

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication : **2 927 443**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : **08 50873**

51) Int Cl⁸ : **G 06 Q 50/00 (2006.01) // G 06 K 9/80, 9/48**

12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

22) Date de dépôt : 12.02.08.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 14.08.09 Bulletin 09/33.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : *CLIRIS Société par actions simplifiée*
— FR et *ZELLER ALEXANDRE* — FR.

72) Inventeur(s) : *ZELLER ALEXANDRE* et *REVUE ALEXANDRE*.

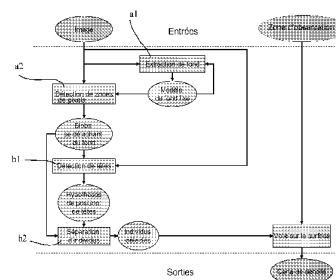
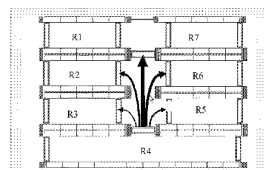
73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : *PONTET ALLANO & ASSOCIES*.

54) **PROCEDE DE SUIVI D'INDIVIDUS DANS UN CHAMP DE VISION D'UNE CAMERA.**

57) L'invention concerne un procédé de suivi d'individus en déplacement dans une zone d'observation, dans lequel procédé on acquiert une pluralité d'images de la zone d'observation au moyen d'une caméra vidéo, pour chaque image acquise on réalise les étapes suivantes:

- a) détection de zones de pixels se détachant du fond fixe de l'image,
- b) détection des individus,
- c) pour chaque individu détecté, détermination de la position occupée par cet individu, et
- d) pour l'ensemble des positions déterminées, on minimise la distance globale entre les positions ainsi déterminées dans l'image en cours et des positions déterminées lors d'une image précédente.



FR 2 927 443 - A1



" Procédé de suivi d'individus dans un champ de vision d'une caméra."

La présente invention se rapporte à un procédé de suivi d'individus en
5 déplacement dans une zone d'observation. Elle trouve une application
particulièrement intéressante mais non limitative dans le domaine de
l'analyse comportementale par vision artificielle. Plus précisément, la
présente invention peut s'appliquer à des systèmes dans lesquels on
dispose d'au moins une caméra disposée en hauteur dans un endroit
10 stratégique d'un magasin où l'on est capable de visualiser des déplacements
de personnes vers et en provenance des rayons du magasin. Le flux vidéo
de la caméra est traité de façon notamment à réaliser des analyses
comportementales.

Dans le domaine d'analyse comportementale, il peut être intéressant
15 de connaître les déplacements des personnes au niveau d'un croisement ou
dans une zone donnée.

Un but de la présente invention est d'établir des flux entre différents
points d'accès d'un carrefour par exemple. La présente invention a aussi
pour but un nouvel outil d'analyse comportementale sur les trajectoires des
20 personnes dans un magasin.

On atteint au moins l'un des buts précités avec un procédé de suivi
d'individus en déplacement dans une zone d'observation, dans lequel procédé
on acquiert une pluralité d'images de la zone d'observation au moyen d'une
25 caméra vidéo qui est fixe de préférence. Pour chaque image acquise (en
provenance notamment d'une image vidéo) on réalise les étapes suivantes :
a) détection de zones de pixels se détachant du fond fixe de l'image,
b) détection des individus,
c) pour chaque individu détecté, détermination de la position occupée par cet
30 individu, et
d) pour l'ensemble des positions déterminées, on minimise la distance globale
entre les positions ainsi déterminées dans l'image en cours et des positions
déterminées lors d'une image précédente.

Avec le procédé selon la présente invention, plus deux détections sont
35 proches, plus elles sont susceptibles de correspondre à un même individu.

Ainsi la trajectoire d'un individu est formée par un ensemble de positions déterminées à travers des images successives et appariées ensemble selon le critère de la minimisation globale.

5 Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, la minimisation de la distance globale consiste à réaliser les étapes suivantes : pour chaque position d'individu déterminée, on évalue la distance par rapport aux autres positions d'individus, définissant ainsi une matrice de distances que l'on convertit en matrice de similitudes, puis on normalise des vecteurs propres de
10 cette matrice de similitudes. En d'autres termes, on réalise en fait une méthode à base de décomposition en valeurs singulières. La normalisation des vecteurs propres de cette matrice de similitudes permet d'identifier le meilleur appariement global de l'ensemble des positions.

15 Selon l'invention, la distance entre deux positions est définie en prenant en compte :

- une distance géométrique 3D : chaque position est identifiée dans un repère 3D fixe, il est donc possible d'évaluer la distance en mètres séparant deux positions ;
- 20 - une distance géométrique 2D avec prise en compte de recouvrement : chaque position est identifiée dans le plan de l'image, il est donc possible d'évaluer la distance en pixels séparant deux positions dans cette représentation, on peut notamment utiliser la distance dite de Hausdorf, et/ou utiliser des critères de recouvrement de positions ;
- 25 - une distance colorimétrique : pour chaque position, il est possible d'établir une signature à partir de ses histogrammes de couleur ; la mesure de corrélation entre les signatures de deux positions permet d'en déduire une distance d'apparence des deux positions ;
- une cohérence temporelle : la date de détection de deux positions peut
30 être intégrée dans la mesure de distance pour apparié de préférence deux positons proches dans le temps.

L'invention est notamment remarquable par le fait qu'on effectue un appariement global sur l'ensemble des individus détectées, en utilisant des notions riches de distance entre individus pouvant être basées sur des notions

de position géométrique, dimensions, signature d'apparence, cohérence temporelle, ...

En complément notamment de ce qui précède, il est proposé un
5 procédé utilisant plusieurs caméras dans différentes zones d'observation. On désire suivre des individus qui passeraient de la zone d'observation d'une caméra à la zone d'observation d'une autre caméra. Pour chaque caméra, on réalise les étapes telles que décrites précédemment. Selon l'invention, on réalise en outre les étapes suivantes :

- 10 - on détermine une trajectoire locale pour chaque individu et pour chaque zone d'observation, cette trajectoire locale correspondant aux positions successives occupées par cet individu,
- on enregistre ces trajectoires locales ainsi que les horaires d'apparition et de disparition,
- 15 - on effectue un appariement des différentes trajectoires locales à travers différents champs d'observation en déplaçant une fenêtre temporelle glissante sur l'ensemble des enregistrements, en cherchant à apparier la disparition d'une trajectoire locale avec l'apparition d'une autre.

20 Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, l'étape b) de détection des individus comprend les étapes suivantes :

détection de têtes des individus dans chaque zone de pixels, et dénombrement des individus dans chaque zone de pixels.

En particulier, l'étape de détection de têtes comprend les étapes
25 suivantes :

application d'un filtre de Canny sur l'image par rapport aux zones de pixels de façon à générer une image de contours des zones de pixels,
application d'une transformée en distance de façon à élaborer une
carte de distances,

30 réalisation d'une convolution entre la carte de distance et un modèle de tête (« template ») de façon à obtenir une carte de convolution, et
application d'un algorithme de ligne de partage des eaux (« watershed ») de façon à détecter des têtes d'individus.

L'utilisation d'algorithme de ligne de partage des eaux pour la
35 détection de têtes d'individus permet d'obtenir les positions les plus

probables de têtes dans l'image sans avoir recours à des valeurs arbitraires (notamment de valeurs de seuils) ce qui limite les risques de non détection et garantit l'unicité d'une solution locale.

Avantageusement, le dénombrement consiste à identifier
5 simultanément le nombre d'individus présents et leur position respective. En d'autres termes, on réalise une segmentation de groupes. En effet, dans la plupart des circonstances, les images proviennent d'une caméra ayant parfois un angle de visée oblique par rapport au sol, provoquant ainsi de nombreuses situations d'occlusion entre individus, il est alors difficile
10 d'utiliser une recherche individu par individu. Pour cela, la présente invention propose donc une solution cherchant à détecter et dénombrer un groupe (identification simultanée du nombre de personnes présentes et de leur position respective), et non à détecter chaque individu séparément.

Selon une caractéristique de l'invention, l'identification des individus
15 est effectuée à partir d'un modèle d'apparence à trois ellipses imitant un individu.

Ce modèle d'apparence est optimisé selon les critères suivants :

- minimisation du nombre d'individus,
- maximisation du nombre de pixels différents du fond et
20 appartenant aux silhouettes,
- minimisation du nombre de pixels différents du fond et n'appartenant pas aux ellipses,
- minimisation du nombre de pixels appartenant au fond et aux ellipses, et
25 - minimisation de la distance des contours d'un modèle 2D/3D.

Ensuite, l'optimisation est réalisée au moyen d'un algorithme itératif de descente de gradient.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, on répartit la convergence de l'algorithme itératif sur des images successives. La
30 convergence de l'algorithme itératif vers un dénombrement optimal des individus peut prendre un temps considérable. Avec la présente invention, on se contente d'une solution partielle approchée sur une image au moment de passer à l'image suivante; cette solution approchée servant de point de départ pour l'image suivante.

Selon une variante avantageuse de l'invention, l'étape b) de détection des individus peut comprendre les étapes suivantes :

à partir d'un modèle 3D de la zone d'observation, d'un modèle 3D d'individu, et des caractéristiques liées à l'appareil d'acquisition de la pluralité d'images d'observation, on réalise une projection perspective dans l'image en cours de chaque surface élémentaire de la zone d'observation de façon à obtenir une projection 2D des modèles d'individu ;

on calcule la correspondance des modèles 2D sur chaque zone de pixels de façon à obtenir une carte de densité de probabilité de présence ;
10 et

on réalise une recherche de maxima par l'algorithme de ligne de partage des eaux de façon à déterminer les individus détectés.

De préférence, les caractéristiques de l'appareil d'acquisition comprennent le champ de vision, le positionnement et la distorsion.

D'une façon générale, selon l'invention, préalablement à l'étape a), on réalise une étape d'extraction d'un fond de l'image de façon à déterminer un modèle de fond fixe. L'extraction du fond fixe de l'image est obtenue en moyennant les valeurs des pixels de l'image au cours du temps.

Selon l'invention, pour tenir compte des faibles variations des valeurs des pixels, on peut modéliser la valeur de chaque pixel de fond par une distribution de probabilités. Cette distribution peut être représentée par une gaussienne, ou plus sobrement par une valeur moyenne et deux valeurs min et max.

Par ailleurs, afin de minimiser autant que possible l'influence des objets n'appartenant pas au fond, avant de moyenner les valeurs des pixels de l'image, il est possible d'effectuer une détection instantanée de mouvement par soustraction d'images successives et d'appliquer un seuil afin d'obtenir un masque correspondant aux pixels qui ne seront pas moyennés.

30

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée d'un mode de mise en œuvre nullement limitatif, et des dessins annexés, sur lesquels :

La figure 1 est une vue schématique générale d'un rayon de magasin surveillé par caméra,
35

La figure 2 est une vue schématique illustrant la distribution de flux dans un croisement,

La figure 3 est une vue schématique illustrant l'origine de flux dans un croisement,

5 La figure 4 est une vue schématique illustrant le positionnement de plusieurs individus à deux instants différents,

La figure 5 est une vue schématique illustrant l'appariement des positions de la figure 4,

10 La figure 6 est une vue schématique illustrant plusieurs trajectoires dans le cadre d'un mode de gestion multi-caméras,

La figure 7 est une vue schématique illustrant l'appariement des trajectoires de la figure 6,

La figure 8 est une vue schématique illustrant la répartition de flux depuis une origine unique et vers plusieurs destinations,

15 La figure 9 est une vue générale d'un organigramme illustrant différentes étapes d'un procédé selon l'invention,

Les figures 10 et 11 sont des images provenant d'une caméra de surveillance sans et avec des blobs apparents,

20 La figure 12 est une vue d'un organigramme détaillé d'un algorithme de détection de têtes d'individus,

La figure 13 illustre un modèle d'apparence à trois ellipses selon l'invention,

La figure 14 est un schéma simplifié illustrant différentes étapes d'une variante d'algorithme de détection d'individus, et

25 La figure 15 est une vue de l'algorithme décrit sur la figure 14.

Sur la figure 1 on voit un rayon 1 d'un magasin équipé d'une caméra de surveillance 2 disposée en hauteur. Cette caméra de surveillance est fixée au plafond et est disposée en oblique de façon à filmer un objet
30 d'intérêt 3 dans un endroit stratégique tel qu'un carrefour de plusieurs allées dans le magasin. On définit une zone d'observation 4 qui est une surface autour de l'objet d'intérêt 3 et comprise dans le champ de vision de la caméra 2. La présente invention a pour but de déterminer les trajectoires des individus traversant cette zone d'observation. Sur la figure 1, on voit

que la caméra de surveillance 2 est reliée à un serveur distant 5 destiné à mettre en œuvre le procédé selon l'invention.

- 5 Le suivi des individus par la caméra permet d'établir des flux entre différents points d'accès d'un carrefour, et donc d'extraire notamment les informations suivantes :
- distribution des flux à partir d'un point d'entrée comme représenté sur la figure 2, et
 - 10 - origine des flux vers un point de sortie comme représenté sur la figure 3.

La figure 4 illustre la problématique de l'appariement. On distingue en b21-b25 des positions d'individus pour une image à l'instant t+1, et en a21-
15 a24 des positions d'individus pour une image à l'instant t. On a donc déterminé avec précision la position de chaque individu dans la zone d'observation pour chaque instant. Par exemple pour la position a22, il s'agit de savoir si sa position suivante est la position b21 ou la position b23. Avec le procédé selon l'invention, on réalise une minimisation de la distance
20 globale. En fait on normalise la matrice de correspondance. Sur la figure 5, on voit que l'appariement est optimal par minimisation des distances de façon globale : a22 est apparié à b21, et a24 est apparié à b23.

L'analyse des flux peut être étendue à l'ensemble d'un magasin
25 observé par plusieurs caméras. Cela peut être fait simplement par concaténation de données locales sur les croisements, ou mieux par suivi individuel des individus dans les différents champs de caméras.

Dans un tel mode de gestion de caméras multiples, il arrive souvent que les cibles soient perdues pendant plusieurs secondes. Dans ce mode,
30 les individus sont suivis localement sur chaque caméra, et chaque trajectoire locale est enregistrée dans une base de données dans le serveur 5 par exemple; cet enregistrement contient les positions et dates d'apparition et de disparition des individus, et éventuellement une représentation condensée de leur signature.

L'appariement entre les trajectoires locales est ensuite effectué en déplaçant une fenêtre temporelle glissante sur l'ensemble des enregistrements, en cherchant à apparier la disparition d'une trajectoire locale avec l'apparition d'une autre. Cet appariement global peut s'effectuer
5 en plusieurs passes de façon à obtenir une meilleure optimisation globale, en utilisant toujours la même méthode de normalisation de la matrice de correspondance.

Sur la figure 6 on voit une représentation temporelle de différentes
10 trajectoires de différentes caméras enregistrées dans la base de données temporaire. Chaque trajectoire est repérée par un temps d'apparition et un temps de disparition : T_{a1} et T_{d1} respectivement pour la trajectoire $T1$.

Sur la figure 7 on reconstruit des trajectoires complètes par appariement des points de disparition et des points d'apparition, en utilisant
15 des critères de cohérence spatiale, temporelle et visuelle notamment.

L'analyse statistique des trajectoires sur l'ensemble du magasin peut aboutir à l'établissement d'une ou plusieurs trajectoires-types (trajectoires les plus empruntées par les clients du magasin).

20 La recherche de trajectoires types peut s'effectuer de différentes façons suivant le degré de complexité des éléments de trajectoires :

- accumulation simple (cas de faible combinatoire, donc peu de trajectoires possibles) : à chaque trajectoire possible est associé le nombre de personnes ayant effectuées cette trajectoire.
- 25 - Modélisation markovienne : l'ensemble des points de passage du magasin sont représentés comme les nœuds d'une chaîne de Markov. Les données de trajectoires observées servent à l'apprentissage de cette chaîne pour établir les probabilités de passage d'un point à un autre. L'analyse de la chaîne de Markov finale permet ensuite
30 d'établir les chemins les plus probables, et fournit également un modèle permettant les prédictions de trajectoires à partir des comportements observés.

Les données des flux peuvent être représentées visuellement de
35 différentes façons, suivant l'information que l'on souhaite en extraire.

On peut les représenter graphiquement sous forme d'un camembert (« Pie chart ») en indiquant le taux de trajectoire vers telle ou telle sortie. On peut aussi les représenter graphiquement sous forme d'un histogramme illustrant l'évolution de la répartition des flux au cours du temps.

5 On peut aussi réaliser une répartition des flux rapportée à la disposition des lieux comme on peut le voir sur la figure 8. Les éléments R1 à R7 représentent des rayons d'un magasin tels que par exemple jardinage, librairie, multimédia, papeterie... Les flux sont représentés par des flèches indiquant leur origine, leur destination et leur intensité au moyen de leur
10 largeur.

On va maintenant décrire un peu plus en détail le processus de détection des individus.

Sur la figure 9, on voit un organigramme d'un procédé selon
15 l'invention mis en œuvre dans le serveur distant 5. Cet organigramme a pour entrées une image acquise par la caméra de surveillance 2 et la zone d'observation 4.

A l'étape a1, on extrait le fond de l'image acquise de façon à obtenir un modèle de fond fixe. L'algorithme d'extraction du fond peut être de type
20 itératif sur notamment plusieurs images ou un flux d'image vidéo. L'approche la plus simple pour extraire le fond consiste à moyenner les valeurs des pixels au cours du temps. La contribution à la moyenne d'un objet en mouvement sera d'autant plus faible que son mouvement est rapide par rapport à la cadence des images.

25 Plus précisément, l'extraction de fond selon l'invention conduit à une modélisation de niveaux de gris, gradients et orientations de gradients moyens et de leurs écarts types. A titre d'exemple, sur la figure 10 on voit une image acquise par la caméra de surveillance 2. On distingue des individus à l'intérieur et hors de la zone d'observation 4 en pointillée. Sur la
30 figure 11, on a réalisé l'étape a1 de sorte que les éléments en mouvements hors fond fixe sont symbolisés par des blobs 12.

A l'étape a2, on réalise une détection de zone en comparant l'image et le fond, et en extrayant des zones de pixels, appelées « blobs », n'appartenant pas au fond.

A l'étape b1, on réalise une détection de têtes consistant à rechercher des positions possibles de têtes d'individus par analyse de contours. Pour ce faire on reçoit en entrée les blobs précédemment détectés et ladite image acquise. Le résultat de l'étape b1 est un ensemble d'hypothèses de position
5 de têtes.

Puis, à l'étape b2, on réalise un dénombrement des individus. Plus précisément, on réalise une identification du nombre d'individus dans chaque blob et une estimation de leur position.

10 Sur la figure 12, on voit un peu plus en détail un algorithme de détection de têtes de l'étape b1. En entrée, on distingue l'image acquise, les blobs se détachant du fond, et un modèle de tête appelé « template ». La première étape consiste à appliquer un filtre de Canny pour extraire les contours des têtes d'individus sur l'image acquise de façon à obtenir une
15 image de contours dans la zone des blobs.

Ensuite, on réalise une transformée en distance. Il s'agit d'un calcul d'une carte de distance entre contours. C'est un calcul rapide et stable de la corrélation du « template » de tête avec les contours. La sortie de cette étape est une carte de distances.

20 Ensuite, on réalise une convolution entre la carte de distances et le « template » de façon à obtenir une carte de convolution. La convolution comprend un calcul de la corrélation du « template » de tête avec les contours.

Enfin, on applique un algorithme de ligne de partage des eaux
25 (« watershed » en langue anglaise) pour localiser et quantifier des maxima de corrélation, et déterminer des maxima de probabilité de présence de têtes dans l'image acquise. On obtient en sortie une hypothèse sur la position des têtes.

30 Sur la figure 13, on voit un exemple de modèle d'apparence d'un individu. Ce modèle est utilisé à l'étape b2. En particulier, la détection d'hypothèses de têtes de l'étape b1 génère un grand nombre de fausses détections. Pour aboutir à l'interprétation complète de la scène, on cherche à identifier les individus à partir d'un modèle d'apparence à trois ellipses de la figure 13 (silhouettes pleines), en optimisant les critères suivants :

35 - minimiser le nombre de personnes,

- maximiser le nombre de pixels différents du fond et appartenant aux silhouettes,

- minimiser le nombre de pixels différents du fond et n'appartenant pas aux silhouettes,

5 - minimiser le nombre de pixels appartenant au fond et aux silhouettes, et/ou

- minimiser la distance des contours d'un modèle 2D/3D.

La convergence vers la solution optimale s'effectue par des méthodes itératives de type descente de gradient. L'évaluation de cette solution à partir de la superposition des modèles d'apparence permet de gérer naturellement les cas d'occlusion.

10

Sur la figure 14, on voit un autre exemple de procédé de détection d'individus. Dans cette variante, on fait l'hypothèse d'une taille standard de personne. La zone d'observation est considérée dans ses coordonnées réelles 3D, une "fenêtre de recherche" 6, en fait un parallélépipède 8 de la taille d'une personne, est déplacé dans cette zone suivant un maillage régulier. Pour chaque position de cette fenêtre de recherche, la projection 7 du parallélépipède dans l'image acquise est calculée, et la vraisemblance de présence d'une personne à cette position est évaluée en fonction du remplissage de ce parallélépipède par des pixels des blobs. Le remplissage est représenté sur le graphe 9.

15

20

Cette variante permet donc de gérer la perspective de la scène, ainsi que les défauts de la caméra tels que la distorsion, ce paramètre étant pris en compte dans le calcul de la projection des parallélépipèdes.

25 Cette variante permet également de prendre en compte le masquage par des objets : si l'on sait qu'une zone correspond à un objet derrière lequel des personnes seraient susceptibles d'être partiellement masquées, l'estimation de la probabilité de présence est corrigée en fonction du nombre de pixels de l'objet masquant situés dans la fenêtre de recherche.

30 Sur l'image 11 de la figure 14, après lissage, des maxima locaux de vraisemblance sont calculés en 11 par une méthode de ligne de partage des eaux sur la vraisemblance inversée; chaque bassin est considéré comme une détection possible.

Afin d'éviter des détections multiples d'un même individu (l'une des détections correspondant à son tronc, et est interprétée comme une

35

personne plus éloignée), les détections obtenues à l'étape précédente sont classées et considérées par ordre croissant de distance les séparant de la caméra de surveillance. On valide les détections de la plus proche à la plus lointaine.

5 Pour qu'une détection soit validée, on prévoit à ce que le parallélépipède soit rempli par des pixels d'un blob au-delà d'un taux prédéterminé. Chaque détection validée efface du blob les pixels contenus dans son parallélépipède, afin d'éviter les détections multiples.

 Sur la figure 15, on voit un exemple d'organigramme décrivant cette
10 variante. En entrée, on prend en compte la zone d'observation 3D, les caractéristiques de la caméra de surveillance (champ, position, distorsion,...) et un modèle d'individu, de façon à réaliser la projection perspective 7 de chaque surface élémentaire de la zone d'observation. On obtient un modèle 2D des modèles 3D d'individu. Le calcul 9 de
15 correspondance des modèles (le remplissage) entre une image des blobs et le modèle 2D des modèles permet d'établir une carte de densité de probabilité de présence de chaque individu. En 11, on recherche donc les maxima par ligne de partage des eaux (« watershed ») de façon à obtenir les individus détectés.

20 Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et de nombreux aménagements peuvent être apportés à ces exemples sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé de suivi d'individus en déplacement dans une zone d'observation, dans lequel procédé on acquiert une pluralité d'images de la zone
5 d'observation au moyen d'une caméra vidéo, pour chaque image acquise on réalise les étapes suivantes :
- a) détection de zones de pixels se détachant du fond fixe de l'image,
 - b) détection des individus,
 - c) pour chaque individu détecté, détermination de la position occupée par cet
10 individu, et
 - d) pour l'ensemble des positions déterminées, on minimise la distance globale entre les positions ainsi déterminées dans l'image en cours et des positions déterminées lors d'une image précédente.
- 15 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la minimisation de la distance globale consiste à réaliser les étapes suivantes : pour chaque position d'individu déterminée, on évalue la distance par rapport aux autres positions d'individus, définissant ainsi une matrice de distances que l'on convertit en matrice de similitudes, puis on normalise des vecteurs propres de
20 cette matrice de similitudes.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la distance entre deux positions est définie en prenant en compte une distance géométrique 3D.
25
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la distance entre deux positions est définie en prenant en compte une distance géométrique 2D.
- 30 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la distance entre deux positions est définie en prenant en compte une distance colorimétrique.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la distance entre deux positions est définie en prenant en compte une cohérence temporelle.

5 7. Procédé utilisant plusieurs caméras dans différentes zones d'observation, dans lequel procédé pour chaque caméra on réalise les étapes selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on réalise en outre les étapes suivantes :

- 10 - on détermine une trajectoire locale pour chaque individu et pour chaque zone d'observation, cette trajectoire locale correspondant aux positions successives occupées par cet individu,
- on enregistre ces trajectoires locales ainsi que les horaires d'apparition et de disparition,
- 15 - on effectue un appariement des différentes trajectoires locales à travers différents champs d'observation en déplaçant une fenêtre temporelle glissante sur l'ensemble des enregistrements, en cherchant à appairer la disparition d'une trajectoire locale avec l'apparition d'une autre.

20 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape b) de détection des individus comprend les étapes suivantes :

- détection de têtes des individus dans chaque zone de pixels, et
- dénombrement des individus dans chaque zone de pixels.

25 9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'étape de détection de têtes comprend les étapes suivantes :

- application d'un filtre de Canny sur l'image par rapport aux zones de pixels de façon à générer une image de contours des zones de pixels,
- application d'une transformée en distance de façon à élaborer une carte de distances,
- 30 - réalisation d'une convolution entre la carte de distance et un modèle de tête (template) de façon à obtenir une carte de convolution, et
- application d'un algorithme de ligne de partage des eaux (watershed) de façon à détecter des têtes d'individus.

10. Procédé selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que le dénombrement consiste à identifier simultanément le nombre d'individus présents et leur position respective.
- 5 11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'identification des individus est effectuée à partir d'un modèle d'apparence à trois ellipses imitant un individu.
12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que le modèle
10 d'apparence est optimisé selon les critères suivants :
- minimisation du nombre d'individus,
 - maximisation du nombre de pixels différents du fond et appartenant aux silhouettes,
 - minimisation du nombre de pixels différents du fond et n'appartenant
15 pas aux ellipses,
 - minimisation du nombre de pixels appartenant au fond et aux ellipses, et
 - minimisation de la distance des contours d'un modèle 2D/3D.
- 20 13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'optimisation est réalisée au moyen d'un algorithme itératif de descente de gradient.
14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'on répartit la convergence de l'algorithme itératif sur plusieurs images successives.
- 25 15. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape b) de détection des individus comprend les étapes suivantes :
- à partir d'un modèle 3D de la zone d'observation, d'un modèle 3D d'individu, et des caractéristiques liées à l'appareil d'acquisition de ladite pluralité
30 d'images d'observation, on réalise une projection perspective dans l'image en cours de chaque surface élémentaire de la zone d'observation de façon à obtenir une projection 2D des modèles d'individu ;
on calcule la correspondance des modèles 2D sur chaque zone de pixels de façon à obtenir une carte de densité de probabilité de présence ; et

on réalise une recherche de maxima par l'algorithme de ligne de partage des eaux de façon à déterminer les individus détectés.

5 16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que les caractéristiques de l'appareil d'acquisition comprennent le champ de vision, le positionnement et la distorsion.

10 17. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que préalablement à l'étape a), on réalise une étape d'extraction d'un fond de l'image de façon à déterminer un modèle de fond fixe.

15 18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que l'extraction du fond fixe de l'image est obtenue en moyennant les valeurs des pixels de l'image au cours du temps.

19. Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'on modélise la valeur de chaque pixel de fond par une distribution de probabilités.

20 20. Procédé selon la revendication 18 ou 19, caractérisé en ce qu'avant de moyenner les valeurs des pixels de l'image, on réalise une détection instantanée de mouvement par soustraction d'images successives et on applique un seuil afin d'obtenir un masque correspondant aux pixels qui ne seront pas moyennés.

25

1 / 7

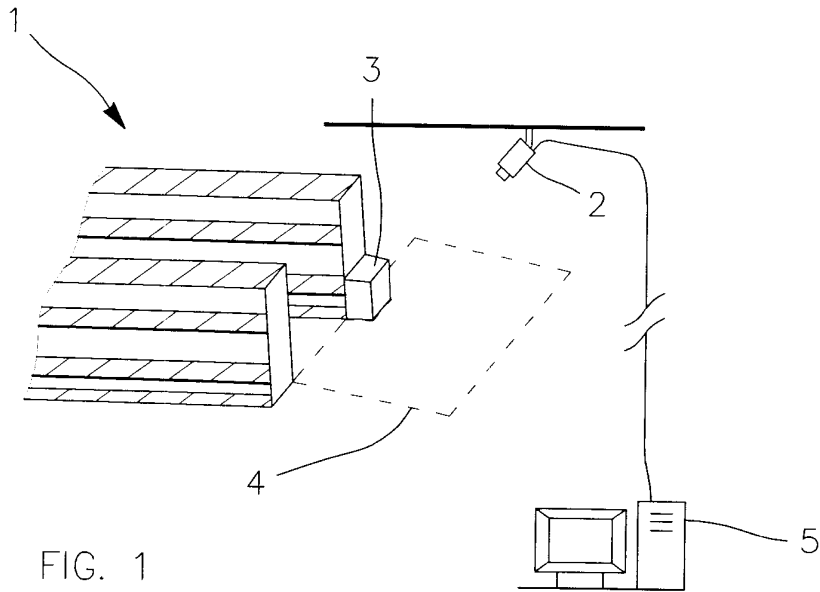


FIG. 2

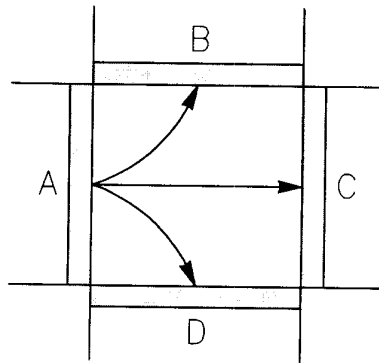
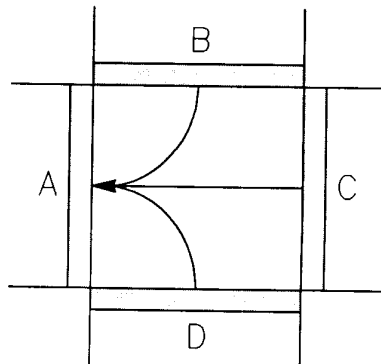


FIG. 3



2/7

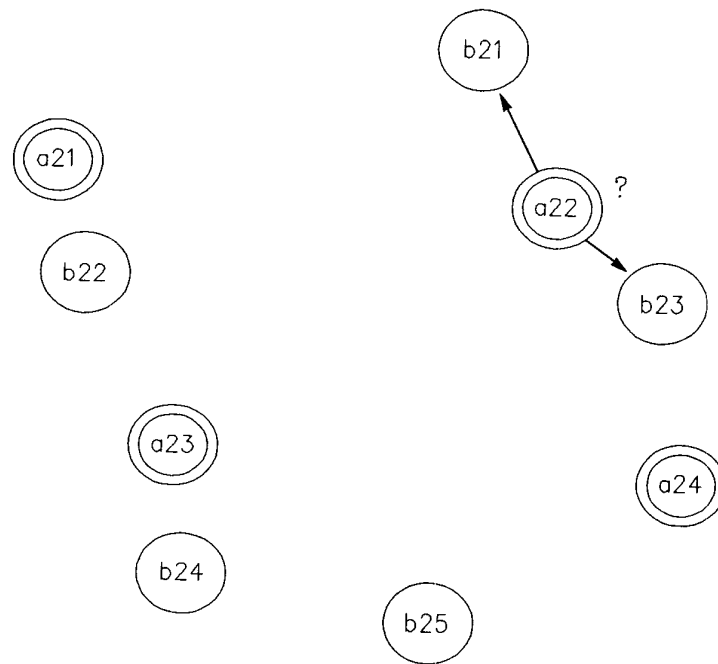


FIG. 4

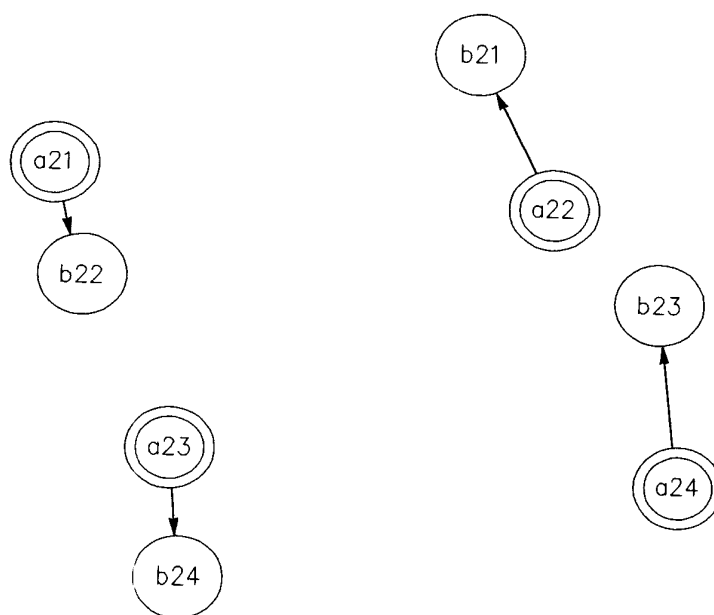


FIG. 5

3 / 7

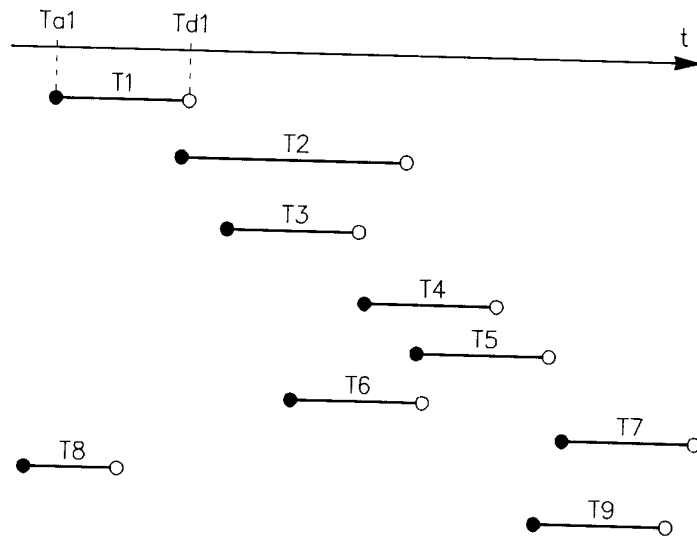


FIG. 6

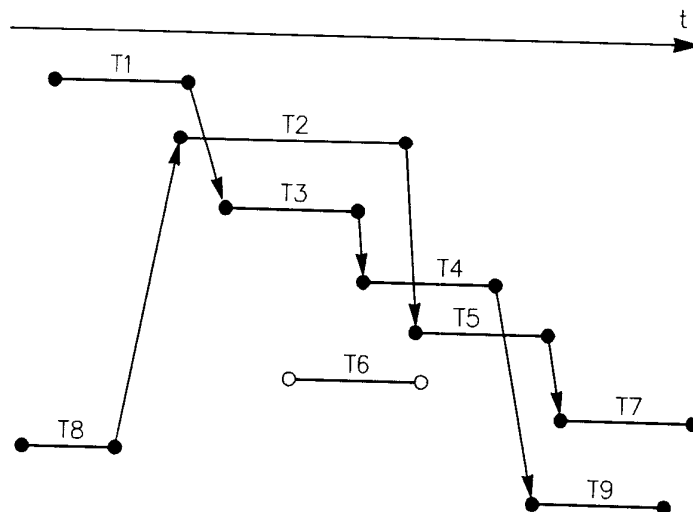


FIG. 7

4 / 7

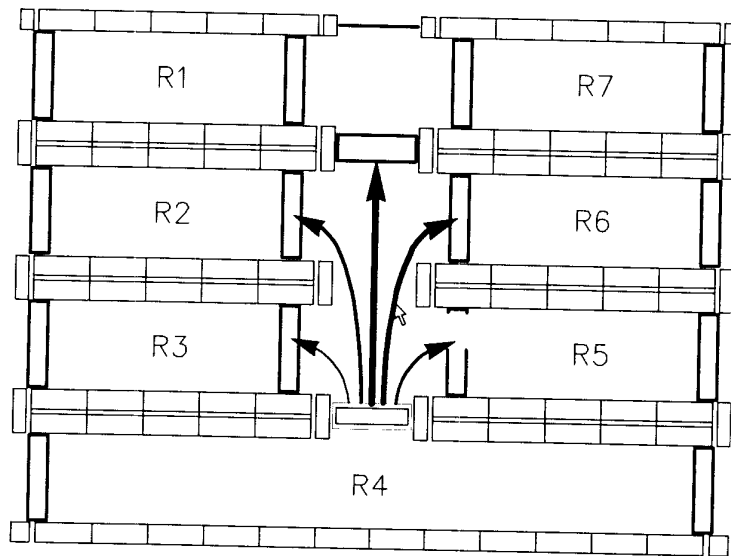


FIG. 8

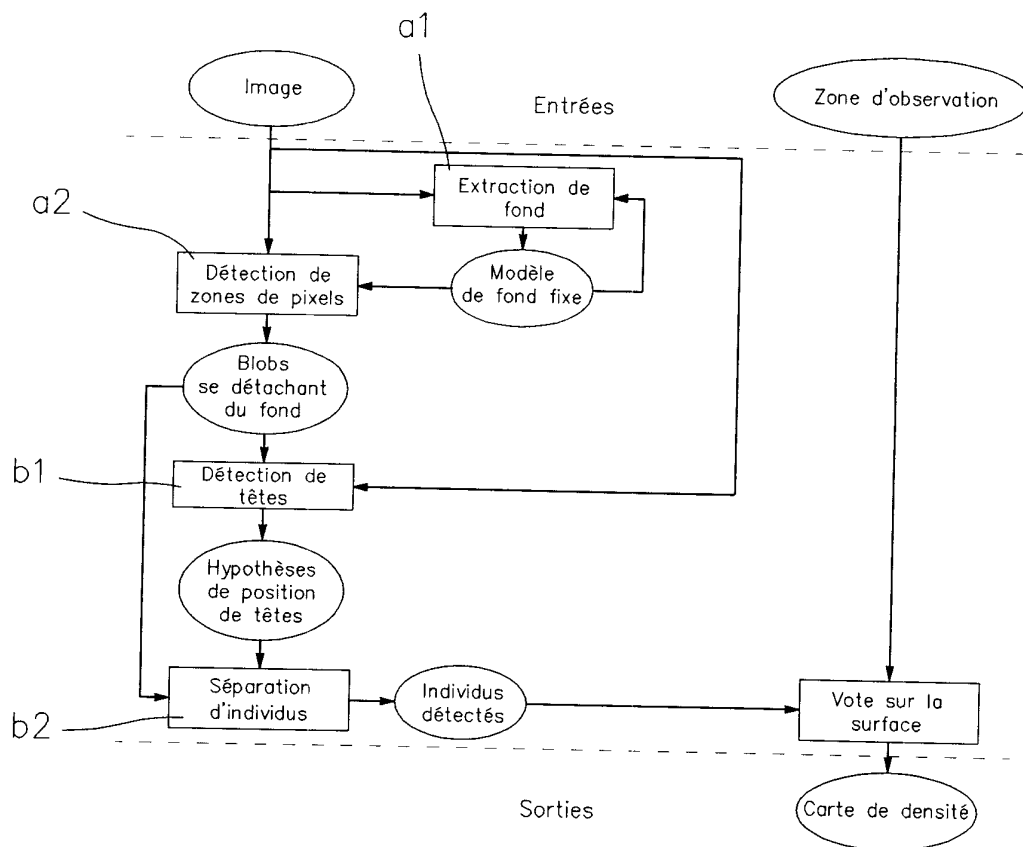
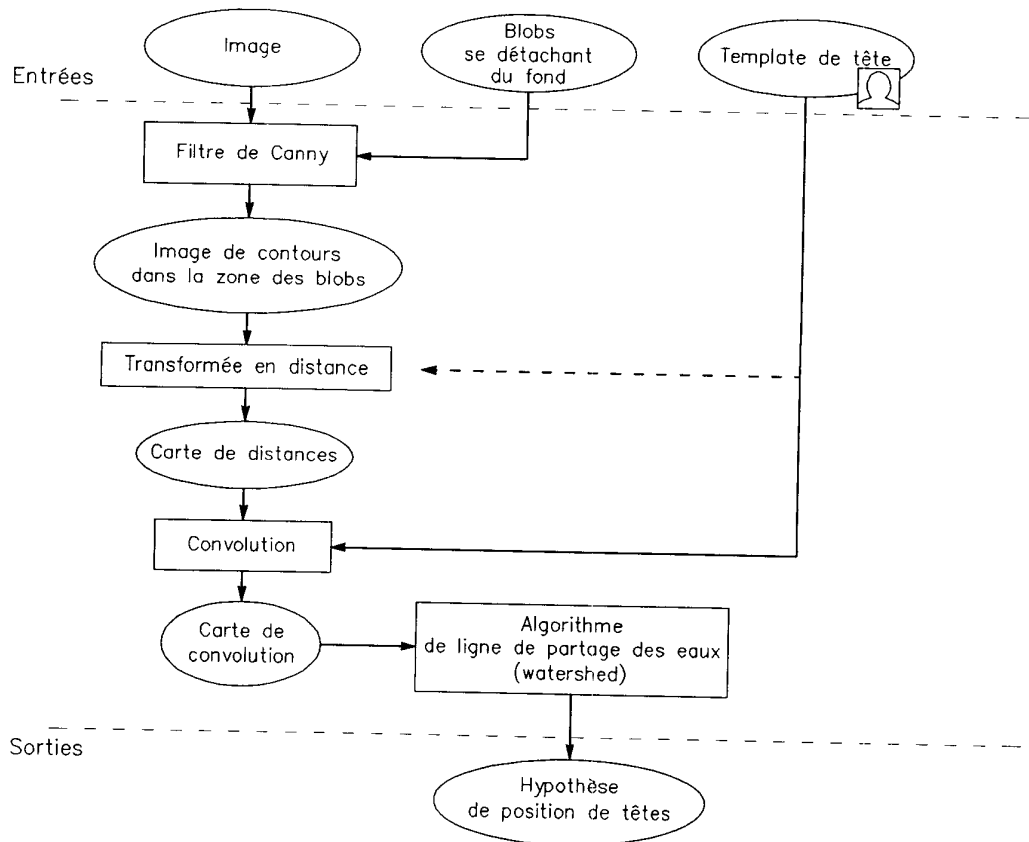
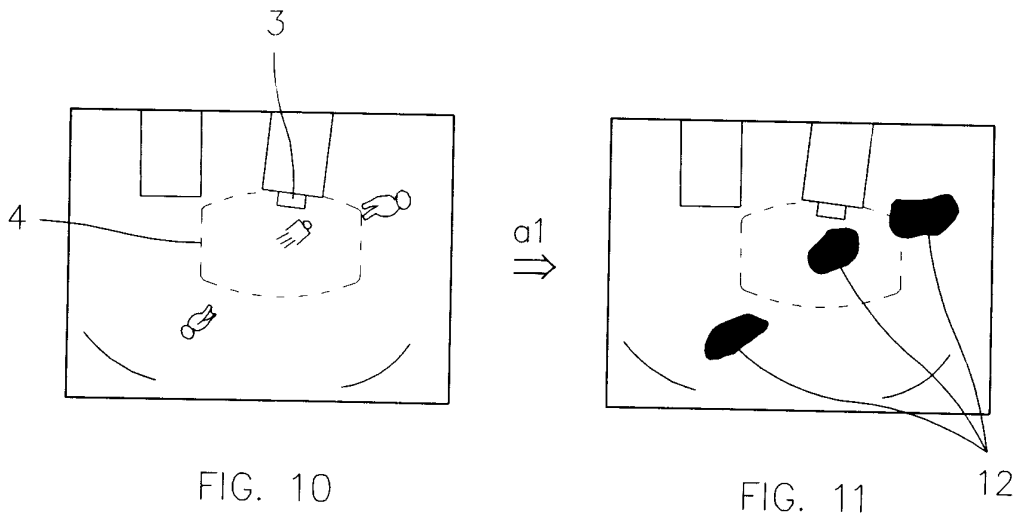


FIG. 9

5 / 7



6 / 7

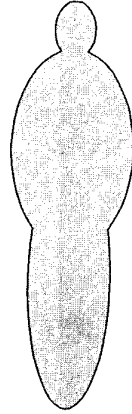


FIG. 13

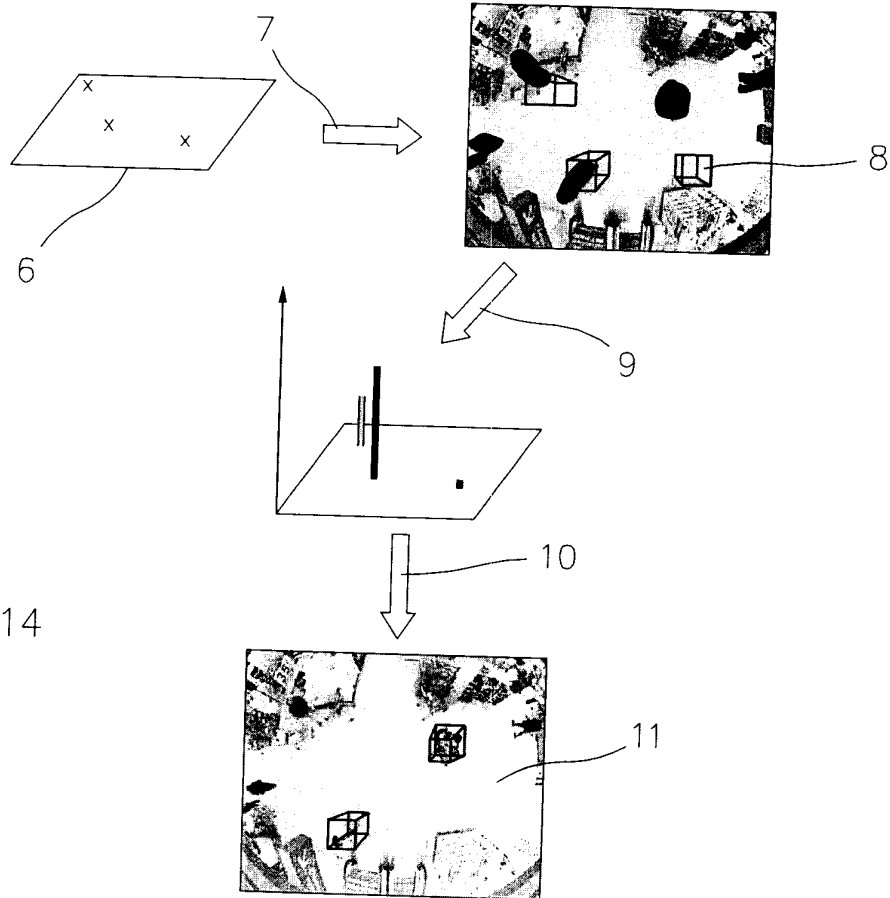


FIG. 14

7/7

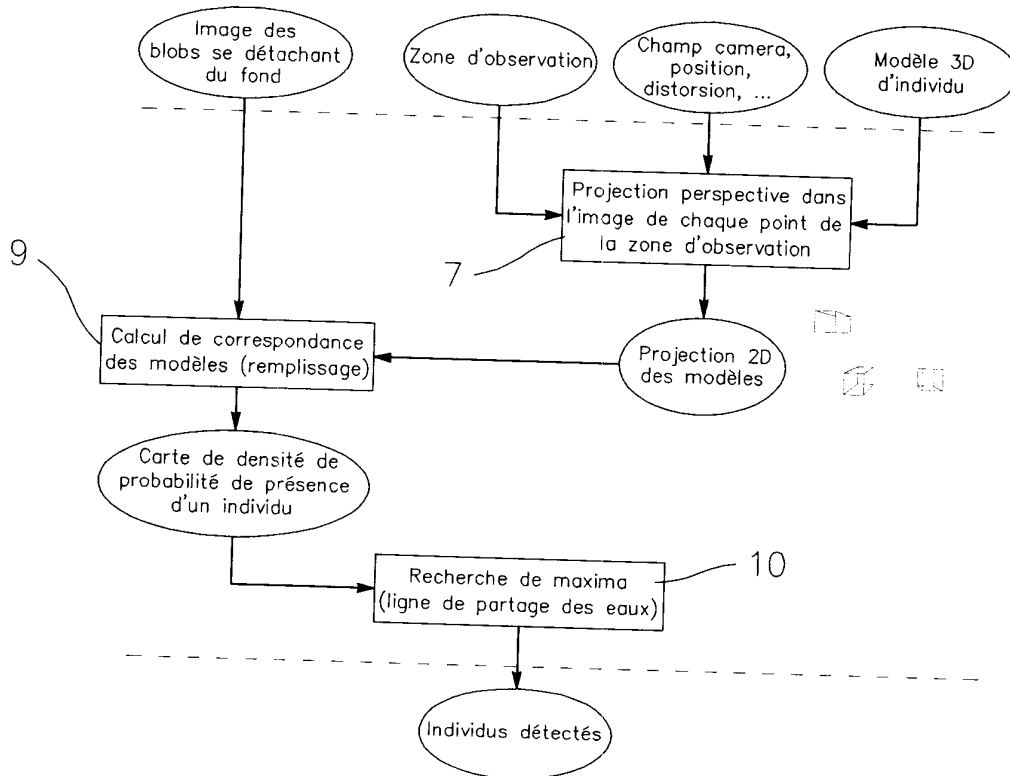


FIG. 15



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

FA 710009
FR 0850873

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X A	WO 2006/097680 A (BRITISH TELECOMM [GB]; XU LI-QUN [GB]; FOLCH PERE PUIG [GB]) 21 septembre 2006 (2006-09-21) * abrégé; figures 1-13 * * page 1, ligne 14 - page 2, ligne 19 * * page 3, ligne 5 - page 5, ligne 7 * * page 8, ligne 30 - page 11, ligne 19 * * page 12, ligne 18 - page 14, ligne 22 * * page 16, ligne 16 - ligne 27 * * page 21, ligne 28 - page 22, ligne 17 * * page 23, ligne 19 - ligne 34 * -----	1-8, 10-20 9	G06Q50/00 G06K9/80 G06K9/48
X A	XU L-Q ET AL: "Segmentation and tracking of multiple moving objects for intelligent video analysis" BRITISH TELECOM TECHNOLOGY JOURNAL, LONDON, GB, vol. 22, no. 3, 1 juillet 2004 (2004-07-01), pages 140-150, XP002341136 * le document en entier * -----	1,2,4-8, 10-14, 17-20 9,15,16	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	ROSALES R ET AL: "3D Trajectory Recovery for Tracking Multiple Objects and Trajectory Guided Recognition of Actions" 19990623; 19990623 - 19990625, vol. 2, 23 juin 1999 (1999-06-23), pages 117-123, XP010347582 * le document en entier * ----- -/--	1-20	G06Q G06T
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
2 décembre 2008		Bauer, Rodolphe	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>	

1
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

FA 710009
FR 0850873

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	<p>BIRCHFIELD S: "Elliptical head tracking using intensity gradients and color histograms" COMPUTER VISION AND PATTERN RECOGNITION, 1998. PROCEEDINGS. 1998 IEEE COMPUTER SOCIETY CONFERENCE ON SANTA BARBARA, CA, USA 23-25 JUNE 1998, LOS ALAMITOS, CA, USA, IEEE COMPUT. SOC, US, 23 juin 1998 (1998-06-23), pages 232-237, XP010291629 ISBN: 978-0-8186-8497-5 * le document en entier *</p> <p>-----</p>	1-20	
A	<p>STOYKOVA E ET AL: "3-D Time-Varying Scene Capture Technologies-A Survey" IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 17, no. 11, 1 novembre 2007 (2007-11-01), pages 1568-1586, XP011196191 ISSN: 1051-8215 * le document en entier * "C. Human Face and Body Specific techniques" en particulier</p> <p>-----</p>	1-20	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		2 décembre 2008	Bauer, Rodolphe
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

1
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0850873 FA 710009**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 02-12-2008

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2006097680 A	21-09-2006	CN 101142593 A	12-03-2008
		JP 2008533892 T	21-08-2008
		US 2008166045 A1	10-07-2008
