

(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
15 décembre 2022 (15.12.2022)

(10) Numéro de publication internationale

WO 2022/260505 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G06V 20/52 (2022.01) *H04N 7/18* (2006.01)

(72) Inventeurs : **AZZAKHNINI, Mohammed** ; Faculté Des Sciences Dhar El Mahraz, B.P. 1796 Atlas, Fès, 30003 (MA). **AZOUGH, Ahmed** ; Faculté Des Sciences Dhar El Mahraz, B.P. 1796 Atlas, Fès, 30003 (MA). **EN-NAHNAHI, Noureddine** ; Faculté Des Sciences Dhar El Mahraz, B.P. 1796 Atlas, Fès, 30003 (MA).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/MA2022/050008

(74) Mandataire : **IBNSouda, Saad** ; Route Imouzzer Fès BP 2626, Fès, 30000 (MA).

(22) Date de dépôt international :
09 juin 2022 (09.06.2022)

(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,

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
53520 11 juin 2021 (11.06.2021) MA

(71) Déposant : **UNIVERSITÉ SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH [MA/MA]** ; Route Imouzzer BP 2626 FES 30000, Fès, 30000 (MA).

(54) Title: SELF-CONTAINED DISTRIBUTED VIDEO SURVEILLANCE METHOD AND PLATFORM FOR REAL-TIME EVENT DETECTION AND TRACKING BY MEANS OF LOW-COST INTERCONNECTED SMART CAMERAS

(54) Titre : MÉTHODE ET PLATEFORME DE VIDÉOSURVEILLANCE DISTRIBUÉE AUTONOME DE DÉTECTION ET SUIVI DES ÉVÉNEMENTS EN TEMPS RÉEL À TRAVERS DES CAMÉRAS INTELLIGENTES INTERCONNECTÉES À BAS COÛT

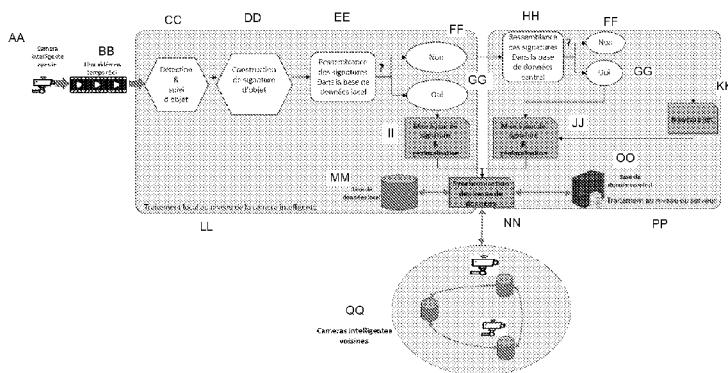


Figure 2

AA Smart agent camera
BB Real-time video stream
CC Detection & object tracking
DD Construction of object signature
EE Resemblance of signatures in local database
FF No
GG Yes
HH Resemblance of signatures in central database
II Signature update and geo-tracking
JJ Signature update and geo-tracking
LL Local processing on smart camera level
MM Local database
NN Synchronization of databases
OO Central database
PP Processing on server level
QQ Adjacent smart cameras

(57) Abstract: The present invention describes a self-contained distributed video surveillance method and platform for detecting and tracking events occurring in an area monitored by a dispersed collection of low-cost, loosely coupled smart cameras. The proposed method and platform relies on appropriate computer vision algorithms to perform the tasks of detecting, tracking and identifying moving objects. Subsequently, each detected object will be represented by a three-dimensional signature that uniquely identifies it. This signature is constructed by combining the visual aspects of the object as viewed from different angles. In this way, every object tracked will be



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).

Publiée:

- *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*
- *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))*
- *en noir et blanc ; la demande internationale telle que déposée était en couleur ou en échelle de gris et est disponible sur PATENTSCOPE pour téléchargement.*

recognised by the other smart cameras regardless of the angle from which it was detected. The various signatures, which are stored in the local database of each camera, are used to search for objects of interest or to establish the complete trajectory of an object in the monitored area.

(57) **Abrégé :** La présente invention décrit une méthode et plateforme de vidéosurveillance distribuée autonome pour détecter et suivre les événements qui se déroulent dans une zone surveillée par une collection dispersée de caméras intelligentes peu coûteuses et faiblement couplées. Notre méthode et plateforme proposée s'appuie sur des algorithmes de vision par ordinateur appropriés afin d'effectuer les tâches de détection, de suivi et d'identification des objets en mouvements. Par la suite, chaque objet détecté sera représenté par une signature en trois dimensions qui l'identifie de manière unique. Cette signature est construite en combinant les aspects visuels de l'objet pris de différents angles de vue. De cette façon, chaque objet suivi sera reconnu par les autres caméras intelligentes et cela à partir de n'importe quel angle par lequel il a été détecté. Les différentes signatures, qui sont stockées dans la base de données locale à chaque caméra, sont utilisées pour rechercher des objets d'intérêts ou pour constituer la trajectoire complète parcourue par un objet dans la zone surveillée.

Titre : Méthode et plateforme de vidéosurveillance distribuée autonome de détection et suivi des événements en temps réel à travers des caméras intelligentes interconnectées à bas coût

Domaine de l'invention :

La présente invention concerne généralement le domaine des équipements et technologies de surveillance, et plus particulièrement les systèmes de vidéosurveillance sans fil, les architectures distribuées et les algorithmes de vision par ordinateur utilisés pour la détection, le suivi et l'identification des objets en mouvements.

Etat de l'art antérieur

De nos jours, les caméras de surveillance envahissent le monde. On trouve des caméras partout ; dans les établissements publics, les aéroports, les gares, dans les rues et même installées à l'intérieur des véhicules. Cette explosion dans le nombre de caméras qui gardent un œil sur notre monde exige la nécessité de concevoir des systèmes de vidéosurveillance automatisés. Un exemple d'un tel système est divulgué dans le brevet américain intitulé "Cognitive Tracker -- Appliance for Enabling Camera-to-Camera Object Tracking in Multi-Camera Surveillance Systems" (US20180308243). Ce brevet divulgue un système de suivi cognitif des objets d'intérêt observés dans les systèmes de surveillance à caméras multiples, qui calcule en permanence les caractéristiques saillantes des objets détectés dans chaque trame de données, et leurs attribuent un identifiant unique pendant une durée prédéterminée. Chaque fois qu'un objet suivi apparaît ou disparaît des systèmes de caméras, le registre de transfert, qui contient des informations sur les objets suivis avec leurs identifiants, est mis à jour. Un message est partagé par un ensemble de caméras voisines bien définies afin de provoquer une mise à jour de leur registre de transfert.

Toutefois, le système décrit ci-dessus est encore insuffisant et n'offre pas de solution idéale. Parmi ses limites, on peut citer le calcul des caractéristiques saillantes à effectuer en continu pour chaque image, ce qui peut causer une détérioration du temps de réponse et des performances, et nécessiter des unités de traitement très puissantes puisqu'il s'agit d'un système de vidéosurveillance en temps réel. De plus, le retrait des objets de la base de données dès qu'ils quittent la zone surveillée ne permet pas de retracer le chemin parcouru par chaque objet détecté.

Un autre système de suivi d'objet dans un environnement multi caméras est décrit dans le brevet intitulé "Method and system for tracking object of interest in real-time in multi-camera environment" (US20200175697A1). Ce système décrit dans ledit brevet, et qui se compose d'un module client et un module serveur, permet de suivre un objet d'intérêt à travers un ensemble de caméras. Le module serveur détermine à chaque fois un sous-réseau de caméras voisines qui communiquent l'une avec

l'autre en se basant sur l'apparition de l'objet d'intérêt dans la zone surveillée. Une fois l'objet détecté dans une caméra par l'intermédiaire du module client, le module serveur définit un ensemble de caméras voisines adjacentes qui communiquent entre elles afin d'assurer un suivi de cet objet dans la zone surveillée. Cependant, un tel système montre ses limites à plusieurs égards. Le partage des informations concernant la configuration du sous-réseau de caméras adjacentes à chaque fois entre le module serveur et le module client augmente la quantité de données qui circulent dans le réseau, ce qui surcharge la bande passante du réseau et alourdit les traitements. De plus, ce système repose dans son traitement sur le module serveur qui doit à chaque fois réinitialiser le sous-réseau de caméras qui communiquent ensemble en se basant sur la dernière apparition de l'objet. Un tel traitement centralisé présente des problèmes au cas où le module serveur plante.

Exposé de l'invention :

Le domaine de la vidéosurveillance s'est considérablement développé ces dernières années. Aujourd'hui, on trouve facilement des caméras de vidéosurveillance partout : dans les hôpitaux, les centres commerciaux, les parkings, les gares et même dans la rue. Les applications de vidéosurveillance permettent d'observer de nombreuses positions différentes en même temps et de reconnaître rapidement des événements anormaux dans une scène.

Cependant, la prolifération des caméras installées dans les espaces publics ou privés rend de plus en plus difficile, pour les opérateurs humains, l'utilisation et l'analyse d'une telle quantité de données produites par ces systèmes.

De nombreuses techniques d'analyse vidéo automatique ont été étudiées dans une perspective de recherche, et certaines sont même commercialisées dans des solutions industrielles. Cependant, la plupart de ces solutions sont basées sur le principe du client/serveur et utilisent des architectures très centralisées avec des serveurs à coût élevé afin de traiter les vidéos en continu envoyées par les différentes caméras qui surveillent une zone précise. Les clients de ces architectures sont uniquement limités à l'acquisition d'images où toutes les tâches de traitement sont effectuées par le serveur central.

Les architectures hautement centralisées ne représentent pas toujours la solution idéale. Les entreprises doivent investir des ressources afin d'acheter et de maintenir des serveurs qui devraient être suffisamment puissants pour traiter des flux vidéos provenant des différentes caméras. En outre, la défaillance du serveur central entraîne la défaillance de l'ensemble du système. L'autre problème est lié à la durée des traitements, qui peut être longue en raison d'une éventuelle surcharge soit sur le serveur soit au niveau de la bande passante du réseau. Les systèmes qui reposent sur des architectures

distribuées sont plus efficaces, moins vulnérables aux pannes et moins coûteux. Ce qui en fait la solution idéale à mettre en œuvre dans un système de vidéosurveillance autonome.

Notre invention a pour objectif de remédier aux problèmes et limitations que les systèmes de vidéosurveillance existants présentent. En effet, la méthode et plateforme proposée est basée sur une architecture distribuée de façon que chaque caméra intelligente soit autonome et totalement indépendante des autres éléments de notre plateforme proposée.

Brève description des différentes vues des dessins :

Figure 1 représente la répartition des caméras dans la zone surveillée et leurs organisations selon leurs rôles dans la plate-forme.

Figure 2 est un organigramme montrant les opérations de détection, de suivi et d'identification des objets en mouvement dans une caméra intelligente, ainsi que le processus de synchronisation entre les caméras intelligentes voisines et le serveur central.

Figure 3 est un schéma simplifié décrivant les composantes du système.

Figure 4 est un diagramme de flux montrant une opération de traitement consistant à identifier l'objet contenu dans une requête et à visualiser son cheminement dans la zone surveillée.

Figure 5 est un organigramme montrant le processus de fusion des différentes captures d'un objet détecté sous plusieurs angles de vue afin de construire une signature 3D.

Figure 6 est un diagramme simplifié qui montre quelques démons tournant en temps réel dans la caméra intelligente et exécutant une tâche spécifique.

Description détaillée de l'invention :

Cette invention décrit une méthode de vidéosurveillance distribuée autonome de détection et suivi des événements en temps réel à travers des caméras intelligentes interconnectées à bas coût.

D'après la figure 2, notre méthode de détection et suivi des évènements, objet de la présente invention, comporte les étapes suivantes :

- Une étape de détection d'objets surveillés dans les zones d'accès de la zone surveillée grâce à des caméras intelligentes d'accès (1) ;

- Une étape de construction d'une signature 3D multi-vues -3DSiD- qui modélise chaque objet détecté de manière unique ;
- Une étape de suivi des différents objets surveillés dans le champ de vision de chaque caméra intelligente agente (2) ;
- Une étape d'identification de chaque objet lors de son passage à travers les différentes zones surveillées par des caméras intelligentes agentes ;
- Une étape de stockage du chemin complet parcouru par chaque objet surveillé en regroupant ses différentes positions marquées par les différentes caméras intelligentes ;
- Une étape de mise à jour de la signature et de la position de l'objet surveillé par les caméras au fur et à mesure qu'il se déplace dans la zone surveillée ;
- Une étape de recherche et récupération des objets d'intérêts, en cas de besoin, par le biais de la base de données centrale ; et
- Une étape de partage des informations géographiques des objets surveillées en utilisant un système de localisation géographique lié aux caméras intelligentes.

L'étape de détection permet d'analyser et extraire tout objet présent dans chaque flux vidéo. Les objets sont par la suite classifiés et leurs mouvements sont analysés afin de détecter les comportements anormaux afin de prévenir une situation dangereuse. Les objets détectés sont par la suite suivis pendant leurs mouvements dans la zone surveillée en utilisant un algorithme de vision par ordinateur approprié. En fin, l'étape d'identification permet d'attribuer à chaque objet d'intérêt un identifiant unique (ID) qui le distingue des autres objets. En effet, chaque objet en mouvement détecté est analysé pour en extraire une signature qui le caractérise selon ses aspects visuels. Cette signature représente pour un objet ce que l'empreinte digitale représente pour un être humain. Ces signatures sont stockées dans la base de données de notre plateforme et liées aux identifiants (ID).

Selon l'invention, l'étape de détection d'objets surveillés comprend les étapes suivantes :

- Analyse de chaque objet passant par et à travers les zones d'accès de la zone surveillée par les caméras intelligentes d'accès (1) installées dans les entrées et sorties de la zone surveillée ; et
- détection de chaque objet passant par une caméra intelligente d'accès (1) en utilisant un algorithme de vision par ordinateur approprié exécuté par le système interne de la camera intelligente d'accès.

L'étape de Construction d'une signature 3D multi-vues, quant à elle, se fait par

- la construction des vecteurs caractéristiques des objets détectés à partir des aspects visuels extraits de différents angles de vues de chaque objet surveillé par chaque caméra intelligente d'accès (1) ;
- la fusion des différents vecteurs caractéristiques extraits des différents angles de vues de l'objet surveillé afin de construire une signature 3D multi-vues -3DSiD- qui représente de manière unique chaque objet surveillé ; et
- le stockage de la signature 3D multi-vues -3DSiD- dans la base de données centrale hébergée dans le serveur centrale (3) et association d'un identifiant unique (ID) à chaque signature stockée.

L'étape de suivi des différents objets surveillés dans le champ de vision de chaque caméra intelligente agente (2) se fait en construisant une signature 2D -2DSiD- qui caractérise d'une manière unique chaque objet en utilisant une méthode de vision par ordinateur appropriée, et en suivant, par la suite, chaque objet surveillé par chaque caméra intelligente agente et assurant l'enregistrement de son trajectoire parcourue dans la zone surveillée par chaque camera intelligente agente (2);

L'identification de chaque objet surveillé lors de son passage à travers les différentes zones surveillées par des caméras intelligentes agentes (2) se fait par la comparaison de la signature 2D -2DSiD- de l'objet détecté avec l'ensemble des signatures 2D -2DSiD- stockées localement dans la base de données locale de la caméra intelligente, et les traite ainsi :

- Si aucune correspondance n'est trouvée, la signature 2D -2DSiD- est envoyée à la base de données du serveur central (3) pour la comparer avec les signatures 3D multi-vues -3DSiD- stockées ;
- Si une correspondance est trouvée soit dans la base de données locale soit dans la base de données centrale, l'identifiant unique ID correspondant est attribué à l'objet, sinon, l'objet est marqué comme nouveau et sa signature est ajoutée aux bases de données locale et centrale avec un nouvel identifiant unique ID.

Le stockage du chemin complet parcouru par chaque objet surveillé se réalise par le traçage de la trajectoire parcouru par chaque objet surveillé dans la zone surveillée par chaque caméra intelligente et l'enregistrement d'une manière continue de la trajectoire de chaque objet surveillé tracée par les caméras intelligente dans la base de données.

Selon l'invention, la mise à jour de la signature et de la position de l'objet surveillé se fait en comparant la nouvelle signature 2D -2DSiD- extraite par la caméra intelligente qui assure le suivi avec celle déjà

stockée et construite par une autre caméra intelligente, et si elles sont différentes, les deux signatures sont fusionnées pour obtenir une nouvelle signature qui représente mieux l'objet.

La recherche et la récupération des objets surveillés se font en créant la signature 3D multi-vues -3DSiD- de l'objet à rechercher à partir de ses images données en entrée au serveur centrale (3), et en comparant, par la suite, cette signature 3D multi-vues -3DSiD- d avec toutes les signatures 3D multi-vues -3DSiD- stockées dans la base de données centrale afin de trouver une correspondance. L'identifiant unique -ID- de l'objet en question sera envoyé, en cas de similarité, sinon un message sera affiché indiquant l'inexistence de l'objet recherché dans la base de donnée.

Le partage des informations géographiques des objets surveillées se fait par la liaison des caméras intelligentes à un système de localisation géographique et le stockage et partage des informations géographiques de chaque objet surveillé en s'appuyant sur une base de données géographique partagée entre l'ensemble des caméras intelligentes.

L'autre volet de l'invention concerne une plateforme comportant des caméras intelligentes à bas coût et un serveur central léger (Fig 3). Chaque caméra intelligente, qui exécute la méthode de détection, d'identification et de suivi d'objets surveillés, est constitué d'un capteur de caméra(4), des unités de traitement (6) (unité centrale de traitement (CPU)/ processeur graphique (GPU)/ unité de traitement de la vidéo (VPU)), des entités de connexion (7) pour assurer la connectivité entre les différents éléments de la plateforme, ainsi que des zones de mémoire (5) qui garantissent un espace pour le stockage de données. Le capteur de caméra (4) est capable d'enregistrer des scènes vidéo en temps réel, et de fournir des frames dans chaque laps de temps qui seront traitées par les unités de traitement (6). Les unités de traitement exécutent des algorithmes de vision par ordinateur appropriés pour la détection, le suivi et l'identification des objets en mouvement. En effet, ces unités permettent de faire tourner la méthode de détection, d'identification et de suivi d'objet, ainsi que faire tourner les différents démons de détection d'objet d'intérêt et comportement dangereux. Les zones de mémoire (5) hébergent une base de données locale pour chaque caméra intelligente où sont stockés tous les vecteurs caractéristiques de chaque objet détecté ainsi que les informations de géolocalisation concernant chaque objet. Le serveur central (3) est également composé d'une unité de traitement (6) (CPU/GPU/VPU) permettant de faire tourner la méthode de détection, d'identification et de suivi d'objet, rechercher un objet spécifique dans la base de données centre, ainsi que faire tourner les différents démons de détection d'objet d'intérêt et comportement dangereux , d'entités de connexion (7) permettant d'assurer la communication entre les cameras intelligentes et le serveur central et de zones de mémoire (5) de plus grande capacité par rapport aux caméras intelligentes utilisées comme

base de données centrale, permettant de stocker les vecteurs caractéristiques à trois dimensions de chaque objet détecté (3DSiD) ainsi que les informations de géolocalisation concernant chaque objet .

Les caméras intelligentes jouent le rôle d'un agent de sécurité. Elles surveillent l'ensemble de la zone surveillée, identifient chaque nouvel objet d'intérêt qui vient d'apparaître pour la première fois, et assurent un suivi efficace de celui-ci pendant son déplacement dans la zone surveillée et à travers les caméras intelligentes, en échangeant les informations pertinentes entre toutes les caméras intelligentes qui constituent notre plateforme (Fig 1). Les différentes opérations de traitement (Fig 2) qui constituent notre méthode proposée ainsi que l'architecture de la plateforme sont décrites dans les paragraphes suivants :

La plateforme s'appuie sur un serveur central léger(3) et un ensemble de caméras intelligentes légères (1,2) réparties dans la zone surveillée qui visent à surveiller des objets d'intérêts. La notion d'objet surveillé ou objet d'intérêt dans ce brevet signifie tout objet auquel l'utilisateur s'intéresse. Il peut s'agir d'êtres vivants, de véhicules, de robots, de bagages ou de tout autre objet devant être surveillé.

Dans notre plateforme, les caméras intelligentes sont regroupées en deux grandes catégories : les caméras intelligentes d'accès (1) et les caméras intelligentes agentes (2).

Les caméras intelligentes d'accès (1) sont la principale source d'informations stockées dans la base de données centrale. Elles sont installées dans les zones d'entrées et de sorties de la zone surveillée (par exemple devant les portes). Leur but principal est d'identifier tout objet en mouvement entrant ou sortant de la zone surveillée en exécutant notre méthode proposée de détection et de suivi des événements.

Le fonctionnement de ces caméras, qui est décrit dans la figure 5, est le suivant : Pour accéder à une zone surveillée (par exemple, un aéroport, un campus universitaire, une gare, etc.), chaque objet doit passer par les zones d'accès. Lorsqu'il le fait, les caméras intelligentes d'accès (1) le détectent en utilisant des algorithmes de détection appropriés. Ce processus constitue la première étape de détection dans notre méthode proposée. Ensuite, les caractéristiques visuelles de chaque objet détecté sont extraites par plusieurs angles de vues de l'objet surveillé et sont fusionnées et utilisées pour construire une signature d'identification en 3D (3DSiD), comme le montre la figure 5. Une telle signature 3D permettrait de reconnaître et d'identifier ultérieurement tout objet d'intérêt par les différentes caméras intelligentes, quel que soit le champ de vision à travers lequel il est filmé. La haute performance de ces caméras intelligentes d'accès, leurs positions et l'angle sous lequel elles capturent les différents objets entrants leurs donnent une vue plus proche sur les objets et assurent l'extraction de plus de détails, ce qui leurs permet de construire un vecteur caractéristique plus pertinent et

robuste qui reste invariant aux différents changements qui peuvent se produire dans l'apparence de l'objet, dus par exemple à des changements de luminosité, pendant son mouvement dans la zone surveillée. Par la suite, chaque signature 3DSiD sera stockée dans la base de données (base de données locale ainsi que sur le serveur central) est sera liée à un identifiant unique (ID) et propre à chaque objet surveillé. Cet ID sera utilisé pour identifier les objets surveillés de manière unique. En outre, les caméras intelligentes d'accès (1) sont utilisées pour détecter et prévenir d'éventuelles situations dangereuses grâce à des démons spécifiques qui tournent de manière permanente dans chaque caméra (Fig 6). Un exemple de tels démons consiste à comparer la signature (3DSiD) de chaque objet détecté avec un ensemble de signatures (3DSiD) stockées dans la base de données qui contient les différentes signatures (3DSiD) des objets interdits (par exemple, les personnes suspectes ou recherchées, les animaux interdits dans certains établissements, etc.) afin de rechercher et trouver d'éventuelles similitudes. Ensuite, si nécessaire, un signal d'alarme est envoyé aux autorités indiquant la source du danger.

À leurs tours, les caméras intelligentes agentes (2) sont réparties dans toute la zone surveillée pour assurer une couverture optimale de la zone. Chaque caméra intelligente agente (2) exécute notre méthode de détection et de suivi des événements. Elle assure la détection des objets en mouvements et construit par la suite une signature d'identification 2D (2DSiD) pour chaque objet surveillé. La 2DSiD représente pour un objet en mouvement ce que l'empreinte digitale représente pour un être humain. Elle caractérise chaque objet en mouvement d'une manière unique et permet aux caméras intelligentes de distinguer les différents objets en mouvement dans la zone surveillée. Une fois construit, le 2DSiD est stocké dans la base de données locale de la caméra intelligente agente (2). Afin de faciliter les tâches de recherche et de suivi des objets d'intérêts, chaque signature stockée dans la base de données (base de données locale ainsi que sur le serveur central) est liée à un identifiant unique (ID) et propre à chaque objet surveillé. Cet ID est utilisé pour identifier les objets surveillés (Fig 2). La signature (2DSiD) de chaque objet surveillé extraite par la caméra intelligente agente (2) est comparée avec celles stockées dans la base de données locale de la caméra intelligente agente qui assure la surveillance de la zone. Si la même signature est présente dans la base de données locale, l'ID correspondant au 2DSiD extrait de l'objet est attribué à ce dernier lors de son suivi. Sinon, la caméra envoie le 2DSiD au serveur central (3) qui, de son côté, effectue une recherche pour trouver une correspondance dans la liste des signatures 3DSiD. Le serveur compare le 2DSiD envoyé par la caméra intelligente agente avec les 3DSiD stockées dans la base centrale en utilisant une méthode de comparaison appropriée. Une fois la recherche d'une signature similaire dans la base de données centrale est effectuée, le serveur central envoie l'ID correspondant à la caméra intelligente agente. Si ni la caméra ni le serveur ne peuvent trouver de correspondance pour la signature extraite de l'objet

surveillé, celui-ci sera considéré comme un nouvel objet. Sa signature sera stockée dans la base de données locale et centrale, et un nouvel identifiant unique (ID) lui sera attribué (Fig 2).

De plus, les caméras intelligentes sont connectées à un système de localisation géographique afin d'assurer l'enregistrement de la localisation géographique de chaque objet surveillé pendant son suivi. Ces caméras fonctionnent d'une manière collective en échangeant les informations pertinentes les unes avec les autres (Fig 2). Les 2DSiD des objets surveillés sont partagés entre l'ensemble de caméras intelligentes en utilisant un protocole de communication approprié. Ainsi, nous assurons un suivi de chaque objet d'une caméra intelligente à l'autre et garantissons un traçage du chemin complet parcouru par chaque objet surveillé dans la zone au fil du temps. Pour les processus d'identification et de suivi, aucun échange d'images n'est effectué ni entre les caméras intelligentes entre elles ni entre ces dernières et le serveur central. Seules les signatures d'identification sont échangées afin de garantir un échange d'informations rapide et léger, et assurer la bonne gestion de la bande passante du réseau. L'échange d'images n'est effectué ultérieurement qu'à des fins d'archivage et à des fins juridiques.

Pour rendre notre système plus évolutif et plus efficace, les signatures 3DSiD et 2DSiD sont constamment mises à jour chaque fois que l'objet entre dans le champ de vision d'une nouvelle caméra intelligente. Cette mise à jour est effectuée afin de rendre la signature plus robuste en recueillant plus de détails sur l'aspect visuel de chaque objet suivi. Pour des raisons de performances et d'éventuels problèmes de stockage, la base de données locale de chaque caméra intelligente est constamment mise à jour et ne contient qu'un ensemble de données spécifique. Le nettoyage de la base de données locale sera basé sur le facteur temporel. La durée de la dernière apparition de l'objet dans la caméra sera calculée ; si elle dépasse un seuil, qui sera fixé pendant la phase d'expérimentation, les données de l'objet seront supprimées de la base de données locale après une phase d'archivage dans la base de données centrale en envoyant les informations de signatures et de géolocalisations au serveur central.

Notre méthode décrite permet la recherche hors ligne d'objets spécifiques et renvoie l'identifiant et le chemin complet qu'a parcouru un objet au fil du temps dans la zone surveillée. L'image de l'objet recherché est donnée en entrée au serveur central, qui construit le 2DSiD qui lui correspond et le compare avec les 3DSiD déjà présents dans la base de données.

La plateforme que nous proposons est conçue pour être utilisée avec des capteurs de caméras mobiles. Dans ce mode, les caméras intelligentes, qui sont connectées à un système de localisation géographique, peuvent être installées par exemple sur n'importe quel véhicule ou dans les rues et permettent une surveillance partagée des zones contrôlées (FIG 7). Une base de données géographique partagée par toutes les caméras peut ainsi être accessible et alimentée en temps réel

par toutes les caméras intelligentes analysant la zone surveillée afin de centraliser les informations sur un seul système. Une telle plateforme sera une bonne contribution au développement des villes intelligentes en améliorant les services municipaux et la vie des citoyens.

Une application serait, par exemple, la recherche de places de parking gratuites en temps réel grâce à l'équipement de véhicules de transport privé ou public par ce type de caméras, éviter les embouteillages et signaler les accidents en partageant la localisation géographique des bouchons dans la ville, ou encore pour assurer la sécurité des villes par la surveillance et la recherche de personnes ou de voitures recherchées (FIG 8).

Application industrielle :

La présente invention peut être appliquée dans les systèmes de vidéosurveillance sans fil.

Revendications

Ce qui est revendiqué, c'est :

1. Une Méthode de détection, de suivi et d'identification d'objets surveillés à travers une plateforme de vidéosurveillance autonome et distribuée caractérisée en ce qu'elle comporte les étapes suivantes :
 - Détection d'objets surveillés dans les zones d'accès de la zone surveillée grâce à des caméras intelligentes d'accès ;
 - Construction d'une signature 3D multi-vues -3DSiD- qui modélise chaque objet détecté de manière unique ;
 - Suivi des différents objets surveillés dans le champ de vision de chaque caméra intelligente agente ;
 - Identification de chaque objet lors de son passage à travers les différentes zones surveillées par des caméras intelligentes agentes ;
 - Stockage du parcours complet parcouru par chaque objet surveillé en regroupant ses différentes positions marquées par les différentes caméras intelligentes ;
 - Mise à jour de la signature et de la position de l'objet surveillé par les caméras au fur et à mesure qu'il se déplace dans la zone surveillée ;
 - Recherche et récupération des objets d'intérêts, en cas de besoin, par le biais de la base de données centrale ; et
 - Partage des informations géographiques des objets surveillés en utilisant un système de localisation géographique lié aux caméras intelligentes.
2. Méthode de détection, d'identification et de suivi d'objets surveillés, selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'étape de détection d'objets surveillés dans les zones d'accès de la zone surveillée grâce à des caméras intelligentes d'accès comprend les étapes suivantes :
 - Analyse de chaque objet passant par et à travers les zones d'accès de la zone surveillée par les caméras intelligentes d'accès installées dans entrées et sorties de la zone surveillée ; et
 - Détection de chaque objet passant par une caméra intelligente d'accès en utilisant un algorithme de vision par ordinateur approprié exécuté par le système interne de la camera intelligente d'accès.

3. Méthode de détection, d'identification et de suivi d'objets surveillés, selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'étape de Construction d'une signature 3D multi-vues -3DSiD- comprend les étapes suivantes :
 - Construction des vecteurs caractéristiques des objets détectés à partir des aspects visuels extraits de différents angles de vues de chaque objet surveillé par chaque caméra intelligente d'accès ;
 - Fusion des différents vecteurs caractéristiques extraits des différents angles de vues de l'objet surveillé afin de construire une signature 3D multi-vues -3DSiD- qui représente de manière unique chaque objet surveillé ; et
 - Stockage de la signature 3D multi-vues -3DSiD- dans la base de données centrale hébergée dans le serveur centrale et association d'un identifiant unique (ID) à chaque signature stockée.
4. Méthode de détection, d'identification et de suivi d'objets surveillés, selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'étape de suivi des différents objets surveillés dans le champ de vision de chaque caméra intelligente agente comprend les étapes suivantes :
 - Construction d'une signature 2D -2DSiD- qui caractérise d'une manière unique chaque objet en utilisant une méthode de vision par ordinateur appropriée ;
 - Suivi de chaque objet surveillé par chaque camera intelligente agente et enregistrement de sa trajectoire parcourue dans la zone surveillée par chaque caméra intelligente agente ;
5. Méthode de détection, d'identification et de suivi d'objets surveillés, selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'étape d'identification de chaque objet surveillé lors de son passage à travers les différentes zones surveillées par des caméras intelligentes agentes se fait par la comparaison de la signature 2D -2DSiD- de l'objet détecté avec l'ensemble des signatures 2D - 2DSiD- stockées localement dans la base de données locale de la caméra intelligente, et les traite ainsi :
 - Si aucune correspondance n'est trouvée, la signature 2D -2DSiD- est envoyée à la base de données du serveur central pour la comparer avec les signatures 3D multi-vues - 3DSiD- stockées ;
 - Si une correspondance est trouvée soit dans la base de données locale soit dans la base de données centrale, l'identifiant unique ID correspondant est attribué à l'objet,

sinon, l'objet est marqué comme nouveau et sa signature est ajoutée aux bases de données locale et centrale avec un nouvel identifiant unique ID.

6. Méthode de détection, d'identification et de suivi d'objets surveillés, selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'étape de stockage du chemin complet parcouru par chaque objet surveillé comprend les étapes suivantes :

- Traçage de la trajectoire parcouru par chaque objet surveillé dans la zone surveillée par chaque camera intelligente ;
- Enregistrement d'une manière continue de la trajectoire de chaque objet surveillé tracée par les cameras intelligente dans la base de données.

7. Méthode de détection, d'identification et de suivi d'objets surveillés, selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'étape de mise à jour de la signature et de la position de l'objet surveillé se fait en comparant la nouvelle signature 2D -2DSiD- extraite par la caméra intelligente qui assure le suivi avec celle déjà stockée et construite par une autre caméra intelligente, et si elles sont différentes, les deux signatures sont fusionnées pour obtenir une nouvelle signature qui représente mieux l'objet.

8. Méthode de détection, d'identification et de suivi d'objets surveillés, selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'étape de recherche et de récupération des objets surveillés comprend les étapes suivantes :

- Création de la signature 3D multi-vues -3DSiD- de l'objet à rechercher à partir de ses images données en entrée au serveur centrale ;
- Comparaison de la signature 3D multi-vues -3DSiD- de l'objet à rechercher générée par le serveur central avec toutes les signatures 3D multi-vues -3DSiD- stockées dans la base de données centrale afin de trouver une correspondance ; et
- Envoie de l'identifiant unique -ID- de l'objet en question en cas de similarité, sinon un message sera affiché indiquant l'inexistence de l'objet recherché dans la base de donnée.

9. Méthode de détection, d'identification et de suivi d'objets surveillés, selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'étape de partage des informations géographiques des objets surveillées comprend les étapes suivantes :

- Liaison des caméras intelligentes à un système de localisation géographique ; et

- Stockage et partage des informations géographiques de chaque objet surveillé en s'appuyant sur une base de données géographique partagée entre l'ensemble des caméras intelligentes.

10. Une Plateforme de vidéosurveillance autonome et distribuée qui exécute des méthodes de détection, de suivi et d'identification des objets en mouvements en temps réel, objet de l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend les éléments suivants :

- Un ensemble de cameras intelligentes qui exécute la méthode de détection, de suivi et d'identification d'objets surveillés comportant :
 - i. Un capteur de caméra (4) permettant de surveiller la zone et fournir des frames dans chaque laps de temps ;
 - ii. Une zone mémoire (5) utilisée comme base de données locale, permettant de stocker les signatures 3D multi-vues de chaque objet détecté (3DSiD) ainsi que les informations de géolocalisation concernant chaque objet ;
 - iii. Une unité de traitement (6) permettant de faire tourner la méthode de détection, d'identification et de suivi d'objet, ainsi que faire tourner les différents démons de détection d'objet d'intérêt et comportement dangereux ;
 - iv. Une entité de connexion (7) permettant de lier et faire communiquer les différentes caméras entre eux ainsi que d'assurer la communication entre les cameras intelligentes et le serveur central.
- Un serveur central qui exécute la méthode de détection, d'identification et de suivi d'objets surveillés, fait tourner des démons en temps réel et communique avec l'ensemble des caméras intelligentes comportant :
 - i. Une unité de traitement (6) permettant de faire tourner la méthode de détection, d'identification et de suivi d'objet, rechercher un objet spécifique dans la base de données centre, ainsi que faire tourner les différents démons de détection d'objet d'intérêt et comportement dangereux ;
 - ii. Une zone mémoire (5) utilisée comme base de données centrale, permettant de stocker les signatures 3D multi-vues de chaque objet détecté (3DSiD) ainsi que les informations de géolocalisation concernant chaque objet ;
 - iii. Une entité de connexion (7) permettant d'assurer la communication entre les cameras intelligentes et le serveur central.

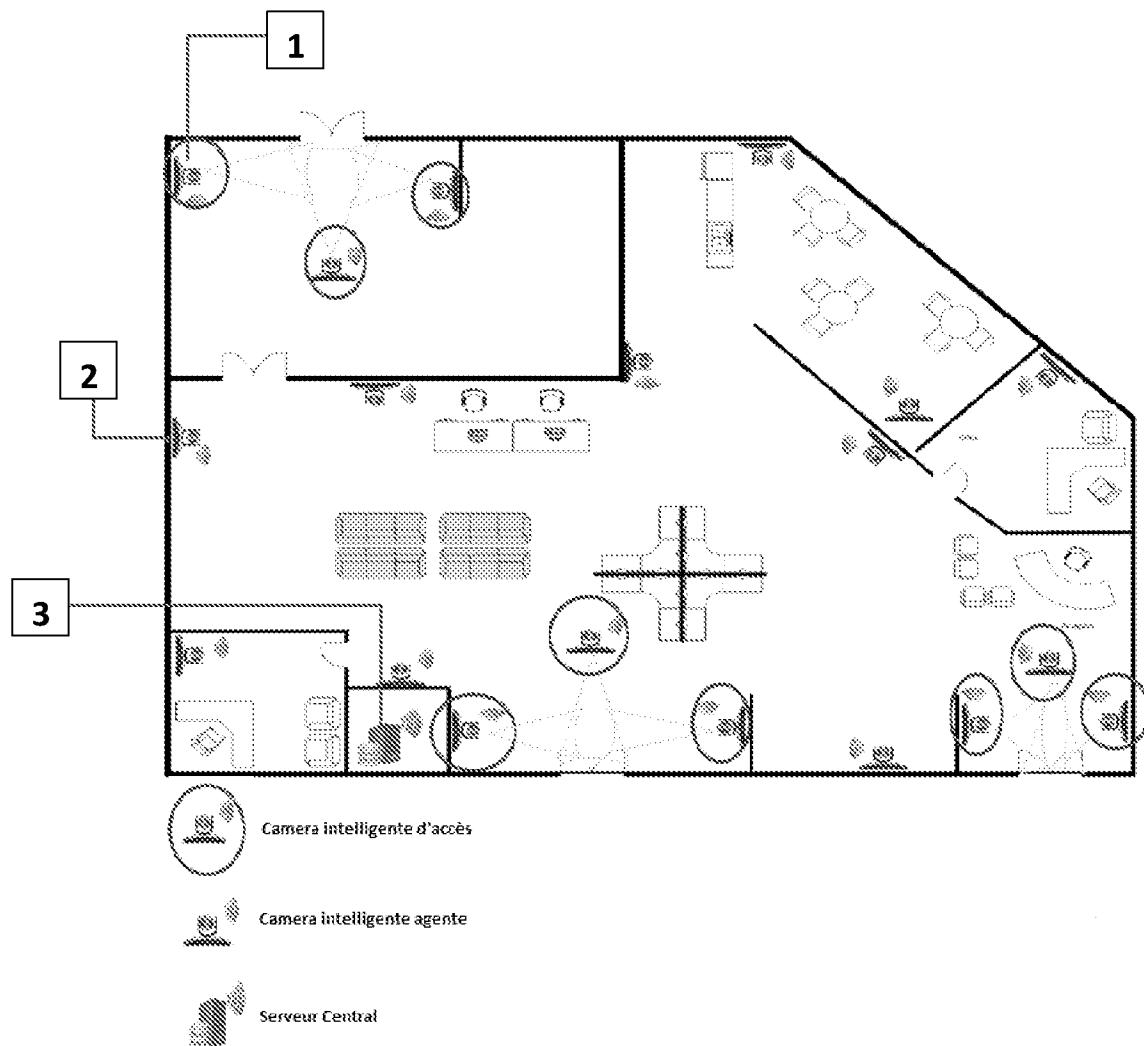
Dessins

Figure 1

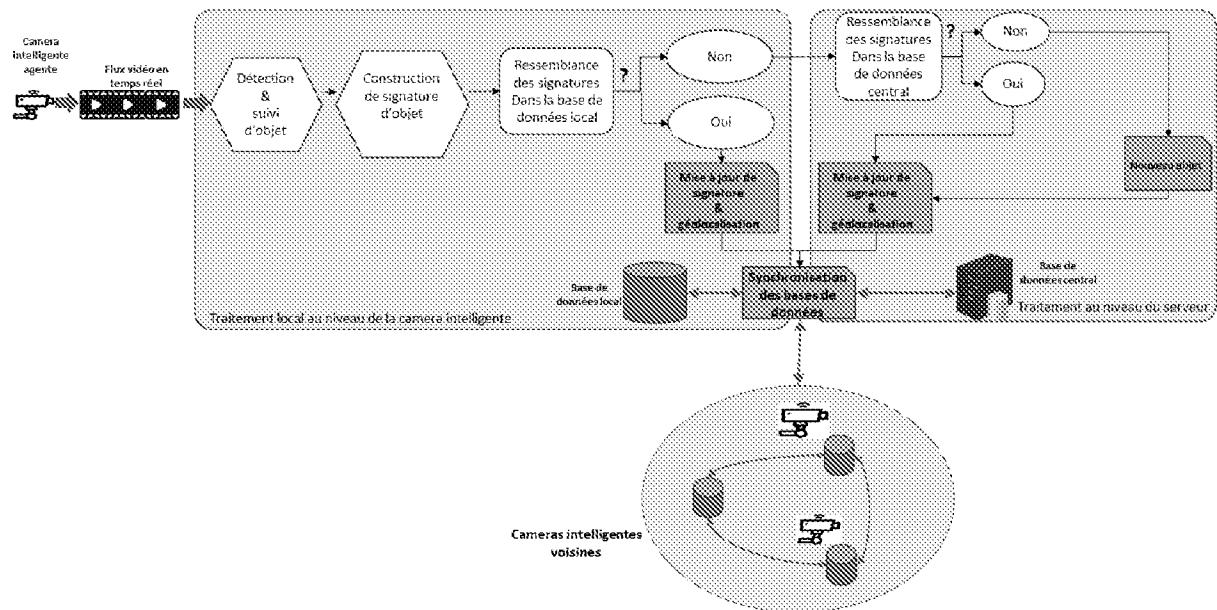


Figure 2

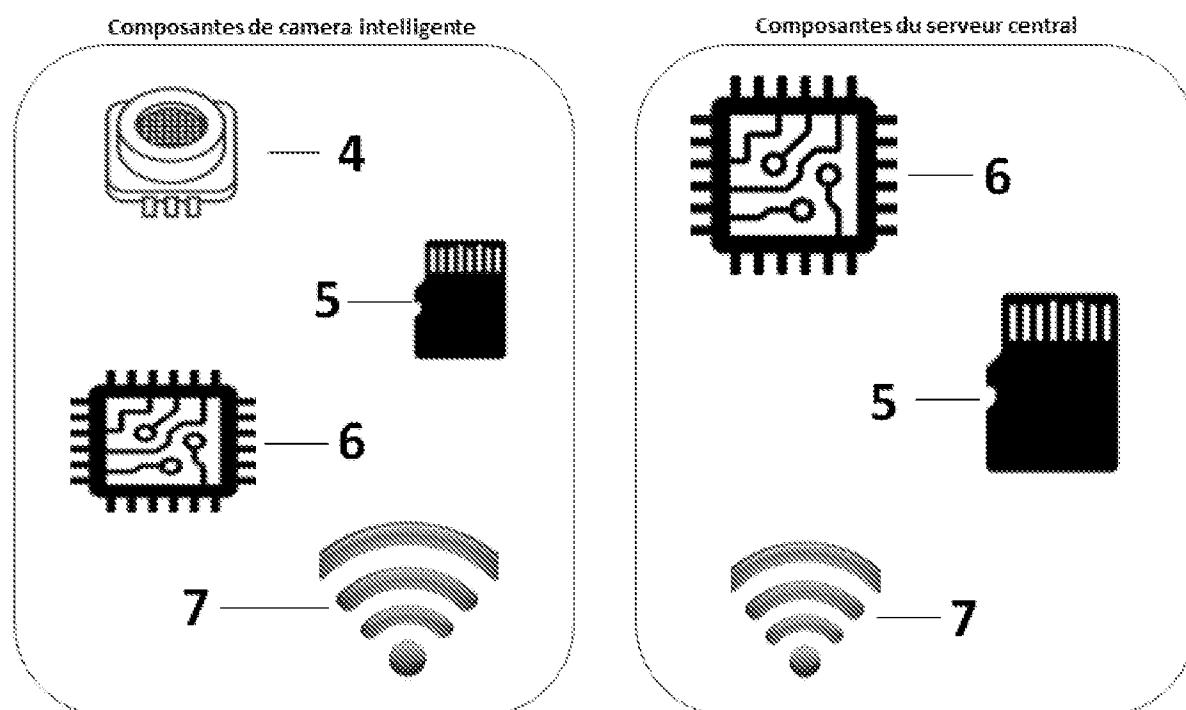


Figure 3

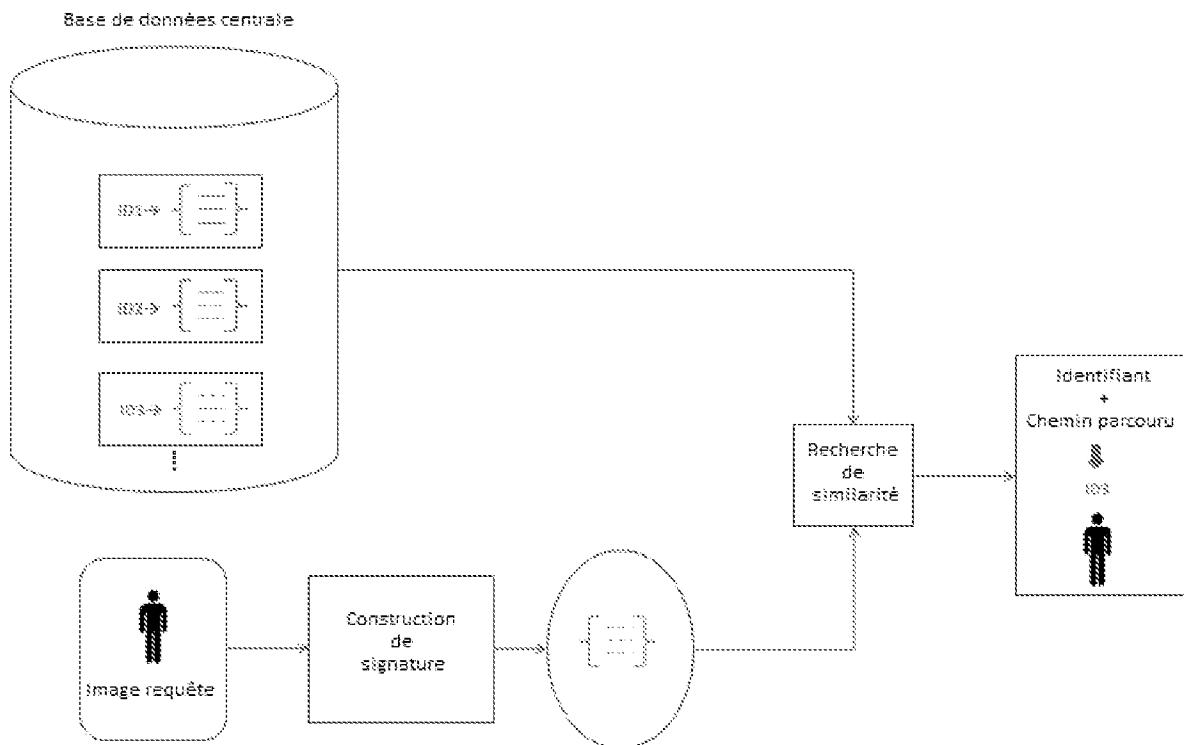


Figure 4

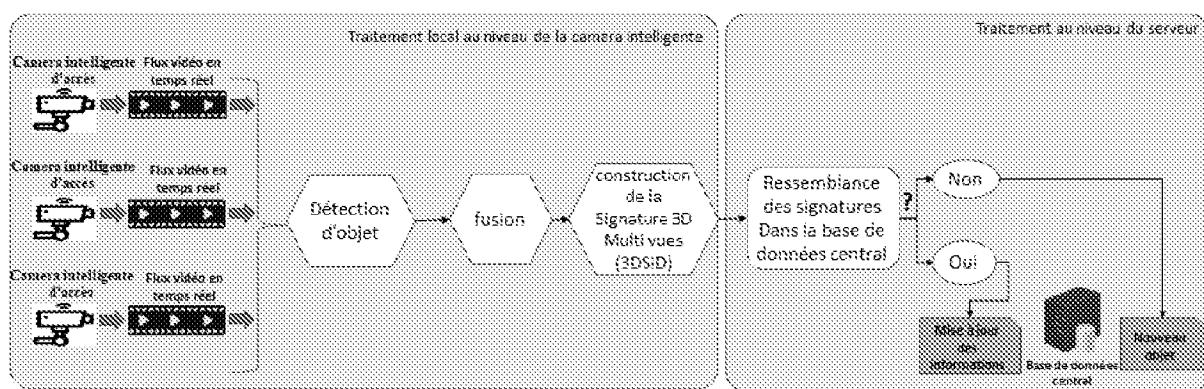


Figure 5

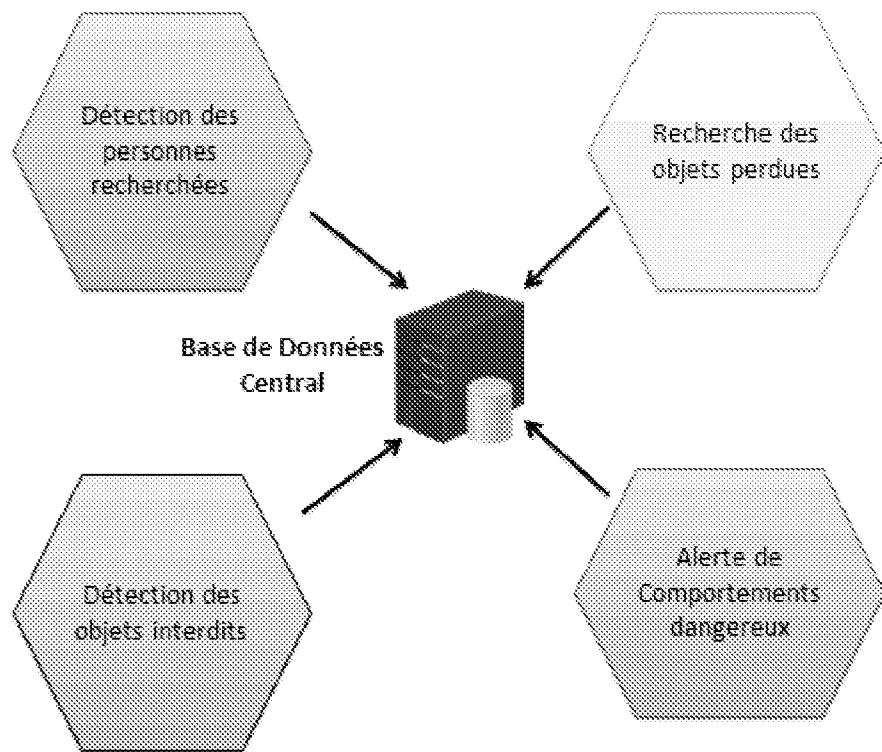


Figure 6

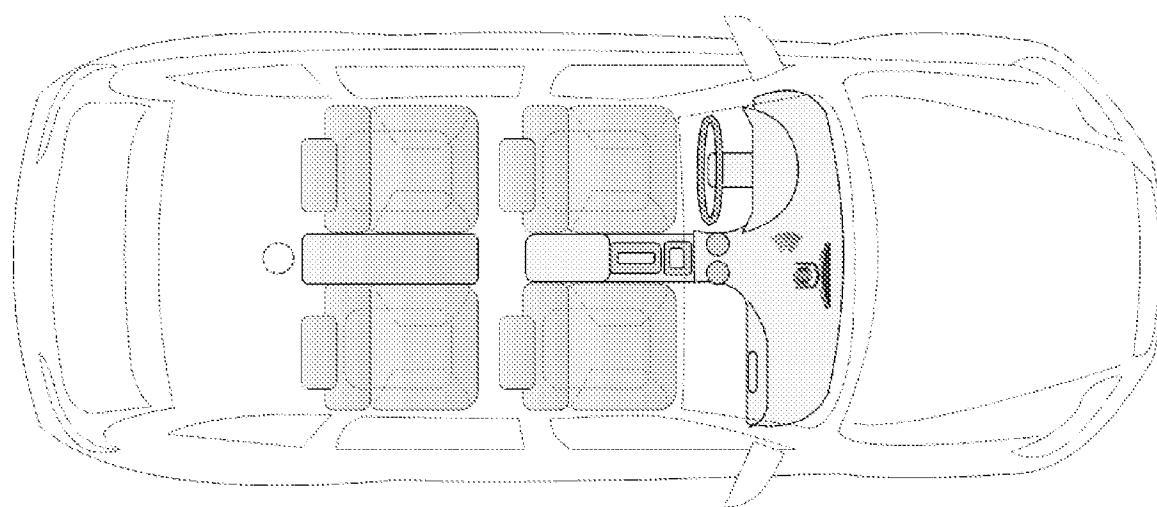


Figure 7

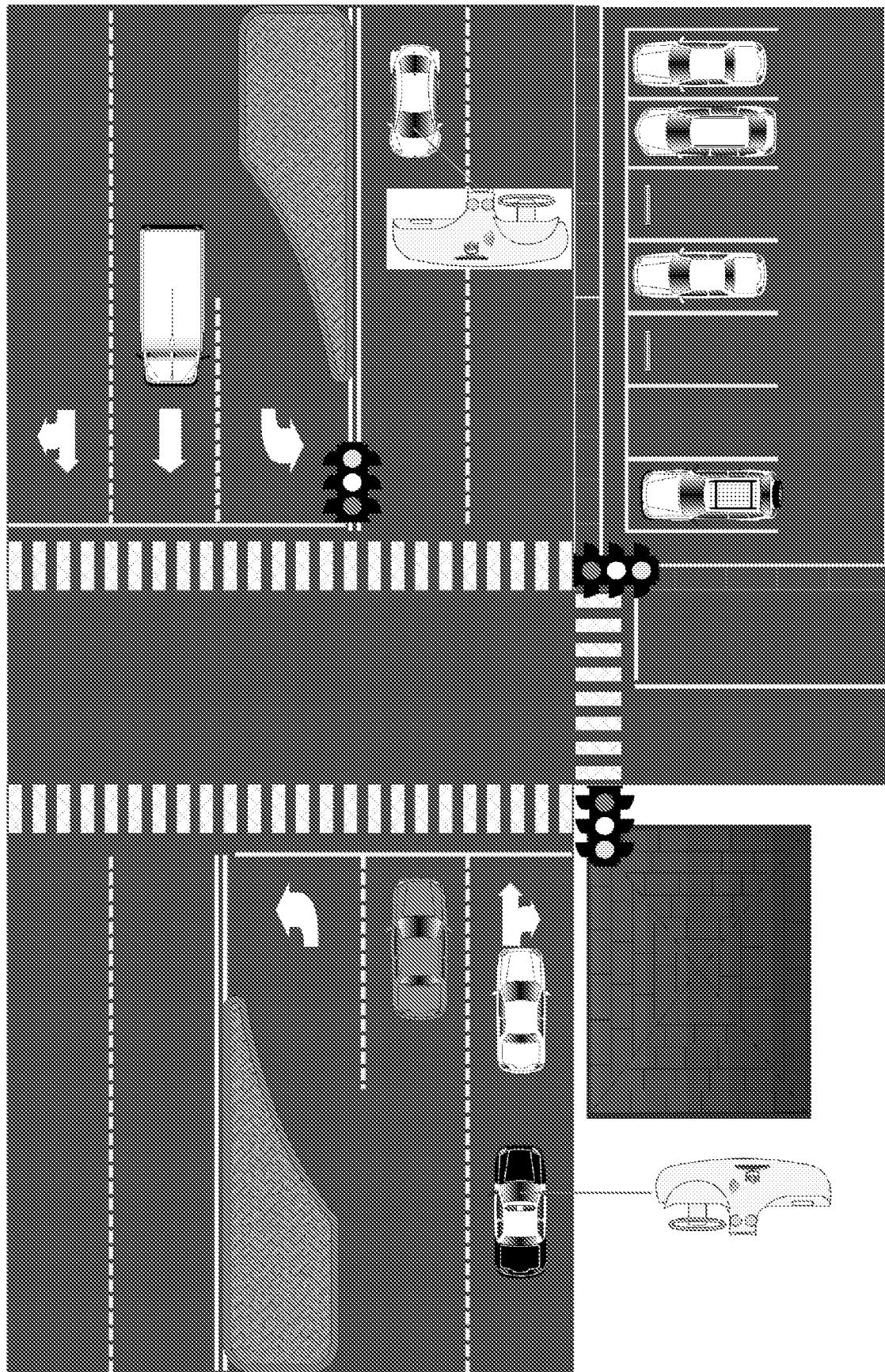


Figure 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/MA2022/050008

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06V 20/52(2022.01)i; H04N 7/18(2006.01)i

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)

G06V; H04N

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	US 2019156496 A1 (LEDUC JEAN-PIERRE [US]) 23 May 2019 (2019-05-23) the whole document	1-10
X	US 9407881 B2 (SMARTVUE CORP [US]) 02 August 2016 (2016-08-02) the whole document	1-10
A	HU W ET AL. "A Survey on Visual Surveillance of Object Motion and Behaviors" <i>IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS: PART C: APPLICATIONS AND REVIEWS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US</i> , Vol. 34, No. 3, 01 August 2004 (2004-08-01), pages 334-352 DOI: 10.1109/TSMCC.2004.829274 ISSN: 1094-6977, XP011114887 the whole document	1-10

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 18 November 2022	Date of mailing of the international search report 28 November 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 Grigorescu, Cosmin Telephone No.
---	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT**Information on patent family members**

International application No.

PCT/MA2022/050008

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2019156496	A1	23 May 2019	NONE			
US	9407881	B2	02 August 2016	US 2016021344 A1		21 January 2016	
				US 2016335476 A1		17 November 2016	

TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS

PCT

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire 06-2022	POUR SUITE À DONNER	voir le formulaire PCT/ISA/220 et, le cas échéant, le point 5 ci-après.
Demande internationale n° PCT/MA2022/050008	Date du dépôt international (<i>jour/mois/année</i>) 9 Juin 2022 (09-06-2022)	(Date de priorité (la plus ancienne) (<i>jour/mois/année</i>) 11 Juin 2021 (11-06-2021)
Déposant UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 4 feilles.

Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

1. **Base du rapport**

a. En ce qui concerne la **langue**, la recherche internationale a été effectuée sur la base

- de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée
 d'une traduction de la demande internationale dans la langue suivante _____, qui est la langue d'une traduction remise aux fins de la recherche internationale (règles 12.3.a) et 23.1.b))

- b. Le présent rapport de recherche internationale a été établi en prenant en considération la **rectification d'une erreur évidente** autorisée par ou notifiée à la présente administration vertu de la règle 91 (Règle 43.6bis(a)).
c. En ce qui concerne **la ou les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande internationale, (le cas échéant), voir le cadre n° I.

2. **Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche** (voir le cadre n° II).

3. **Il y a absence d'unité de l'invention** (voir le cadre n° III).

4. En ce qui concerne le **titre**,

- le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant
 le texte a été établi par l'administration chargée de la recherche internationale et a la teneur suivante:

5. En ce qui concerne l'**abrégé**,

- le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant
 le texte, reproduit dans le cadre n° IV, a été établi par l'administration chargée de la recherche internationale conformément à la règle 38.2. Le déposant peut présenter des observations à l'administration chargée de la recherche internationale dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

6. En ce qui concerne les **dessins**,

a. La figure **des dessins** à publier avec l'abrégé est la figure n° 2

- proposée par le déposant
 proposée par l'administration chargée de la recherche internationale, parce que le déposant n'a pas proposé de figure
 proposée par l'administration chargée de la recherche internationale, parce que cette figure caractérise mieux l'invention

b. Aucune des figures n'est publiée avec l'abrégé

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/MA2022/050008

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G06V20/52 H04N7/18

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)

G06V H04N

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	US 2019/156496 A1 (LEDUC JEAN-PIERRE [US]) 23 mai 2019 (2019-05-23) le document en entier -----	1-10
X	US 9 407 881 B2 (SMARTVUE CORP [US]) 2 août 2016 (2016-08-02) le document en entier ----- -/-	1-10

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

18 novembre 2022

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

28/11/2022

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

Grigorescu, Cosmin

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/MA2022/050008

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>HU W ET AL: "A Survey on Visual Surveillance of Object Motion and Behaviors", IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS: PART C:APPLICATIONS AND REVIEWS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 34, no. 3, 1 août 2004 (2004-08-01), pages 334-352, XP011114887, ISSN: 1094-6977, DOI: 10.1109/TSMCC.2004.829274 le document en entier -----</p>	1-10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/MA2022/050008

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2019156496 A1	23-05-2019	AUCUN	
US 9407881 B2	02-08-2016	US 2016021344 A1 US 2016335476 A1	21-01-2016 17-11-2016