



(51) Classification internationale des brevets :
G06K 9/00 (2006.01) **G06K 9/62** (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2018/067014

(22) Date de dépôt international :
26 juin 2018 (26.06.2018)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1755912 27 juin 2017 (27.06.2017) FR

(71) Déposant : VALEO SCHALTER UND SENSOREN
GMBH [DE/DE] ; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).

(72) Inventeurs : BEN HAMADOU, Achraf ; c/o Valeo CDV
DA Tech Center, 34 rue Saint Andre, 93012 Bobigny (FR).
LAFON, Philippe ; c/o Valeo CDV DA Tech Center, 34 rue
Saint Andre, 93012 Bobigny (FR). HAMDJ, Hani ; c/o Va-

leo CDV DA Tech Center, 34 rue Saint Andre, 93012 Bobigny (FR). WU, Tirui ; c/o Connaught Electronics Ltd., Dunmore Road, Tuam, County Galway (IE).

(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, IR, IS, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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,

(54) Title: PROCESSING DATA OBTAINED FROM AN OBSTACLE DETECTOR

(54) Titre : TRAITEMENT DES DONNEES ISSUES D'UN DETECTEUR D'OBSTACLES

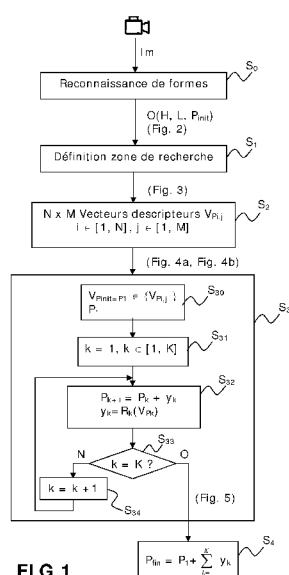


FIG. 1

S0 Pattern recognition
S1 Defining a search area
S2 N x M Descriptor vectors $V_{pi,j}$ $i \in [1, N]$, $j \in [1, M]$
S30 $V_{pinit}=P1 \in \{V_{pi,j}\}$ $P1$
S31 $k = 1$, $k \in [1, K]$
S32 $P_{k+1} = P_k + y_k$
S33 $k = K$?
S34 $k = k + 1$

(57) Abstract: The invention relates to the processing of data obtained from an object detector fitted to a motor vehicle, and providing a bounding box of size and initial position P_{init} determined in an image, which is representative of a detected object. According to the invention, a final improved precision position P_{fin} for the bounding box in the image is determined by: scanning (S_1, S_2) a search area of the image by a sliding window, and generating, for each possible position of the sliding window, a descriptor vector of the associated image; then applying (S_3), from at least one descriptor vector associated with a selected start position (S_{30}), a pre-determined sequence of pre-defined regressions, each linear regression inducing an elementary vector displacement to a new, improved precision position. The final improved precision position P_{fin} for the bounding box is determined (S_4) by applying, from the initial position P_{init} of the bounding box, a total displacement equal to the sum of the elementary vector displacements induced by the regressions of the sequence.

(57) Abrégé : L'invention concerne le traitement de données issues d'un détecteur d'objets équipant un véhicule automobile, et délivrant une boîte englobante de taille et de position initiale P_{init} déterminées dans une image, représentative d'un objet détecté. Selon l'invention, une position finale P_{fin} de précision améliorée de la boîte englobante dans l'image est déterminée en : effectuant (S_1, S_2) un balayage d'une zone de recherche de l'image par une fenêtre glissante, et en générant, pour chaque position possible de la fenêtre glissante, un vecteur descripteur d'image associé; puis en appliquant (S_3), à partir d'au moins un vecteur descripteur associé à une position de départ sélectionnée (S_{30}), une séquence prédéterminée de régressions prédéfinies, chaque régression linéaire délivrant un déplacement vectoriel élémentaire vers une nouvelle position de précision améliorée. On détermine (S_4) la position finale P_{fin} de précision améliorée pour la boîte englobante en appliquant depuis la position initiale P_{init} de la boîte englobante un déplacement total égal à la somme des déplacements vectoriels élémentaires délivrés par les régressions de la séquence.

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).

Publiée:

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

TRAITEMENT DES DONNEES ISSUES D'UN DETECTEUR D'OBSTACLES

La présente invention concerne de manière générale les véhicules automobiles, et plus précisément un procédé de traitement de données issues
5 d'un détecteur d'obstacles dans l'environnement d'un véhicule automobile, à partir d'images capturées par au moins une caméra embarquée sur ledit véhicule automobile.

La détection d'obstacles dans l'environnement immédiat d'un véhicule automobile à conduite autonome ou équipé de systèmes d'assistance à la
10 conduite (ou ADAS, initiales anglo-saxonnes mises pour Advanced Driver Assistance System) est cruciale pour prévenir des situations dangereuses. Les obstacles peuvent être notamment d'autres véhicules motorisés, statiques ou mobiles, pouvant présenter un danger particulier, ou bien des piétons. On comprend aisément que la détection de ces obstacles, incluant la
15 détermination de leurs positions, voire de leurs vitesses relatives dans le cas de véhicules tiers, doit être non seulement précise mais menée en outre en temps réel pour que les systèmes d'assistance puissent réagir rapidement de façon adaptée.

On connaît déjà de nombreux systèmes réalisant des détections et
20 classifications d'obstacles, tels que des véhicules motorisés ou des piétons, à partir d'images capturées par au moins une caméra embarquée sur le véhicule automobile, en particulier une caméra frontale, une caméra arrière, ou une caméra latérale.

Parmi les algorithmes de vision connus permettant de détecter des
25 objets dans des images, on connaît notamment ceux reposant sur la reconnaissance d'objets par apprentissage automatique, telles que les méthodes SVM (initiales anglo-saxonnes mises pour Support Vector machine) ou Adaboost (forme abrégée d'Adaptive Boosting). L'approche utilisée dans la reconnaissance consiste à apprendre puis à retrouver dans l'image, l'allure
30 générale d'un objet déterminé, par exemple un piéton. Pour réaliser par exemple détecteur de piéton, on utilise des algorithmes de reconnaissance de formes dont le but est de discriminer la forme des piétons par rapport au reste. Concrètement, une première phase consiste à la construction d'une

base d'entraînement pour capturer la diversité d'apparence des piétons. La base d'entraînement doit être la plus grande et la plus variée possible pour correspondre au mieux au grand nombre de situations pouvant être rencontrées par le détecteur de piétons. Puis, un algorithme d'apprentissage
5 va étudier et dégager des propriétés de cette base pour créer un modèle représentant une frontière permettant la classification piéton/reste. Un classifieur s'appuie ensuite sur ce modèle pour différencier les éléments des deux groupes. Une fois le classifieur construit, la phase de détection consiste à balayer l'image sur des zones de scan qui se recouvrent, puis à comparer leur
10 contenu avec le modèle. Si en un point donné, l'image est suffisamment proche du modèle, alors le détecteur indique la présence d'un piéton.

Le résultat est délivré par le détecteur sous forme d'une boîte englobante, généralement de forme rectangulaire, par piéton détecté. Les dimensions et/ou la position verticale de la boîte englobante relative à un
15 piéton détecté sont alors utilisées pour estimer la distance à laquelle se situe le piéton par rapport au véhicule. Une telle méthode est par exemple implémentée par des détecteurs rapides de type Adaboost. Les résultats de la détection rapide sont ensuite généralement affinés et validés par des classifieurs plus performants.

20 L'algorithme précédent, décrit dans le cadre de la détection de piétons, peut également être utilisé dans le cadre de la détection d'autres types d'obstacles tels que des véhicules tiers.

Les algorithmes de détection d'objets dans les détections souffrent en général d'imprécision dans les dimensions et/ou la position des boîtes
25 englobantes. Il en résulte d'une part, des risques de fausses détections ou de non détection, et d'autre part, une estimation erronée de la distance réelle séparant un objet détecté du véhicule.

Des améliorations ont été proposées consistant à entraîner un classifieur spécifique, par exemple de type SVM, pour qu'il attribue un meilleur
30 score ou indice de confiance à une boîte englobante correctement centrée sur un objet. Une position corrigée d'une boîte englobante donnée peut ainsi être obtenue en appliquant le classifieur sur un nombre important de zones de l'image autour de la boîte englobante. L'apprentissage du classifieur spécifique

s'effectue antérieurement à l'installation du système de détection sur un véhicule donné.

Une autre amélioration, proposée dans le document FR 3, 027, 432 au nom de la Demanderesse, propose de détecter les pieds du piéton à l'intérieur de la boîte englobante, puis de modifier la position de la limite inférieure de la

5 boîte englobante en fonction de cette détection de pieds.

Ces solutions offrent de bons résultats mais leurs performances restent intimement liées à la qualité des bases d'apprentissage des classifieurs nécessaires à leur implémentation.

10

La présente invention vise à pallier les inconvénients des solutions connues en proposant une solution permettant de mieux affiner la position dans une image d'une boîte englobante délivrée par un détecteur d'objets.

Pour ce faire, l'invention a pour objet un procédé de traitement de

15 données issues d'un détecteur d'objets équipant un véhicule automobile, le détecteur d'objets étant apte, à partir d'images capturées par une caméra embarquée sur le véhicule automobile, à délivrer une boîte englobante de taille et de position initiale P_{init} déterminées dans une image, ladite boîte englobante délimitant une zone de l'image représentative d'un objet détecté,

20 le procédé comportant une étape de détermination d'une position finale P_{fin} de précision améliorée de ladite boîte englobante dans l'image comprenant les étapes suivantes :

- on effectue un balayage d'une zone de recherche de l'image recouvrant ladite boîte englobante par une fenêtre glissante, et on génère,

25 pour chaque position d'une pluralité de positions possibles de la fenêtre glissante, un vecteur descripteur d'image associé ;

- à partir d'au moins un vecteur descripteur associé à une position de départ sélectionnée parmi la pluralité de positions possibles, on applique une séquence prédéterminée de régressions prédéfinies, chaque régression linéaire

30 délivrant un déplacement vectoriel élémentaire vers une nouvelle position de précision améliorée, et on détermine la position finale de précision améliorée pour ladite boîte englobante en appliquant depuis la position initiale P_{init} de la

boîte englobante un déplacement total égal à la somme des déplacements vectoriels élémentaires délivrés par les régressions de ladite séquence.

En d'autres termes, la position finale améliorée de la boîte englobante délivrée par le détecteur d'objet est obtenue en appliquant à la position initiale
 5 un déplacement total qui se décompose en une somme de déplacements élémentaires, chaque déplacement élémentaire étant obtenu par une régression de la séquence de régression visant à améliorer à chaque fois la précision.

Outre les caractéristiques principales qui viennent d'être mentionnées
 10 dans le paragraphe précédent, le procédé selon l'invention peut présenter une ou plusieurs caractéristiques complémentaires parmi les suivantes :

- ladite zone de recherche correspond à la totalité de l'image d'images ; néanmoins, pour réduire le temps de traitement, la zone de recherche est de préférence plus réduite et correspond à une portion de
 15 l'image, sensiblement centrée autour de ladite boîte englobante ;

- la fenêtre glissante est avantageusement sensiblement de même taille que la boîte englobante ;

- la séquence prédéterminée comporte par exemple un nombre entier K de régressions, et la position finale P_{fin} de précision améliorée pour ladite
 20 boîte englobante est obtenue par la relation

$$P_{fin} = P_1 + \sum_{k=1}^K y_k$$

dans laquelle P_1 correspond à la position de départ et y_k correspond au déplacement vectoriel élémentaire calculé par la k-ième régression de la séquence ;

- les régressions prédéfinies de la séquence prédéterminée de régressions peuvent être selon des modèles de régression linéaires et/ou non linéaires ;

- la position de départ à partir de laquelle la première régression de la séquence est appliquée peut être choisie comme étant la position initiale de la
 30 boîte englobante ;

- en variante, la position de départ est sélectionnée distincte de la position initiale P_{init} de la boîte englobante ;

- dans une implémentation particulièrement intéressante, la séquence prédéfinie de régressions prédéterminée est appliquée sur une pluralité de positions de départ possibles sélectionnées, générant ainsi une pluralité de positions finales possibles de précision améliorée pour ladite boîte englobante, et le procédé comporte en outre une étape de vérification que la boîte englobante correspond à une fausse détection d'objet ou à une vraie détection d'objet sur la base de la pluralité de positions finales possibles générées ;

10 - l'étape de vérification comprend par exemple le calcul de l'écart type sur la pluralité de positions finales possibles et la comparaison de l'écart-type calculé à un seuil prédéfini de validation, un écart-type calcul inférieur audit seuil prédéfini de validation correspondant à une vraie détection d'objet ;

- une position finale de la boîte englobante correspondant à une vraie
15 détection peut alors être calculée, par exemple en effectuant une moyenne sur la pluralité de positions finales possibles.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, faite en référence aux figures annexées, dans lesquelles :

- la figure 1 illustre différentes étapes d'un procédé de traitement
20 selon l'invention pour l'amélioration de la précision en position d'un objet détecté à partir d'images capturées par une caméra;

- la figure 2 illustre schématiquement un exemple de résultat obtenu à l'issue d'une première étape de traitement du procédé de la figure 1 ;

- la figure 3 illustre schématiquement le principe de l'application d'une
25 fenêtre glissante selon une deuxième étape du procédé de la figure 1 ;

- les figures 4(a) et 4(b) donnent une représentation d'un ensemble de vecteurs descripteurs obtenus à l'issue de la deuxième étape du procédé de la figure 1 ;

- les figures 5(a) à 5(d) illustrent schématiquement le principe de
30 l'application d'une séquence de régressions ;

- la figure 6 représente schématiquement un exemple de résultat obtenu à l'issue de la dernière étape de traitement du procédé de la figure 1 ;

- la figure 7 illustre différentes étapes d'une variante d'un procédé de traitement selon l'invention.

Différentes étapes d'un procédé de traitement visant à améliorer la position dans une image d'une boîte englobante représentative d'un objet détecté, par exemple un piéton, délivrée en sortie d'un détecteur d'objets, vont à présent être décrites en référence à la figure 1. Pour fixer les idées, on se reportera dans le même temps aux figures 3 à 6 qui illustrent des exemples de résultats intermédiaires obtenus au cours de ce procédé.

10 Sur la figure 1, une étape préliminaire S_0 correspond à la génération des données d'entrée sur lesquelles le procédé de traitement selon l'invention est appliqué, à savoir des objets détectés par un détecteur d'objets (non représenté) à partir d'images Im capturées par une caméra embarquée sur un véhicule automobile. Comme indiqué précédemment, un détecteur d'objets
15 applique un algorithme de reconnaissance de formes et délivre, en cas de détection, un objet sous forme d'une boîte englobante. Sur la figure 1, une boîte englobante est indiquée sous l'expression $O(H, L, P_{init})$, dans laquelle H représente la hauteur de la boîte englobante, L représente la largeur de la boîte englobante, et P_{init} représente la position dans l'image de la boîte
20 englobante, telle qu'estimée par le détecteur d'objets. La figure 2 donne un exemple d'une image 1 capturée par la caméra embarquée, dans laquelle un piéton 2 est présent. On suppose qu'à l'issue de l'étape S_0 , le détecteur de piétons embarqué sur le véhicule automobile a délivré une boîte englobante 3 de hauteur H et de longueur L , cette boîte englobante étant à une position P_{init}
25 dans l'image 1. Comme on le voit sur la figure 2, cette boîte englobante 3 telle que délivrée en sortie du détecteur n'est pas correctement positionnée par rapport au piéton 2, et les différentes étapes du procédé selon l'invention qui vont à présent être décrites ont pour but de calculer une position améliorée P_{fin} .

30 Le procédé selon l'invention débute de préférence par la détermination d'une zone de recherche dans l'image 1 (étape S_1 sur la figure 1). Cette zone de recherche peut théoriquement correspondre à l'image 1 dans son

intégralité. Néanmoins, afin de réduire le nombre de calculs, on définit de préférence une zone restreinte, correspondant seulement à une portion de l'image 1, cette portion étant de taille supérieure et recouvrant la boîte englobante 3. La figure 2 représente un exemple de zone 4 de recherche, 5 avantageusement sensiblement centrée autour de la boîte englobante 3 de départ. On note par la suite N le nombre de pixels en largeur et M le nombre de pixels en hauteur de cette zone 4 de recherche.

Le traitement se poursuit par une étape S_2 au cours de laquelle on effectue un balayage de la zone 4 de recherche par une fenêtre glissante, de 10 préférence sensiblement de même taille que la boîte englobante 3. La figure 3 illustre à titre d'exemple en traits interrompus trois positions occupées par une telle fenêtre glissante, à savoir :

- sous la référence $5_{P(1,1)}$, une première position, par exemple de départ de la fenêtre glissante dans le processus de balayage, en haut à 15 gauche de la zone 4 de recherche,
- sous la référence $5_{P(M,N)}$, une deuxième position, par exemple finale dans le processus de balayage, en bas à droite de la zone 4 de recherche ; et
- sous la référence $5_{P(i,j)}$, toute position intermédiaire, l'indice i variant de 1 à N et l'indice j variant de 1 à M.

20 Le balayage peut être effectué en déplaçant la fenêtre de gauche à droite et de haut en bas d'un pas donné, de préférence constant (par exemple égal à un pixel). D'autres séquençement de balayage peuvent être effectués, à partir du moment où la fenêtre glissante a pu occuper l'ensemble des positions possibles dans la zone 4 de recherche, en d'autres termes, un nombre égal à 25 $N \times M$ de positions possibles si le pas de déplacement de la fenêtre glissante est choisi égal à un pixel.

En outre, lors du balayage de la zone 4 de recherche par la fenêtre glissante, on génère, pour chaque position $P(i,j)$ de la fenêtre glissante $5_{P(i,j)}$, un vecteur descripteur d'image associé, c'est-à-dire un vecteur réel 30 comprenant Q caractéristiques visuelles aptes à décrire l'image de façon synthétique (par exemple selon le principe des histogrammes de gradient) que l'on notera dans la suite $V_{P(i,j)}$.

L'ensemble des $N \times M$ vecteurs descripteurs obtenus à l'issue de l'étape S_2 peut être modélisé mathématiquement par un tenseur T dont une représentation schématique est donnée respectivement en perspective et en vue de face sur les figures 4(a) et 4(b). Sur ces figures :

- 5 - $V_{P(1,1)}$ représente le vecteur descripteur de dimension Q obtenu pour la fenêtre glissante $5_{P(1,1)}$ à la position $P(1,1)$ de la figure 3 ;
- $V_{P(M,N)}$ représente le vecteur descripteur de dimension Q obtenu pour la fenêtre glissante $5_{P(M,N)}$ à la position $P(M,N)$ de la figure 3 ;
- $V_{P(i,j)}$ représente le vecteur descripteur de dimension Q obtenu pour
- 10 la fenêtre glissante $5_{P(i,j)}$ à la position $P(i,j)$ de la figure 3.

La suite du traitement, et en particulier l'étape S_3 de la figure 1 qui consiste à déterminer une position finale améliorée P_{fin} pour la boîte englobante 3 de départ, s'effectue uniquement à partir de cet ensemble de vecteurs descripteurs.

- 15 Plus précisément, on commence par choisir dans l'ensemble ou tenseur T un vecteur descripteur, noté par convention V_{P_1} dans la suite, associé à une position de départ P_1 sélectionnée parmi toutes les positions possibles $P(i,j)$ (Etape S_{30} sur la figure 1).

- 20 De préférence, la position de départ P_1 est sélectionnée comme étant la position initiale P_{init} de la boîte englobante 3 dans l'image 1, telle que déterminée par le détecteur d'objets. Néanmoins, la position de départ P_1 peut être également sélectionnée distincte de la position initiale P_{init} de la boîte englobante 3, et correspondre par exemple à une position au voisinage de la position initiale P_{init} .

- 25 Puis, on applique, en partant du vecteur descripteur V_{P_1} associé à cette position de départ P_1 , une séquence prédéterminée d'un nombre entier K , au moins égal à deux, de régressions prédéfinies, chaque régression délivrant un déplacement vectoriel élémentaire vers une nouvelle position de précision améliorée. Cette partie de traitement (S_{31} à S_{34} sur figure 1) peut être
- 30 exprimée sous forme mathématique de la façon suivante :

$$P_{k+1} = P_k + y_k \text{ avec } y_k = R_k(V_{P_k}), k \text{ étant un entier variant de } 1 \text{ à } K$$

avec :

- R_k , la k-ième régression de la séquence ;
- V_{P_k} , le vecteur descripteur associé à la position P_k , sur lequel on applique la k-ième régression ;
- 5 - y_k , le déplacement vectoriel élémentaire délivré à l'issue de la k-ième régression de la séquence ; et
- P_{k+1} , la nouvelle position de précision améliorée obtenue après application de la k-ième régression de la séquence.

La position finale P_{fin} de précision améliorée pour la boîte englobante
 10 de position initiale P_{init} est donc obtenue en appliquant, à partir de la position initiale P_{init} un déplacement total égal à la somme des déplacements vectoriels élémentaires délivrés par les régressions de la séquence. Autrement exprimé, la position finale de précision améliorée est calculée, lors d'une étape S_4 , par la relation suivante :

$$15 \quad P_{fin} = P_{init} + \sum_{k=1}^K y_k$$

Les figures 5(a) à 5(d) illustrent un exemple d'une séquence prédéfinie composée de trois régressions prédéterminées : la figure 4(a) correspond à la sélection, dans le tenseur T , d'un vecteur descripteur de départ V_{P_1} associé à la position de départ P_1 , supposée ici confondue avec à la position initiale P_{init}
 20 de la boîte englobante. La figure 4(b) illustre le premier déplacement vectoriel élémentaire y_1 obtenu en appliquant la première régression R_1 de la séquence au vecteur de départ V_{P_1} . V_{P_2} est le vecteur descripteur du tenseur associé à la nouvelle position découlant de ce premier déplacement vectoriel y_1 . La figure 4(c) illustre le deuxième déplacement vectoriel élémentaire y_2 obtenu en
 25 appliquant la deuxième régression R_2 de la séquence au vecteur descripteur V_{P_2} . V_{P_3} est le vecteur descripteur du tenseur associé à la nouvelle position découlant de ce deuxième déplacement vectoriel y_2 . Enfin, la figure 4(d) illustre le troisième et dernier déplacement vectoriel élémentaire y_3 obtenu en appliquant la troisième et dernière régression R_3 de la séquence au vecteur

descripteur V_{p3} et V_{p4} est le vecteur descripteur du tenseur associé à la nouvelle position découlant de ce dernier déplacement vectoriel y_3 .

La position finale P_{fin} de précision améliorée est dans cet exemple obtenue par la relation suivante :

5
$$P_{fin} = P_1 + y_1 + y_2 + y_3$$

La figure 6 illustre schématiquement le résultat obtenu pour l'image donnée à titre d'exemple sur la figure 2. On voit sur cette figure que la boîte englobante 6 à la position finale P_{fin} est bien mieux positionnée par rapport au piéton que la boîte englobante 3 à la position initiale P_{init} . Cette position
10 améliorée réduit l'erreur dans l'estimation de la distance réelle séparant le piéton du véhicule.

Contrairement aux solutions de l'art antérieur basées sur des classifications dont le résultat est fortement dépendant des bases d'apprentissage, l'invention propose ainsi de directement appliquer sur
15 l'ensemble de vecteurs descripteurs une séquence de régressions. Les régressions peuvent être des régressions linéaires, par exemple de type SVM (acronyme pour Support Vector Machine), ou tout autre type de modèles de régressions linéaires et/ou non linéaires. La séquence de régressions est déterminée hors ligne en utilisant une pluralité d'échantillons dont on connaît
20 la distribution d'erreurs et en entraînant les régresseurs pour qu'ils améliorent la position des échantillons en réduisant cette erreur. Le nombre de régressions de la séquence dépend des attentes que l'on a en termes de précision.

25 Un autre intérêt du procédé selon l'invention, dans une variante qui va à présent être décrite en référence à la figure 7, est qu'il peut facilement être utilisé pour vérifier si une boîte englobante délivrée par le détecteur d'objets constitue une fausse détection ou une vraie détection. Dans cette variante, l'étape S_3 (comprenant les étapes S_{30} à S_{34}) de la figure 1 est appliquée non
30 plus à partir d'une seule position de départ P_1 , mais à partir d'une pluralité de positions de départ possibles sélectionnées. La séquence de régressions est ainsi appliquée sur une pluralité de vecteurs descripteurs du tenseur T ,

associés à cette pluralité de positions de départ. Le traitement peut se faire en parallèle ou successivement. On génère de la sorte une pluralité de positions finales possibles de précision améliorée pour une même boîte englobante de départ. Sur la figure 7, les étapes S_0 à S_2 sont inchangées par rapport à celles expliquées en référence à la figure 1. L'étape S_3 est en revanche appliquée sur un nombre prédéfini U de positions de départ possibles, notées P_1^u , u étant un entier variant entre 1 et le nombre prédéfini U . En appliquant la séquence de régressions en partant de chaque vecteur descripteur V_1^u associé à chaque position de départ possible P_1^u , on obtient ainsi U positions finales possibles de précision améliorée, notées P_{fin}^u , avec u variant de 1 à U .

Lors d'une étape S_5 , on vérifie que les différentes positions finales possibles sont cohérentes entre elles, par exemple en calculant un écart-type selon la relation

$$\sigma = \left\| \text{Std} \left\{ P_{fin}^u \right\} \right\|_{u \in [1, U]}$$

puis en comparant cet écart-type à un seuil prédéfini S de validation (étape S_6). Si l'écart-type est inférieur au seuil de validation, les positions sont considérées comme vraisemblables et par suite, la boîte englobante est retenue comme correspondant à une vraie détection. Sa position finale de précision améliorée peut alors être calculée en moyennant les différentes positions finales obtenues selon la relation :

$$P_{fin} = \frac{1}{U} \sum_{u=1}^U P_{fin}^u$$

Si en revanche l'écart-type est supérieur au seuil S de validation, la boîte englobante délivrée par le détecteur d'objets est considérée comme correspondant à une fausse détection, et peut être éliminée des traitements ultérieurs.

REVENDICATIONS

1. Procédé de traitement de données issues d'un détecteur d'objets équipant un véhicule automobile, le détecteur d'objets étant apte, à partir d'images (I_m) capturées par une caméra embarquée sur le véhicule automobile, à délivrer une boîte englobante (3) de taille et de position initiale P_{init} déterminées dans une image (1), ladite boîte englobante (3) délimitant une zone de l'image représentative d'un objet détecté, le procédé comportant une étape de détermination d'une position finale P_{fin} de précision améliorée de ladite boîte englobante dans l'image (1) comprenant les étapes suivantes :

- 10 - on effectue (S_2) un balayage d'une zone (4) de recherche de l'image (1) recouvrant ladite boîte englobante (3) par une fenêtre glissante ($5_{P(i,j)}$), et on génère, pour chaque position d'une pluralité de positions possibles ($P(i,j)$) de la fenêtre glissante ($5_{P(i,j)}$), un vecteur ($V_{P(i,j)}$) descripteur d'image associé ;
- à partir d'au moins un vecteur descripteur (V_{P_1}) associé à une
- 15 position de départ (P_1) sélectionnée (S_{30}) parmi la pluralité de positions possibles ($P(i,j)$), on applique (S_3) une séquence prédéterminée de régressions prédéfinies, chaque régression délivrant un déplacement vectoriel élémentaire (y_1, y_2, y_3) vers une nouvelle position de précision améliorée, et on détermine (S_4) la position finale P_{fin} de précision améliorée pour ladite boîte englobante
- 20 en appliquant depuis la position initiale P_{init} de la boîte englobante (3) un déplacement total égal à la somme des déplacements vectoriels élémentaires (y_1, y_2, y_3) délivrés par les régressions de ladite séquence.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite zone (4) de recherche correspond à la totalité de l'image (1).

- 25 3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite zone (4) de recherche correspond à une portion de l'image (1), sensiblement centrée autour de ladite boîte englobante (3).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la fenêtre glissante ($5_{P(i,j)}$) est sensiblement de même
- 30 taille que la boîte englobante (3).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la séquence prédéterminée comporte un nombre entier K de régressions, et en ce que la position finale P_{fin} de précision améliorée pour ladite boîte englobante est obtenue par la relation

$$5 \quad P_{fin} = P_1 + \sum_{k=1}^K y_k$$

dans laquelle P_1 correspond à la position de départ et y_k correspond au déplacement vectoriel élémentaire calculé par la k -ième régression de la séquence.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les régressions prédéfinies de la séquence prédéterminée de régressions sont selon des modèles de régression linéaires et/ou non linéaires.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la position de départ (P_1) est sélectionnée comme étant la position initiale P_{init} de la boîte englobante (3).

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la position de départ (P_1) est sélectionnée distincte de la position initiale P_{init} de la boîte englobante (3).

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la séquence prédéfinie de régressions prédéterminée est appliquée sur une pluralité de positions de départ possibles sélectionnées, générant ainsi une pluralité de positions finales possibles de précision améliorée pour ladite boîte englobante, et ce que le procédé comporte en outre une étape (S_5 , S_6) de vérification que la boîte englobante correspond à une fausse détection d'objet ou à une vraie détection d'objet sur la base de la pluralité de positions finales possibles générées.

10. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de vérification comprend le calcul (S_5) de l'écart type sur la pluralité de positions finales possibles et la comparaison (S_6) de l'écart-type calculé à un seuil

prédéfini de validation, un écart-type calcul inférieur audit seuil prédéfini de validation correspondant à une vraie détection d'objet.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 ou 10, caractérisé en ce que une position finale de la boîte englobante correspondant à une vraie
5 détection est calculée (S_7) par une moyenne sur la pluralité de positions finales possibles.

1 / 4

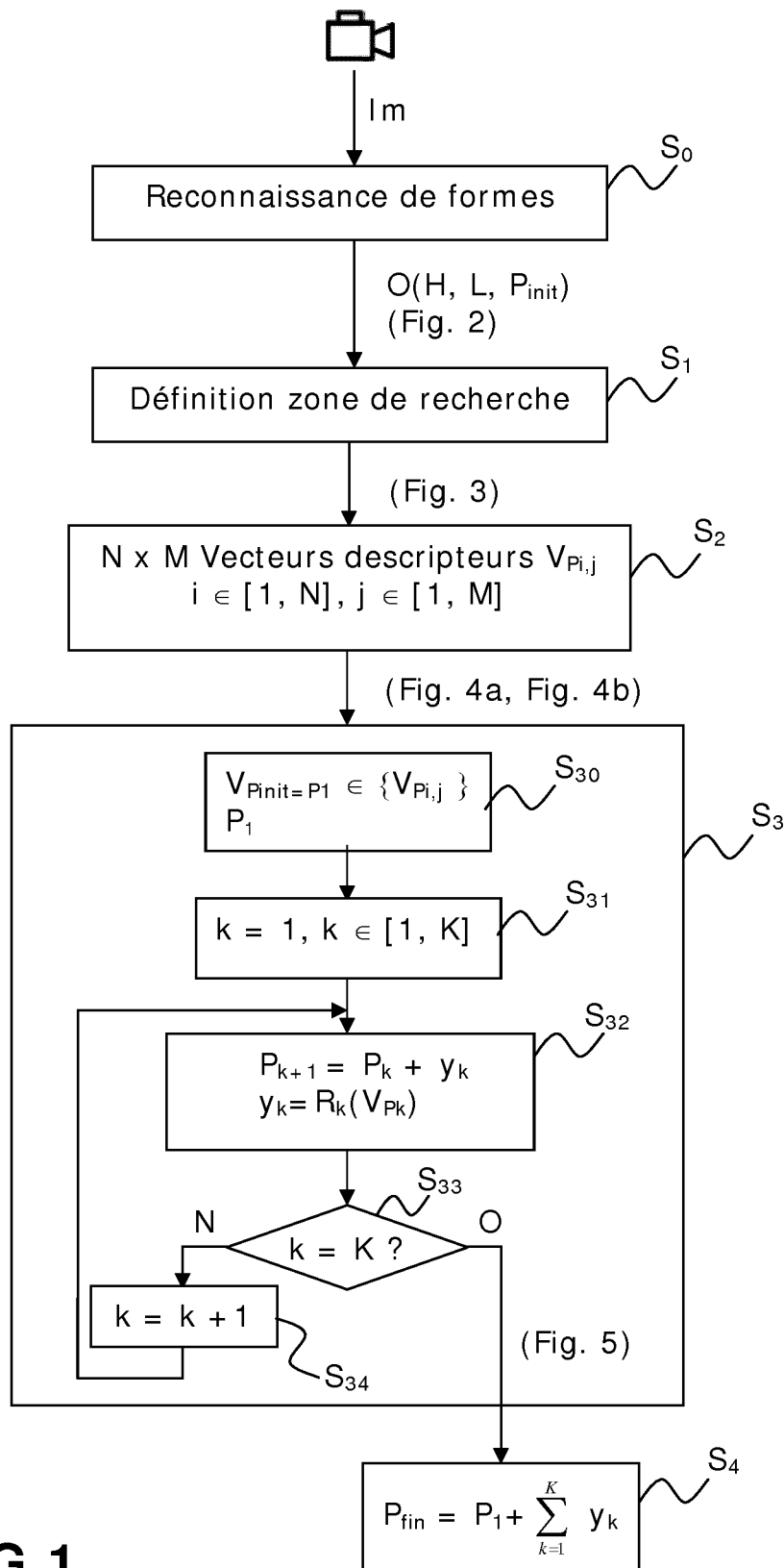


FIG. 1

2 / 4

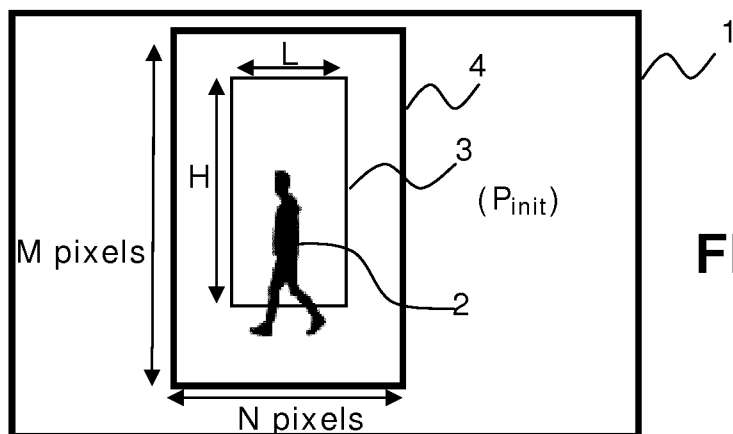
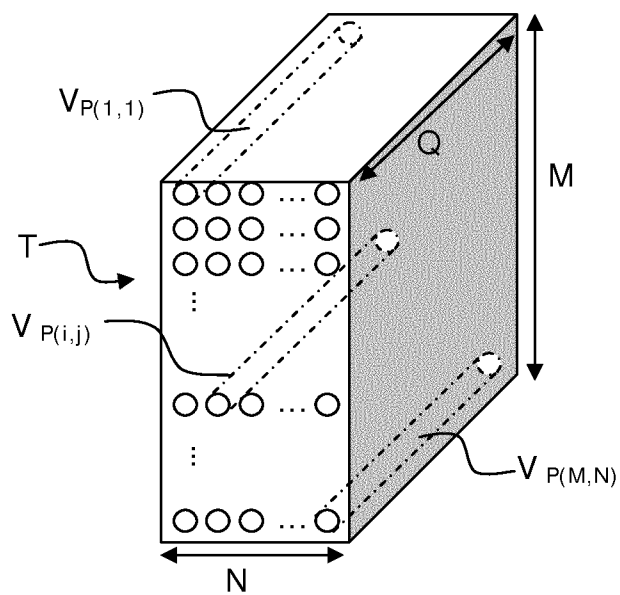
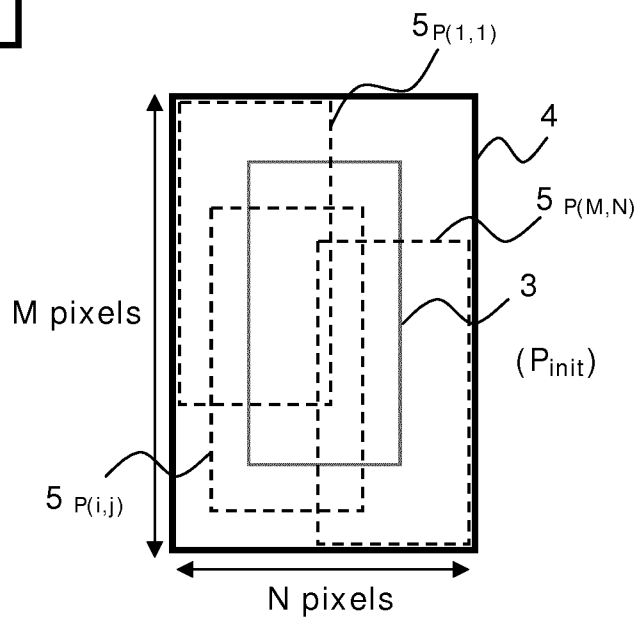
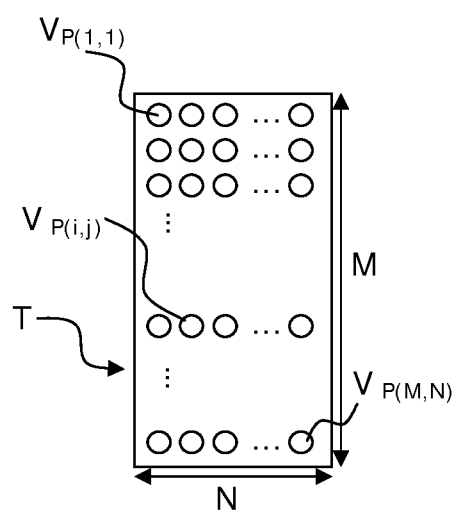


FIG. 2

FIG. 3



(a)



(b)

FIG. 4

3 / 4

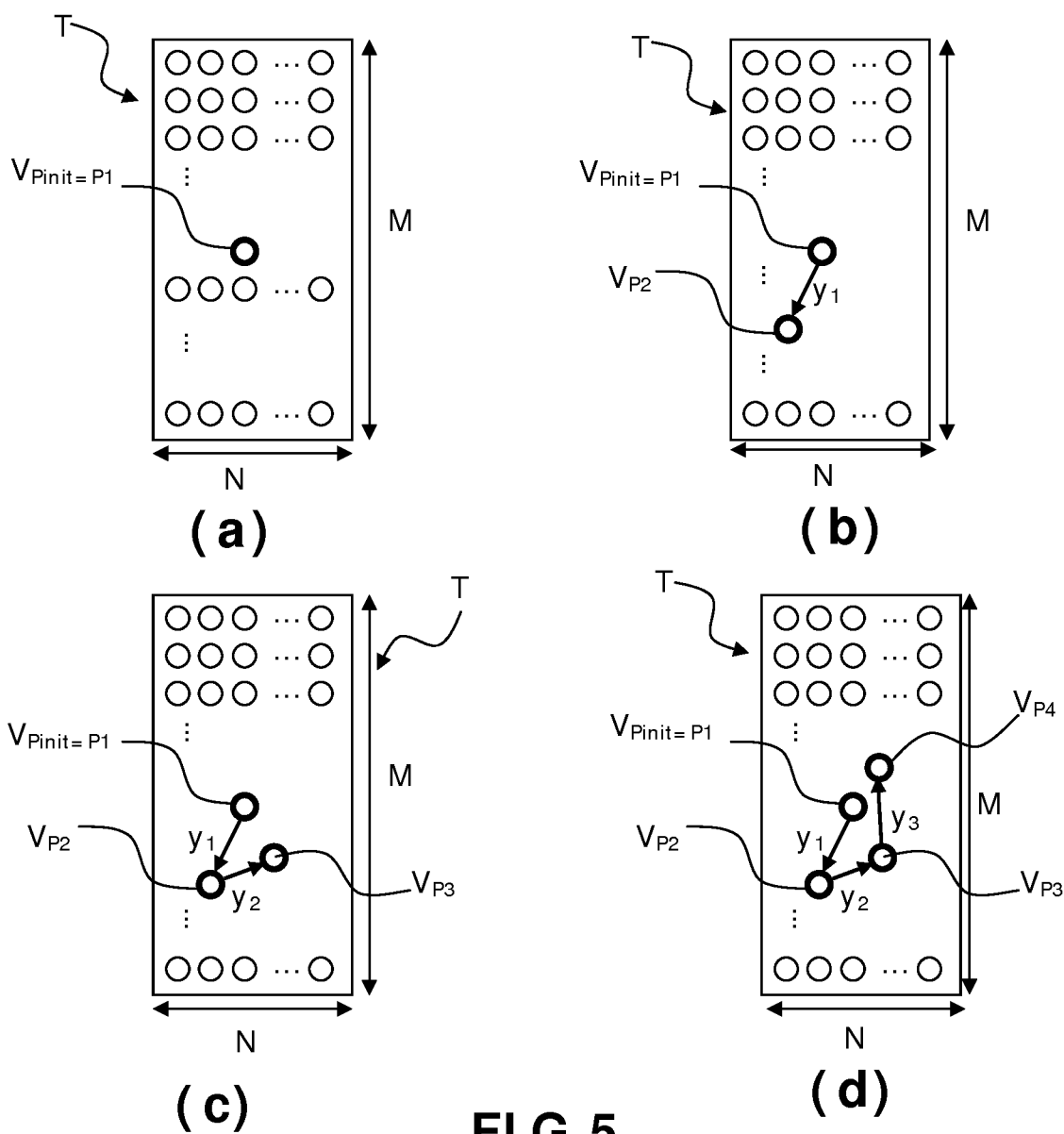


FIG. 5

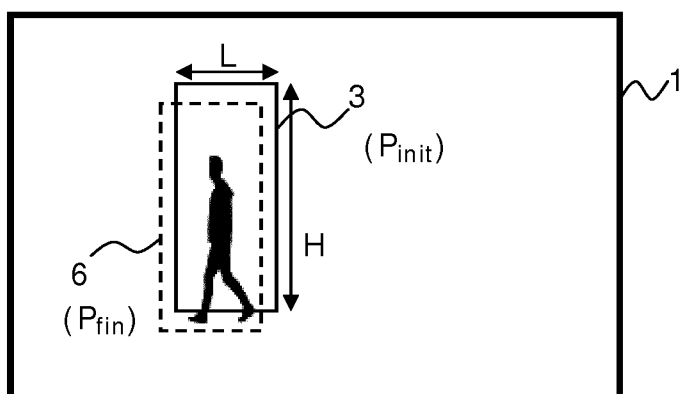


FIG. 6

4 / 4

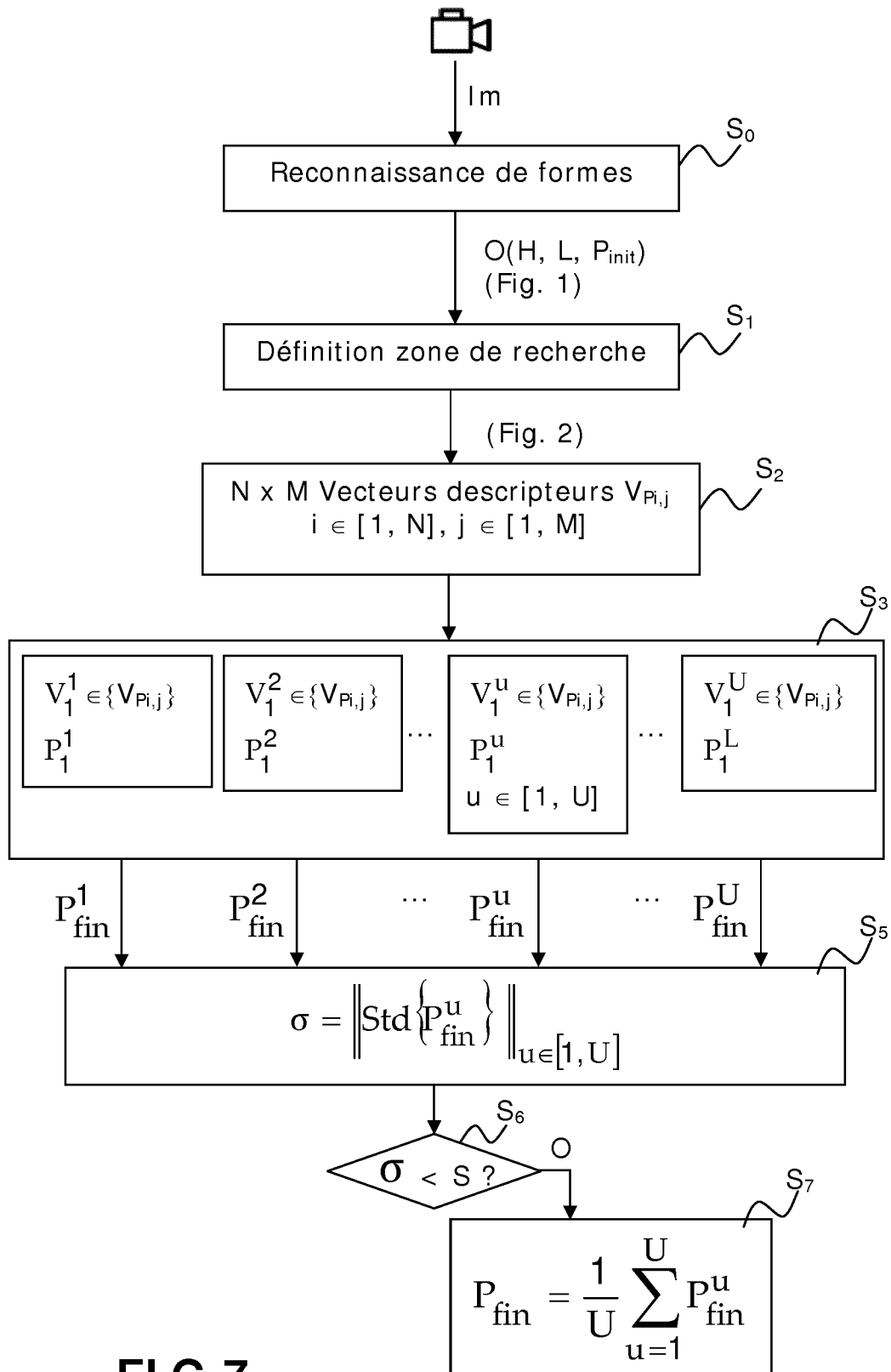


FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/067014

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G06K9/00 G06K9/62
ADD.

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)
G06K

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Anthony D Rhodes ET AL: "Bayesian optimization for refining object proposals", ARXIV repository, 6 April 2017 (2017-04-06), pages 1-8, XP055468280, Retrieved from the Internet: URL:https://arxiv.org/vc/arxiv/papers/1703/1703.08653v2.pdf [retrieved on 2018-04-18] abstract; figure 1 Section 3.2 Section 4.2 ----- -/-	1-11



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

17 July 2018

Date of mailing of the international search report

25/07/2018

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Boltz, Sylvain

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/067014

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	YOO DONGGEUN ET AL: "AttentionNet: Aggregating Weak Directions for Accurate Object Detection", 2015 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER VISION (ICCV), IEEE, 7 December 2015 (2015-12-07), pages 2659-2667, XP032866610, DOI: 10.1109/ICCV.2015.305 Section 3.1; figure 2 Section 4.2 -----	1-11
X	RAJARAM RAKESH N ET AL: "RefineNet: Iterative refinement for accurate object localization", 2016 IEEE 19TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS (ITSC), IEEE, 1 November 2016 (2016-11-01), pages 1528-1533, XP033028542, DOI: 10.1109/ITSC.2016.7795760 Section II.C -----	1-11
X	JIANAN LI ET AL: "Multi-stage Object Detection with Group Recursive Learning", ARXIV.ORG, CORNELL UNIVERSITY LIBRARY, 201 OLIN LIBRARY CORNELL UNIVERSITY ITHACA, NY 14853, 18 August 2016 (2016-08-18), XP080720611, Section III.A Section III.B -----	1-11
X	SPYROS GIDARIS ET AL: "Attend Refine Repeat: Active Box Proposal Generation via In-Out Localization", ARXIV.ORG, CORNELL UNIVERSITY LIBRARY, 201 OLIN LIBRARY CORNELL UNIVERSITY ITHACA, NY 14853, 14 June 2016 (2016-06-14), XP080708398, Section 2.1 Section 2.2; figure 4 Section 3.1.2 -----	1-11
X	NAJIBI MAHYAR ET AL: "G-CNN: An Iterative Grid Based Object Detector", 2016 IEEE CONFERENCE ON COMPUTER VISION AND PATTERN RECOGNITION (CVPR), IEEE, 27 June 2016 (2016-06-27), pages 2369-2377, XP033021416, DOI: 10.1109/CVPR.2016.260 Section 3.2.1 Section 3.2.2; figure 3 -----	1-11

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2018/067014

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G06K9/00 G06K9/62 ADD.		
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) G06K		
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, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	Anthony D Rhodes ET AL: "Bayesian optimization for refining object proposals", ARXIV repository, 6 avril 2017 (2017-04-06), pages 1-8, XP055468280, Extrait de l'Internet: URL: https://arxiv.org/vc/arxiv/papers/1703/1703.08653v2.pdf [extrait le 2018-04-18] abrégé; figure 1 Section 3.2 Section 4.2 ----- -/--	1-11
☒ 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	
17 juillet 2018	25/07/2018	
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 Boltz, Sylvain

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	YOO DONGGEUN ET AL: "AttentionNet: Aggregating Weak Directions for Accurate Object Detection", 2015 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER VISION (ICCV), IEEE, 7 décembre 2015 (2015-12-07), pages 2659-2667, XP032866610, DOI: 10.1109/ICCV.2015.305 Section 3.1; figure 2 Section 4.2 -----	1-11
X	RAJARAM RAKESH N ET AL: "RefineNet: Iterative refinement for accurate object localization", 2016 IEEE 19TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS (ITSC), IEEE, 1 novembre 2016 (2016-11-01), pages 1528-1533, XP033028542, DOI: 10.1109/ITSC.2016.7795760 Section II.C -----	1-11
X	JIANAN LI ET AL: "Multi-stage Object Detection with Group Recursive Learning", ARXIV.ORG, CORNELL UNIVERSITY LIBRARY, 201 OLIN LIBRARY CORNELL UNIVERSITY ITHACA, NY 14853, 18 août 2016 (2016-08-18), XP080720611, Section III.A Section III.B -----	1-11
X	SPYROS GIDARIS ET AL: "Attend Refine Repeat: Active Box Proposal Generation via In-Out Localization", ARXIV.ORG, CORNELL UNIVERSITY LIBRARY, 201 OLIN LIBRARY CORNELL UNIVERSITY ITHACA, NY 14853, 14 juin 2016 (2016-06-14), XP080708398, Section 2.1 Section 2.2; figure 4 Section 3.1.2 -----	1-11
X	NAJIBI MAHYAR ET AL: "G-CNN: An Iterative Grid Based Object Detector", 2016 IEEE CONFERENCE ON COMPUTER VISION AND PATTERN RECOGNITION (CVPR), IEEE, 27 juin 2016 (2016-06-27), pages 2369-2377, XP033021416, DOI: 10.1109/CVPR.2016.260 Section 3.2.1 Section 3.2.2; figure 3 -----	1-11