adapté pour prélever, ou éjecter, du convoyeur les poussins identifiés comme correspondant au premier sexe.

[0061] Pour les poussins restants, dans un mode de réalisation, l'ordinateur 10 peut appliquer sur les images correspondantes un deuxième modèle de classification optimisé pour détecter le deuxième sexe. En variante, le dispositif comprend une deuxième station
25 comprenant également une caméra pour reprendre des images des poussins restants. L'ordinateur 10 (qui peut être distinct ou identique de celui de la première station) met en œuvre le traitement décrit ci-après sur les images obtenues et applique un modèle optimisé pour détecter le deuxième sexe. Le dispositif 1 peut comprendre un deuxième actionneur adapté pour prélever ou éjecteur du convoyeur les poussins identifiés comme
30 correspondant au deuxième sexe.

[0062] Les poussins restants peuvent être recueillis pour être remis au point de départ du convoyeur ou pour être analysés par un opérateur.

[0063] Selon encore une autre variante, le convoyeur comprend deux stations de prise d'image avec chacune au moins une caméra, permettant de doubler les chances de
35 bonne présentation du poussin avec les ailes ouvertes, et un modèle de classification

entre les sexes mâle et femelle, ou deux modèles de classification optimisés respectivement pour détecter chaque sexe, reçoivent en entrée les images issues des deux caméras.

5 **[0064]** De retour à la figure 3, le procédé comprend une étape 100 de détermination, à partir d'une image du poussin, d'une région d'intérêt de l'image sur laquelle les plumes d'une aile sont visibles. Cette étape permet d'une part d'écarter les images sur laquelle les plumes des ailes ne sont pas visibles, et d'autre part de permettre de mettre en œuvre la suite des traitements sur une région qui peut être de taille inférieure à l'image d'origine, ce qui permet donc de diminuer le temps de calcul.

10 **[0065]** A partir de la région d'intérêt de l'image ainsi obtenue, le procédé comprend en outre, et comme décrit plus en détails ci-après, la mise en œuvre d'un modèle de classification 400 entraîné sur une base de données d'apprentissage comprenant des images d'ailes de poussin mâle et d'ailes de poussin femelle, pour déterminer le sexe mâle ou femelle du poussin. Comme indiqué ci-avant, le procédé peut comprendre la
15 mise en œuvre successive d'un premier modèle optimisé pour déterminer qu'un poussin appartient à un premier sexe, mâle ou femelle, et d'un deuxième modèle optimisé pour déterminer qu'un poussin appartient à l'autre sexe, femelle ou mâle.

20 **[0066]** Dans des modes de réalisation, la détermination 100 de la zone d'intérêt peut être mise en œuvre par application d'un modèle entraîné, par exemple par un modèle de type apprentissage profond (deep learning).

[0067] Dans un mode de réalisation particulier, la détermination de la région d'intérêt de l'image comprend le balayage de l'image avec une fenêtre de taille déterminée, pour définir une pluralité de régions de l'image.

25 **[0068]** Pour chaque région obtenue, des caractéristiques de Haar sont calculées 110, permettant d'obtenir un vecteur associé à chaque région. En référence à la figure 5, une caractéristique de Haar est obtenue à partir d'un motif M de pixels de taille inférieure à la taille de la région R. Le motif de pixels comprend deux sous-ensembles de pixels correspondant à des emplacements déterminés au sein du motif. La caractéristique de Haar est calculée en soustrayant les intensités cumulées des pixels du premier sous-
30 ensemble aux intensités cumulées des pixels du deuxième sous-ensemble. Ainsi, une caractéristique de Haar est obtenue pour chaque position possible du motif de pixels parmi la région, et le vecteur obtenu rassemble l'ensemble des caractéristiques de Haar calculées sur l'ensemble de la région considérée.

35 **[0069]** Le vecteur obtenu est ensuite fourni à un classificateur entraîné 120 pour déterminer si la région de laquelle le vecteur a été obtenu est une région représentant des

plumes ou non. En référence aux figures 4a et 4b, le classificateur est avantageusement entraîné par un algorithme de type Adaboost, sur une base de données d'images incluant des images représentant des plumes (figure 4a) et d'autres images (figure 4b) ne représentant pas de plumes, sur lesquelles ont été calculés des vecteurs de caractéristiques de Haar selon le paragraphe précédent. Le classificateur entraîné ainsi
5 peut par exemple être un arbre de décision.

[0070] La région d'intérêt de l'image est la région détectée comme représentant des plumes par le classificateur.

[0071] Plusieurs régions d'intérêt peuvent être détectées dans la même image. Dans des
10 modes de réalisation, les étapes suivantes du procédé peuvent être mises en œuvre pour l'ensemble des régions d'intérêt détectées pour une image. En variante, les étapes suivantes du procédé sont mises en œuvre pour une première région d'intérêt, et seulement dans le cas où une détermination du sexe du poussin n'est pas possible à partir de cette première région d'intérêt, le procédé est réitéré sur une deuxième région
15 d'intérêt, et ainsi de suite jusqu'à obtenir une détermination du sexe du poussin à partir de l'image.

[0072] Dans des modes de réalisation, une fois la ou les régions d'intérêt identifiées pour une image, le procédé peut comprendre l'application directe 400 d'un modèle de classification entraîné sur ladite région d'intérêt, du type par exemple réseau de neurones.

[0073] En variante, et comme représenté sur la figure 3, le procédé comprend, avant la
20 mise en œuvre du modèle de classification, une étape 200 de traitement de la région d'intérêt pour déterminer des lignes correspondant aux plumes du poussin, et une étape 300 de détermination d'un ensemble de paramètres pertinents fournis en entrée du modèle.

[0074] En référence aux figures 6a à 6f, on va décrire un mode de mise en œuvre d'un
25 traitement 200 de la (ou chaque) région d'intérêt pour extraire des lignes correspondant aux plumes du poussin sur l'image.

[0075] Ce traitement comprend la mise en œuvre d'une détection de contours 210 sur la
30 région d'intérêts, et la détermination d'un ensemble de lignes 220, correspondant aux plumes, à partir des contours détectés.

[0076] Sur la figure 6a on a représenté un exemple de région d'intérêt d'une image obtenue à l'issue de l'étape 100 décrite ci-avant. Dans des modes de réalisation, le traitement de détection de contours comprend la mise en œuvre d'un filtre gaussien et d'un seuillage de la région d'intérêt pour obtenir une représentation binaire de ladite

région, comme représenté sur la figure 6b, c'est-à-dire une région dans laquelle l'ensemble des pixels sont soit noirs, soit blancs.

[0077] Le seuillage est avantageusement adaptatif de façon à compenser d'éventuelles variations des conditions d'éclairage de l'image. Le seuil local peut être déterminé, pour
5 chaque pixel courant de la région d'intérêt, à partir des valeurs d'intensité des pixels compris dans un voisinage local du pixel courant, par exemple une fenêtre carrée centrée sur le pixel courant. Le seuil peut par exemple être la moyenne des intensités des pixels de la fenêtre.

[0078] Le traitement de détection de contours peut ensuite comprendre une étape de
10 calcul d'une carte de distances sur la représentation binaire obtenue, pour déterminer une distance entre chaque point de la région binaire et un contour le plus proche du point. La métrique utilisée pour calculer les distances peut par exemple être la distance de Techbychev ou distance échiquier. La carte de distances obtenue est ensuite normalisée pour obtenir une représentation en niveaux de gris de la région d'intérêt, comme
15 l'exemple représenté sur la figure 6c.

[0079] Le traitement comprend ensuite une opération d'érosion de la région d'intérêt obtenue, permettant de réduire le bruit dans l'image et en particulier entre les plumes.

[0080] La détermination 220 des lignes correspondant aux plumes peut ensuite être réalisée sur la région d'intérêt obtenue par application d'une transformée de Hough. Sur
20 l'exemple représenté des figures 6a à 6f, les lignes obtenues sont visibles sur la figure 6d. On comprend d'après la description qui précède que les lignes sont des ensembles de pixels arrangés sensiblement selon une forme de ligne, mais les lignes ne sont pas nécessairement parfaitement rectilignes ni de largeur constante.

[0081] Une fois les lignes obtenues, le procédé peut également comprendre une rotation
25 230 de la région d'intérêt pour que les lignes soient sensiblement horizontales. A cet égard, l'angle de rotation peut être déterminé en identifiant les plumes les plus longues de la région d'intérêt, par exemple les deux ou trois plumes les plus longues, et en calculant l'angle de chaque ligne par rapport à l'axe des abscisses X, et en calculant l'angle moyen sur les plumes considérées.

[0082] Dans des modes de réalisation, une fois la rotation réalisée, on peut recalculer
30 l'angle de chaque ligne correspondant à une plume par rapport à l'axe X, et supprimer les lignes formant un angle, par rapport à cet axe, supérieur à seuil déterminé, car ces lignes correspondent alors à du bruit et non à de véritables plumes. Le seuil angulaire peut être compris entre 20 et 30°, par exemple égal à 25°. Un exemple de résultat est représenté
35 sur la figure 6e.

[0083] De retour à la figure 3, la détermination des paramètres 300 à partir des lignes représentant les plumes comprend tout d'abord l'identification 310 des lignes correspondant à des plumes longues, et l'identification des lignes 320 correspondant à des plumes courtes. Sur la figure 6f, on a représenté les lignes LL correspondant aux plumes longues, et les lignes LC correspondant aux plumes courtes.

[0084] L'identification des lignes correspondant à des plumes longues 310 est mise en œuvre en initialisant un ensemble des lignes correspondant à des plumes longues, ledit ensemble comprenant la ligne la plus longue de toutes celles qui apparaissent sur la région obtenue à l'étape 200.

10 **[0085]** L'ensemble est ensuite complété d'autres lignes qui peuvent être déterminées comme suit :

- pour chaque ligne incluse dans l'ensemble des lignes correspondant à des plumes longues, l'identification de l'ensemble des lignes voisines à la ligne considérée, selon l'axe vertical ou axe des ordonnées Y. A cet égard, on a représenté un exemple sur la figure 7 dans lequel l'axe Y est représenté et les lignes sont indexées du haut vers le bas, les index étant représentés à droite de chaque ligne. Le numéro à gauche de chaque ligne représente le classement des lignes par ordre de longueur. Donc dans l'exemple de la figure 7, la ligne la plus longue est celle d'index 2 et ses voisines selon l'axe des ordonnées Y sont les lignes indexées 1, 3 et 4.

- Puis pour chaque ligne voisine, un ensemble de paramètres est calculé comprenant :

o Une différence de longueur entre la ligne considérée de l'ensemble et la ligne voisine,

o Une distance entre le centre de la ligne considérée et le centre de la ligne voisine, selon l'axe des abscisses X et l'axe des ordonnées Y.

- Ces paramètres sont comparés à des seuils prédéterminés. Le seuil en distance est de préférence inférieur à 25%, par exemple compris entre 10 et 25%, par exemple égal à 15%. Le seuil en distance entre le centre de chaque ligne selon l'axe Y est de préférence inférieur à 50% de la longueur de la ligne considérée (la ligne correspondant à une plume longue), par exemple égal à 30% de la longueur de cette ligne. Le seuil en distance entre le centre de chaque ligne selon l'axe X est de préférence inférieur à 50% de la longueur de la ligne considérée, de préférence inférieur à 30%, par exemple égal à 25%. Si ces trois paramètres sont

inférieurs à leurs seuils respectifs, alors la ligne voisine est identifiée comme correspondant à une plume longue et ajoutée à l'ensemble.

[0086] Le procédé est réitéré jusqu'à ce que plus aucune ligne voisine ne soit ajoutée à l'ensemble des lignes correspondant à des plumes longues.

5 **[0087]** Dans un mode de réalisation, les autres lignes sont automatiquement considérées comme des lignes correspondant à des plumes courtes. Cependant, pour plus de précision, le procédé comprend une identification 320 des lignes correspondant à des plumes courtes. Cette identification est mise en œuvre, pour chaque ligne correspondant à une plume longue de l'ensemble formé précédemment, en suivant les index de position
10 selon l'axe des ordonnées Y, c'est-à-dire en commençant par la ligne située à la position verticale maximale de l'ensemble, et comprend :

- l'identification, parmi les lignes n'appartenant pas à l'ensemble des lignes correspondant à des plumes longues, des lignes voisines à la ligne considérée. Dans l'exemple de la figure 7, on n'identifierait aucune voisine pour la ligne d'index
15 1, mais on identifierait la ligne voisine d'index 3 pour la ligne d'index 2.
- Pour chaque ligne voisine de la ligne considérée, on calcule ensuite une différence de longueur entre la ligne considérée et la ligne voisine, une distance selon l'axe vertical entre les deux lignes, et une distance selon l'axe horizontale entre une extrémité proximale ou distale de la ligne considérée et une extrémité distale,
20 respectivement proximale, de la ligne voisine, selon la position relative sur l'axe X des lignes les plus longues par rapport aux lignes les plus courtes.

[0088] On désigne par « extrémité distale » l'extrémité la plus éloignée de l'origine du repère selon l'axe des X, et par « extrémité proximale », l'extrémité la plus proche. Si, comme dans l'exemple de la figure 7, les lignes les plus courtes de la région obtenue
25 après le traitement 200 se situent au voisinage des extrémités distales des lignes les plus longues, alors on calcule une distance entre l'extrémité distale de la ligne considérée et l'extrémité proximale de la ligne voisine. Si à l'inverse les lignes les plus courtes sont voisines des extrémités proximales des lignes les plus longues, on calcule une distance entre l'extrémité proximale de la ligne considérée et l'extrémité distale de la ligne voisine.

- 30 - Ces paramètres sont comparés à des seuils déterminés. Le seuil pour la différence de longueur est de préférence compris entre 50 et 80 % de la longueur de la ligne considérée, par exemple égal à 60%. Le seuil en distance selon l'axe des ordonnées Y est de préférence inférieur à 50% de la longueur de la ligne considérée, par exemple égal à 30%. Le seuil en distance selon l'axe des X entre
35 l'extrémité proximale, respectivement distale de la ligne considérée et l'extrémité

distale, respectivement proximale, de la ligne voisine, est inférieur à 50% de la longueur de la ligne considérée, par exemple égal à 50%. Si ces trois paramètres sont inférieurs à leurs seuils respectifs, alors la ligne voisine est identifiée comme correspondant à une plume courte.

- 5 **[0089]** Une fois que les lignes correspondant à des plumes longues et les lignes correspondant à des plumes courtes sont identifiées, le procédé peut comprendre un calcul 330 d'un ensemble de paramètres à partir de la région d'intérêt issue du traitement 200, ces paramètres étant ensuite fournis à un modèle de classification entraîné pour déterminer le sexe mâle ou femelle du poussin.
- 10 **[0090]** Dans des modes de réalisation, ces paramètres comprennent au moins le nombre de lignes correspondant à des plumes longues et le nombre de lignes correspondant à des plumes courtes.
- [0091]** De plus, les paramètres peuvent comprendre en outre un angle moyen entre les lignes et l'horizontale, et un écart ou une distance moyenne, mesurée verticalement (axe
- 15 Y) entre deux lignes adjacentes.
- [0092]** Dans des modes de réalisation, les paramètres utilisés pour le modèle peuvent comprendre en outre un ou plusieurs ou toute combinaison parmi l'ensemble des paramètres suivants :
- 20 - position horizontale et/ou verticale minimale, maximale et/ou moyenne des centres des lignes,
- distance minimale, moyenne et/ou maximale, horizontalement et/ou verticalement, entre le centre de deux lignes consécutives,
- longueur minimale, moyenne et/ou maximale des lignes correspondant à des plumes longues,
- 25 - longueur minimale, moyenne et/ou maximale des lignes correspondant à des plumes courtes,
- intensité moyenne des pixels d'une ligne correspondant à une plume courte,
- intensité moyenne des pixels d'une ligne correspondant à une plume longue,
- différence d'intensité moyenne des pixels entre les lignes correspondant à des
- 30 plumes longues et les lignes correspondant à des plumes courtes,
- emplacement par rapport à l'axe horizontal de chaque ligne,
- un angle minimal, moyen et/ou maximal entre deux lignes,

- une distance minimale, moyenne et/ou maximale entre les extrémités proximales de deux lignes correspondant à une plume longue et une ligne correspondant à une plume courte située entre celles-ci,
- une distance minimale, moyenne et/ou maximale entre les extrémités distales de deux lignes correspondant à une plume longue et une ligne correspondant à une plume courte située entre celles-ci.

[0093] Les paramètres calculés à l'issue de l'étape 300 sont fournis à un modèle entraîné pour déterminer le sexe du poussin, le modèle étant entraîné de manière à avoir deux classes de sorties mâle/femelle ou alternativement, deux classes comprenant un premier sexe et une classe indéterminée.

[0094] Le modèle utilisé est par exemple, mais non limitativement un arbre de décision.

[0095] Comme indiqué ci-avant, le modèle est entraîné sur une base de données d'images d'ailes de poussin annotées. De préférence, les images annotées sont des images ayant subi le traitement d'extraction des lignes de l'étape 200, et pour lesquelles les étapes de détermination des lignes correspondant à des plumes longues et des lignes correspondant à des plumes courtes, et d'extraction des paramètres 300 sont aussi mises en œuvre, pour que ces paramètres puissent être fournis au modèle pour son entraînement.

[0096] L'annotation, c'est-à-dire l'attribution à la région d'intérêt considérée d'un caractère mâle ou femelle du poussin, est réalisée par un opérateur expérimenté en fonction du nombre de plumes longues et de plumes courtes visibles la région d'intérêt considérée.

[0097] Cette annotation peut également comprendre un degré de certitude associé au sexe déterminé, qui peut également être indiqué par l'opérateur. Par exemple, sur une image comprenant 5 plumes longues et 0 plumes courtes, l'annotation pourra être « mâle ; 100% ». Selon un autre exemple, sur une image comprenant 4 plumes longues et 2 plumes courtes, l'annotation pourra être « femelle, 100% ». Le degré de certitude est de préférence compris entre 60 et 100% et dans les cas plus incertains, l'annotation ne détermine pas de sexe. Selon un autre troisième exemple, sur une image comprenant 3 plumes longues et 1 plume courte, l'annotation pourra être « indéterminé ». Ce type d'image n'est alors pas conservé pour l'entraînement du modèle.

[0098] Dans un mode de réalisation dans lequel plusieurs images sont acquises pour un même poussin, par exemple au moins 20 images, le traitement décrit ci-avant peut être mis en œuvre pour chaque image. On obtient ainsi pour chaque image un résultat concernant le sexe du poussin, et le sexe du poussin est ensuite déterminé par un vote

majoritaire, c'est-à-dire le résultat obtenu le plus fréquemment, parmi les résultats obtenus pour l'ensemble des images du même poussin.

[0099] En variante, les paramètres extraits de chaque image peuvent être fournis au modèle entraîné, et la détermination du sexe du poussin est réalisé par un vote majoritaire,

5 **[0100]** Des résultats expérimentaux concernant l'application du procédé décrit ci-avant incluant la mise en œuvre des étapes 200 et 300 et l'application d'un modèle entraîné de type arbre de décision, sur une population paritaire de 10000 poussins, sont reproduits ci-après. Les paramètres extraits des images et utilisés dans cette expérimentation sont :

- le nombre de plumes longues et courtes,
- 10 - l'angle moyen entre les lignes et l'horizontale,
- la distance moyenne selon l'axe Y entre deux lignes adjacentes, et
- l'ensemble des paramètres supplémentaires listés énumérés ci-avant au paragraphe 92.

[0101] [Tableau 1]

Femelles	Femelles détectées	Inconnu	Taux d'erreur	Taux de détection
5000	4350	650	4.5%	86.99%
Mâles	Mâles détectés	Inconnu	Taux d'erreur	Taux de détection
5000	3500	1500	4.2%	70%
Total	Détections correctes	Inconnu	Taux d'erreur	Taux de détection
10000	7850	2150	4.35%	78,5%

REVENDICATIONS

[Revendication 1] Procédé de détermination du sexe d'un poussin, le procédé étant mis en œuvre par ordinateur à partir d'une image d'un poussin, le procédé comprenant :

- 5 - la détermination (100) d'une région d'intérêt de l'image sur laquelle les plumes d'une aile sont visibles, et
- la mise en œuvre, sur ladite région d'intérêt, d'un modèle de classification (400) entraîné sur un ensemble de données d'apprentissage comprenant des images d'ailes de poussin mâle et d'ailes de poussin femelle, pour déterminer le sexe mâle ou femelle du poussin.

- 10 **[Revendication 2]** Procédé selon la revendication 1, le procédé étant mis en œuvre pour chacune d'une pluralité d'images acquises sur un même poussin, et comprenant en outre une étape de détermination du sexe du poussin à partir des résultats obtenus par le modèle de classification pour l'ensemble des images.

- 15 **[Revendication 3]** Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la détermination d'une région d'intérêt de l'image (100) comprend :

- le balayage de l'image avec une fenêtre de taille déterminée pour définir une pluralité de régions de l'image,
- pour chaque région, le calcul d'une caractéristique de Haar de la région (110),
- l'application sur chaque caractéristique de Haar d'un classificateur entraîné (120)
- 20 pour déterminer si la région représente ou non des plumes, et
- la détermination d'une région d'intérêt de l'image comme une région représentant des plumes.

- 25 **[Revendication 4]** Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, comprenant en outre un traitement de la région d'intérêt (200) pour déterminer un ensemble de lignes correspondant aux plumes du poussin sur l'image, la détermination (300) d'un ensemble de paramètres à partir des lignes extraites, et le modèle de classification est appliqué (400) audit ensemble de paramètres.

- 30 **[Revendication 5]** Procédé selon la revendication 4, dans lequel le traitement de la région d'intérêt (200) pour déterminer un ensemble de lignes correspondant aux plumes sur l'image, comprend :

- la mise en œuvre d'un traitement de détection de contours (210) sur la région d'intérêt, et

- l'application, aux contours issus du traitement, d'une transformée de Hough pour déterminer un ensemble de lignes (220) correspondant aux plumes visibles sur la région d'intérêt.

[Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5, dans lequel la détermination des paramètres (300) à partir des lignes extraites comprend :

- une identification d'un ensemble de lignes correspondant à des plumes longues (310), et
- une identification d'un ensemble de lignes correspondant à des plumes courtes (320).

10 **[Revendication 7]** Procédé selon la revendication précédente, comprenant la rotation (230) de la région d'intérêt de sorte que les lignes représentant les plumes s'étendent sensiblement horizontalement, un classement de chaque ligne par ordre de longueur, et l'identification de l'ensemble des lignes correspondant à des plumes longues (310) comprend :

- 15 - l'initialisation de l'ensemble des lignes correspondant à des plumes longues, ledit ensemble comprenant la ligne la plus longue,
- la mise en œuvre, pour chaque ligne incluse dans ledit ensemble, des étapes suivantes :
 - 20 ○ l'identification de l'ensemble des lignes voisines à la ligne considérée selon l'axe vertical,
 - le calcul, pour chaque ligne voisine, d'une différence de longueur et d'une distance entre le centre de la ligne voisine et le centre de la ligne considérée,
 - 25 ○ si la différence relative et la distance sont inférieures à des seuils respectifs, l'identification de la ligne voisine comme une ligne correspondant à une plume longue, et l'ajout à l'ensemble des lignes correspondant à des plumes longues.

[Revendication 8] Procédé selon la revendication précédente, dans lequel l'identification d'un ensemble de lignes correspondant à des plumes courtes (320) comprend la mise en œuvre, pour chaque ligne correspondant à une plume longue de l'ensemble, en commençant par la ligne située à la position verticale maximale de l'ensemble, des étapes suivantes :

- l'identification, parmi les lignes n'appartenant pas à l'ensemble des lignes correspondant à des plumes longues, des lignes voisines à la ligne considérée,
- le calcul, pour chaque ligne voisine, d'une différence de longueur, d'une distance selon l'axe vertical entre la ligne considérée et la ligne voisine, et d'une distance selon l'axe horizontal entre une extrémité distale, respectivement proximale de la ligne considérée et l'extrémité proximale, respectivement distale de la ligne voisine.
- si les différences et distances calculées sont inférieures à des seuils respectifs, l'identification de la ligne voisine comme une ligne correspondant à une plume courte.

10 **[Revendication 9]** Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, dans lequel les paramètres déterminés à partir des lignes comprennent au moins :

- un nombre de lignes correspondant à des plumes longues,
- un nombre de lignes correspondant à des plumes courtes,
- un angle moyen entre les lignes et l'horizontale, et
- un écart moyen, mesuré verticalement, entre deux lignes adjacentes.

20 **[Revendication 10]** Procédé selon l'une des revendications 4 à 9, dans lequel le modèle de classification est entraîné sur une base de données d'images d'entraînement annotées, où chaque image d'entraînement est obtenue par application des étapes de détermination d'une région d'intérêt, de traitement de la région d'intérêt pour déterminer un ensemble de lignes représentant les plumes, et d'extraction des paramètres à partir desdites lignes, et l'annotation comprend une indication du sexe du poussin et un niveau de certitude associé, déterminés à partir d'un nombre de lignes correspondant à des plumes longues et d'un nombre de lignes correspondant à des plumes courtes.

25 **[Revendication 11]** Procédé selon l'une des revendications précédentes, le procédé étant mis en œuvre sur un ensemble d'images d'un même poussin, et comprenant la détermination du sexe du poussin à partir du résultat le plus fréquemment fourni par le modèle de classification.

30 **[Revendication 12]** Produit programme d'ordinateur, comprenant des instructions de code pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, lorsqu'il est exécuté par un calculateur.

[Revendication 13] Dispositif (1) de détermination du sexe d'un poussin comprenant au moins :

- une caméra (20) adaptée pour acquérir au moins une image d'un poussin, et

- un calculateur (10) configuré pour la mise en œuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 11 sur l'image acquise par la caméra.

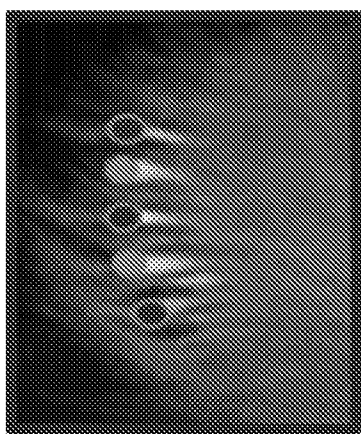
[Revendication 14] Dispositif (1) selon la revendication 13, comprenant en outre un convoyeur (30) adapté pour amener un poussin dans le champ de vision de la caméra (20), dans lequel le convoyeur est adapté pour déséquilibrer les poussins de sorte que le poussin ait les ailes déployées lorsqu'il se trouve devant la caméra.

[Revendication 15] Dispositif (1) selon l'une des revendications 13 ou 14, comprenant un convoyeur (30), une première station de détection de poussins d'un premier sexe, mâle ou femelle, comprenant ladite caméra (20), et un actionneur adapté pour prélever ou éjecter du convoyeur les poussins détectés comme appartenant au premier sexe, dans lequel le calculateur (10) est configuré pour mettre en œuvre sur l'image acquise par la caméra un premier modèle de classification optimisé pour détecter le premier sexe, et le calculateur (10) est en outre configuré pour mettre en œuvre un deuxième modèle de classification optimisé pour détecter le deuxième sexe, sur des images acquises sur des poussins n'ayant pas été déterminés du premier sexe.

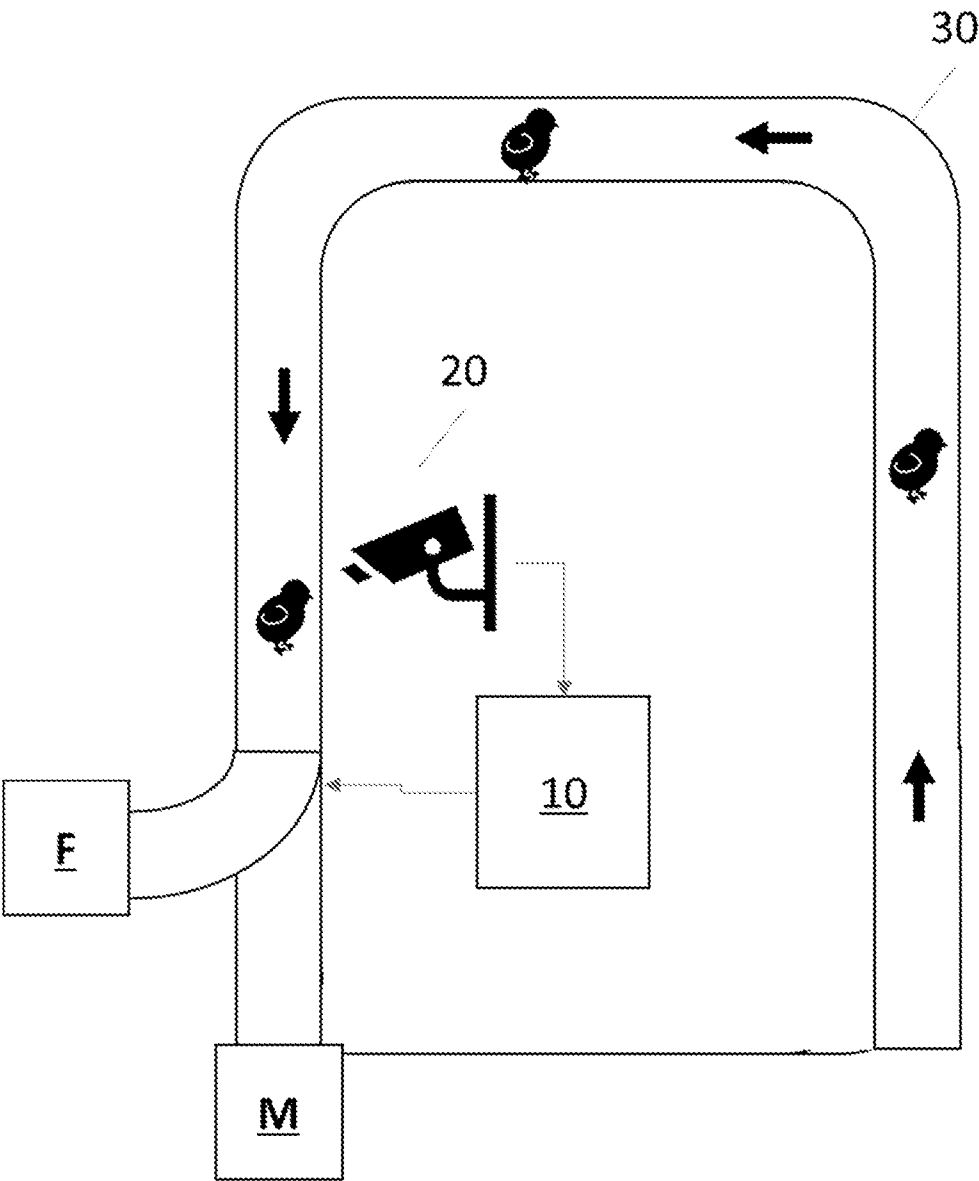
[Fig. 1a]



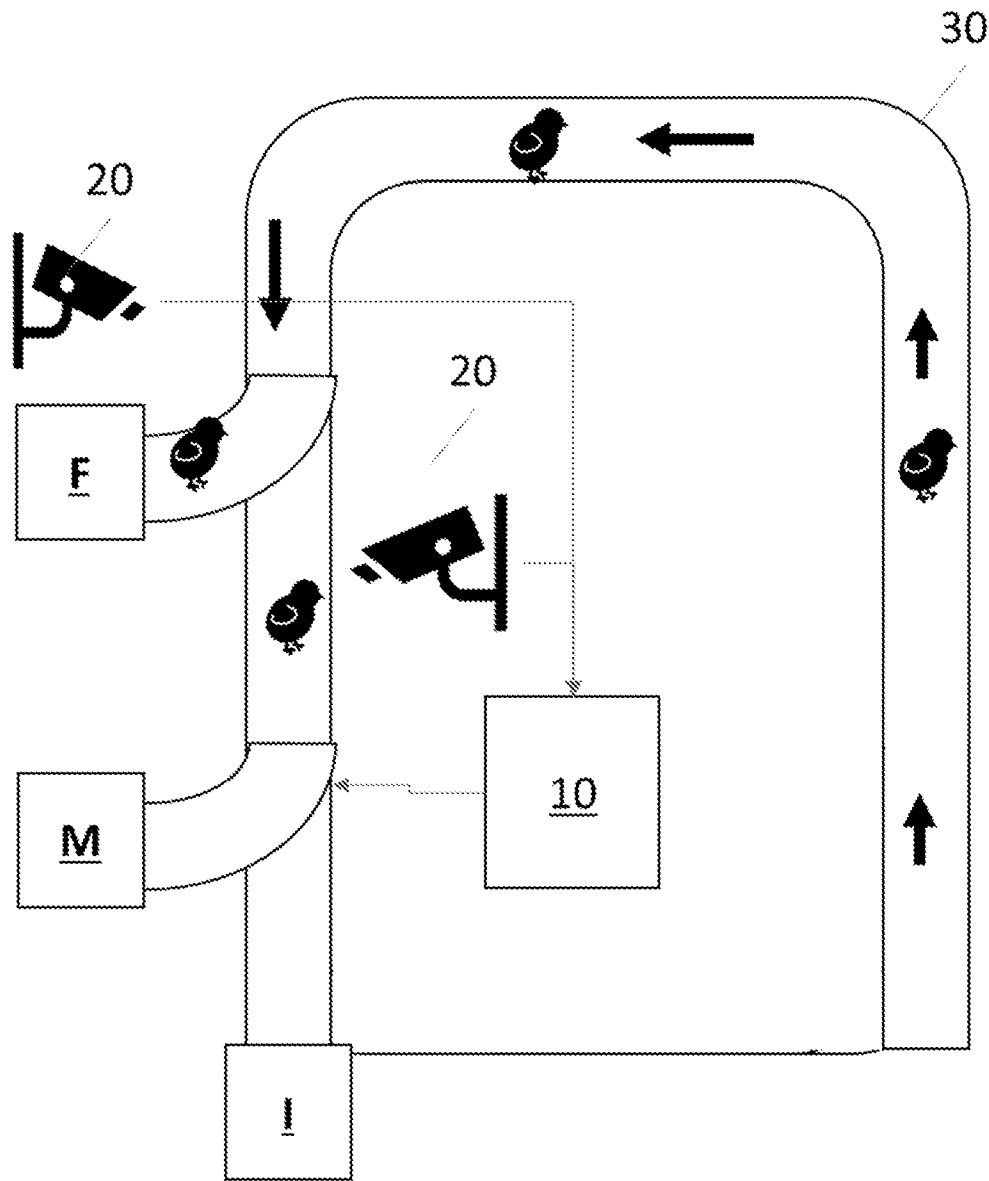
[Fig. 1b]



[Fig. 2a]

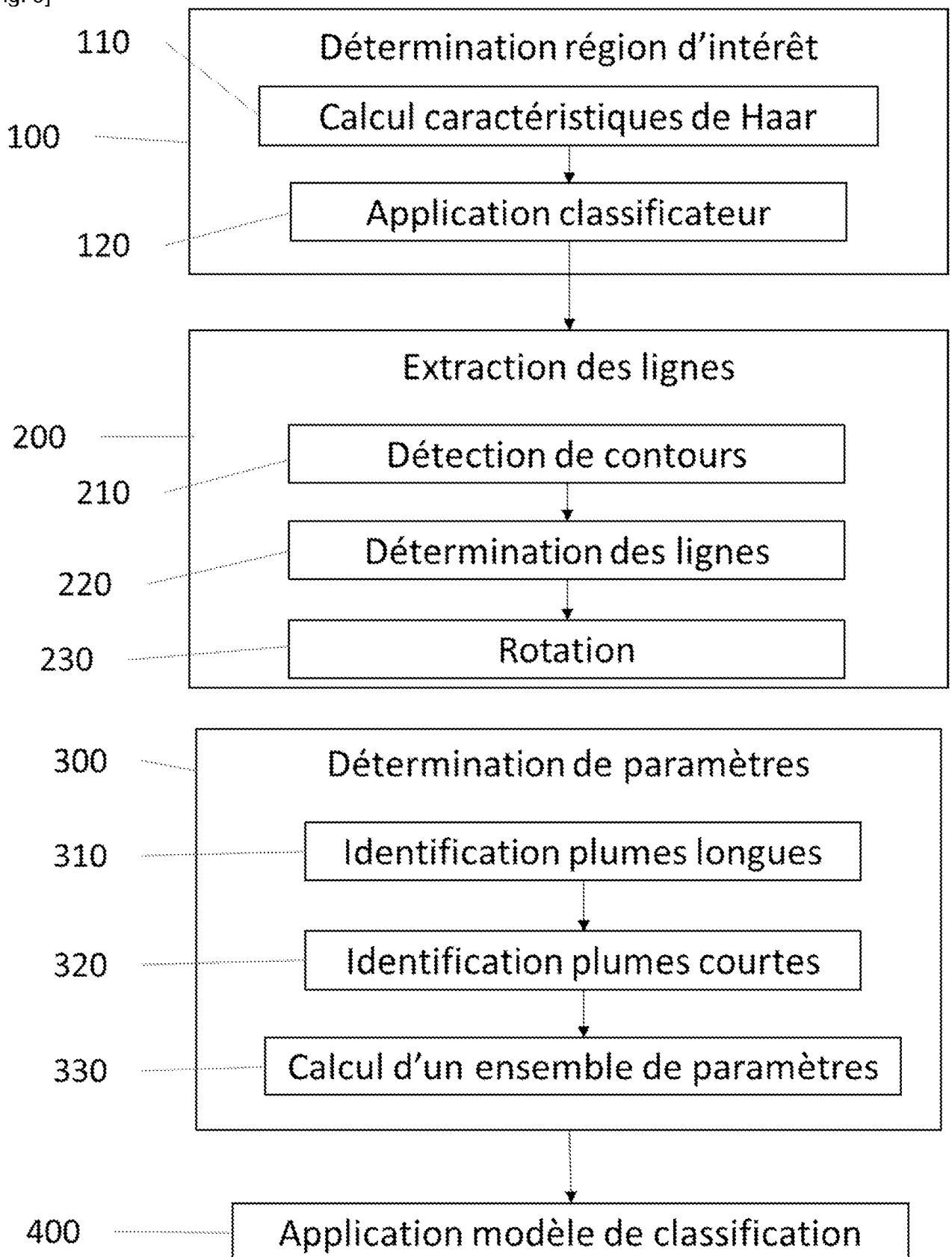


[Fig. 2b]

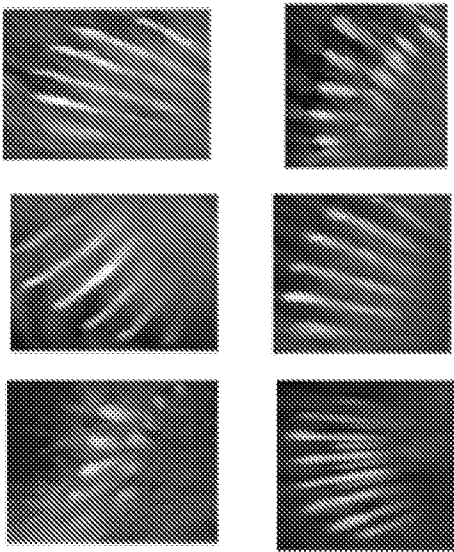


4/8

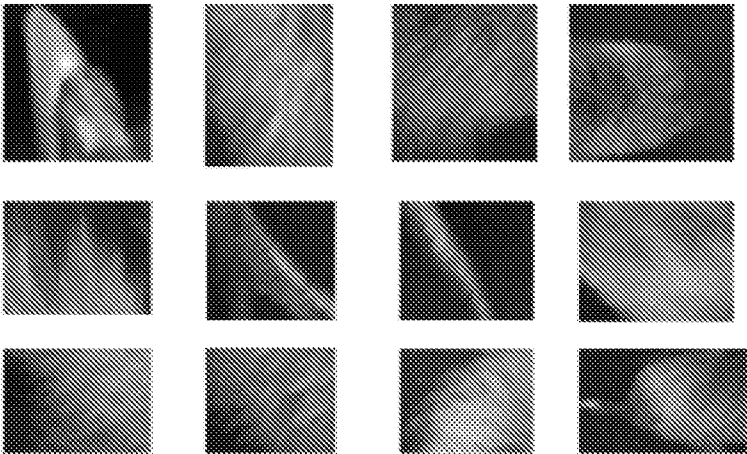
[Fig. 3]



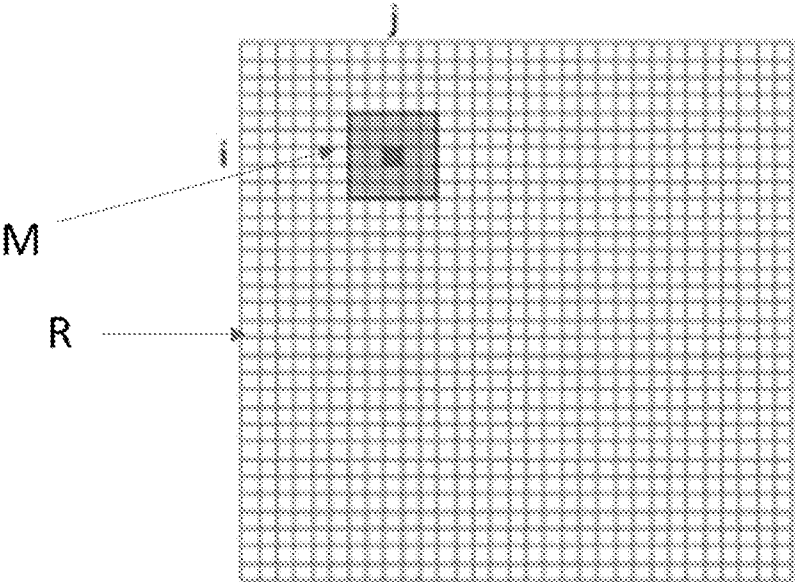
[Fig. 4a]



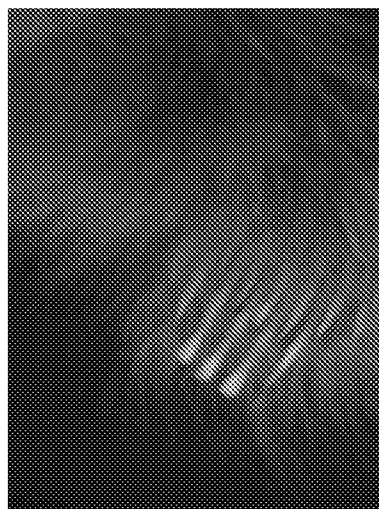
[Fig. 4b]



[Fig. 5]



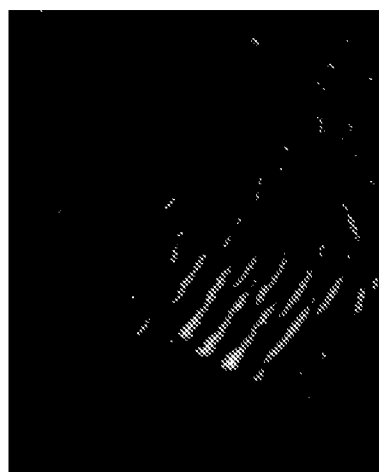
[Fig. 6a]



[Fig. 6b]



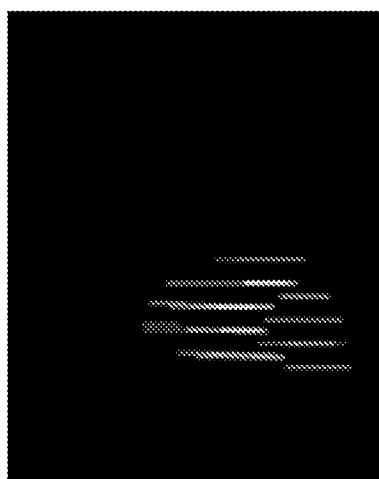
[Fig. 6c]



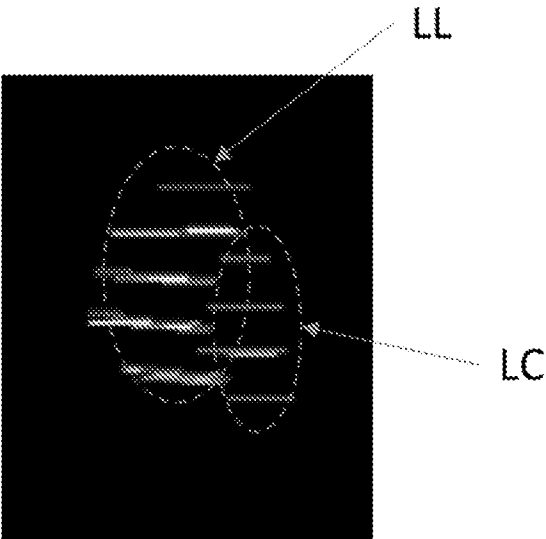
[Fig. 6d]



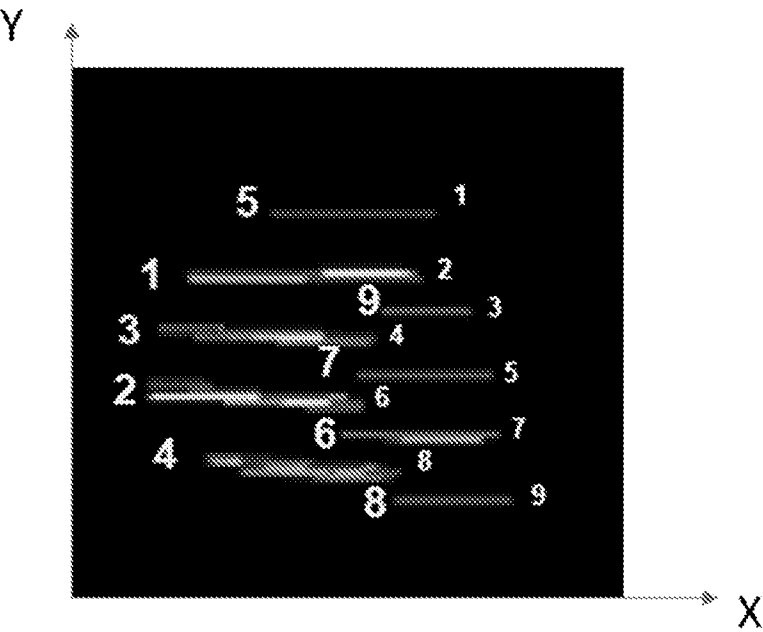
[Fig. 6e]



[Fig. 6f]



[Fig. 7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2022/051328

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A01K 45/00(2006.01); G06T 7/00(2017.01)n; G06V 10/44(2022.01)n; G06V 40/10(2022.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A01K; G06T; G06V; G06K; G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	TAO Y ET AL. "Chick feather pattern recognition" <i>IEE PROCEEDINGS: VISION, IMAGE AND SIGNAL PROCESSING, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, GB</i> , Vol. 151, No. 5, 30 October 2004 (2004-10-30), pages 337-344 DOI: 10.1049/IP-VIS:20040730 ISSN: 1350-245X, XP006022883 abstract section 2 section 3 section 4 section 5 figures 1, 4, 6-9, 12	1-15
X A	WO 2021131717 A1 (DENMARK CO LTD [JP]) 01 July 2021 (2021-07-01) abstract paragraph [0037] - paragraph [0045] figures 5, 6	1,12,13 2-11,14,15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 October 2022

Date of mailing of the international search report

14 October 2022

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Bouffier, Alexandre

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2022/051328

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2020315136 A1 (KARIMPOUR RAMIN [US]) 08 October 2020 (2020-10-08) abstract paragraphs [0008], [0009] figures 1, 7	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2022/051328

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2021131717	A1	01 July 2021	JP	2021106549	A	29 July 2021
				WO	2021131717	A1	01 July 2021
US	2020315136	A1	08 October 2020	AU	2016354512	A1	14 June 2018
				AU	2016354521	A1	14 June 2018
				AU	2016354532	A1	14 June 2018
				AU	2020260421	A1	26 November 2020
				AU	2021204060	A1	15 July 2021
				AU	2021218043	A1	09 September 2021
				BR	112018009538	A2	06 November 2018
				BR	112018009596	A2	06 November 2018
				BR	112018009633	A2	06 November 2018
				CA	3005331	A1	18 May 2017
				CA	3005337	A1	18 May 2017
				CA	3005345	A1	18 May 2017
				CN	108472118	A	31 August 2018
				CN	108601336	A	28 September 2018
				CN	108601642	A	28 September 2018
				EP	3373727	A1	19 September 2018
				EP	3373851	A1	19 September 2018
				EP	3373852	A1	19 September 2018
				IL	259298	A	31 July 2018
				IL	259299	A	31 July 2018
				IL	259300	A	31 July 2018
				IL	283300	A	29 July 2021
				JP	6862443	B2	21 April 2021
				JP	6899386	B2	07 July 2021
				JP	2018533367	A	15 November 2018
				JP	2018533444	A	15 November 2018
				JP	2018533447	A	15 November 2018
				JP	2021104365	A	26 July 2021
				JP	2022043144	A	15 March 2022
				KR	20180082549	A	18 July 2018
				KR	20180082550	A	18 July 2018
				KR	20180082551	A	18 July 2018
				RU	2735245	C1	29 October 2020
				RU	2018117356	A	13 December 2019
				RU	2018117371	A	16 December 2019
				US	2018343830	A1	06 December 2018
				US	2018353081	A1	13 December 2018
				US	2018368364	A1	27 December 2018
				US	2020315136	A1	08 October 2020
				WO	2017083654	A1	18 May 2017
				WO	2017083663	A1	18 May 2017
				WO	2017083674	A1	18 May 2017
				ZA	201803906	B	27 November 2019
				ZA	201803907	B	27 November 2019

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2022/051328

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. A01K45/00 ADD. G06T7/00 G06V10/44 G06V40/10		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) A01K G06T G06V G06K G01N		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	TAO Y ET AL: "Chick feather pattern recognition", IEE PROCEEDINGS: VISION, IMAGE AND SIGNAL PROCESSING, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, GB, vol. 151, no. 5, 30 octobre 2004 (2004-10-30), pages 337-344, XP006022883, ISSN: 1350-245X, DOI: 10.1049/IP-VIS:20040730 abrégé section 2 section 3 section 4 section 5 figures 1, 4, 6-9, 12 ----- -/-	1-15
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "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 "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
5 octobre 2022		14/10/2022
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Bouffier, Alexandre

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2021/131717 A1 (DENMARK CO LTD [JP]) 1 juillet 2021 (2021-07-01)	1, 12, 13
A	abrégé alinéa [0037] - alinéa [0045] figures 5, 6	2-11, 14, 15
A	----- US 2020/315136 A1 (KARIMPOUR RAMIN [US]) 8 octobre 2020 (2020-10-08) abrégé alinéas [0008], [0009] figures 1, 7 -----	1-15

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2022/051328

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2021131717 A1	01-07-2021	JP 2021106549 A	29-07-2021
		WO 2021131717 A1	01-07-2021
US 2020315136 A1	08-10-2020	AU 2016354512 A1	14-06-2018
		AU 2016354521 A1	14-06-2018
		AU 2016354532 A1	14-06-2018
		AU 2020260421 A1	26-11-2020
		AU 2021204060 A1	15-07-2021
		AU 2021218043 A1	09-09-2021
		BR 112018009538 A2	06-11-2018
		BR 112018009596 A2	06-11-2018
		BR 112018009633 A2	06-11-2018
		CA 3005331 A1	18-05-2017
		CA 3005337 A1	18-05-2017
		CA 3005345 A1	18-05-2017
		CN 108472118 A	31-08-2018
		CN 108601336 A	28-09-2018
		CN 108601642 A	28-09-2018
		EP 3373727 A1	19-09-2018
		EP 3373851 A1	19-09-2018
		EP 3373852 A1	19-09-2018
		IL 259298 A	31-07-2018
		IL 259299 A	31-07-2018
		IL 259300 A	31-07-2018
		IL 283300 A	29-07-2021
		JP 6862443 B2	21-04-2021
		JP 6899386 B2	07-07-2021
		JP 2018533367 A	15-11-2018
		JP 2018533444 A	15-11-2018
		JP 2018533447 A	15-11-2018
		JP 2021104365 A	26-07-2021
		JP 2022043144 A	15-03-2022
		KR 20180082549 A	18-07-2018
		KR 20180082550 A	18-07-2018
		KR 20180082551 A	18-07-2018
		RU 2735245 C1	29-10-2020
		RU 2018117356 A	13-12-2019
		RU 2018117371 A	16-12-2019
		US 2018343830 A1	06-12-2018
		US 2018353081 A1	13-12-2018
		US 2018368364 A1	27-12-2018
		US 2020315136 A1	08-10-2020
		WO 2017083654 A1	18-05-2017
		WO 2017083663 A1	18-05-2017
		WO 2017083674 A1	18-05-2017
		ZA 201803906 B	27-11-2019
		ZA 201803907 B	27-11-2019