



DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
14.07.2021 Bulletin 2021/28

(51) Int Cl.:
G08B 21/04 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **21150553.2**

(22) Date de dépôt: **07.01.2021**

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
**BA ME
KH MA MD TN**

- **KOUL À WELL, John
93340 LE RAINCY (FR)**
- **MHANNA, Kristel
FARAYA (LB)**
- **RINCON, Maria
92130 ISSY-LES-MOULINEAUX (FR)**
- **BOUBET, Kataline
75019 PARIS (FR)**

(30) Priorité: **09.01.2020 FR 2000157**

(71) Demandeur: **KXKJM
95310 Saint Ouen l'Aumône (FR)**

(74) Mandataire: **Lavoix
2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)**

(72) Inventeurs:
• **ROMERO, Xavier
95310 SAINT OUEN L'AUMÔNE (FR)**

(54) **DISPOSITIF DE DÉTECTION D'UN COMPORTEMENT À RISQUE D'AU MOINS UNE PERSONNE, PROCÉDÉ DE DÉTECTION ET RÉSEAU DE DÉTECTION ASSOCIÉS**

(57) L'invention a pour objet un dispositif de détection comprenant :

- un capteur de profondeur (28) configuré pour générer une pluralité de vues topographiques du champ de détection (24), chaque vue topographique comprenant des distances topographiques entre le capteur de profondeur (28) et des points présents dans le champ de détection (24),
- un module de détermination (30) configuré pour déterminer une silhouette de la personne (22) à partir d'au moins une vue topographique, la silhouette étant définie

par une partie des distances topographiques, dites distances de silhouette,

- un module de traitement (32) configuré pour déterminer le comportement à risque de la personne (22) en propageant au moins une suite temporelle des distances de silhouette via un réseau de neurones artificiels.

Le réseau de neurones artificiels est entraîné par une suite temporelle de distances de silhouette correspondant à des comportements de référence de la personne (22).

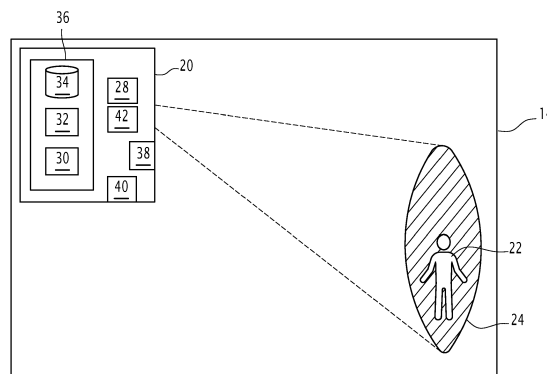


FIG.2

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif de détection d'un comportement à risque d'au moins une personne.

[0002] La présente invention concerne également un procédé de détection d'un comportement à risque d'une personne. La présente invention concerne en outre un réseau de détection associé.

[0003] On connaît des systèmes d'alerte comprenant des caméras vidéo configurés pour générer des flux vidéo comprenant des images vidéo de zones surveillées dans lesquelles des personnes se situent.

[0004] Ces systèmes sont par exemple destinés à détecter un mouvement risqué d'une personne ou la présence d'une personne dans une zone à risque. Classiquement, les images vidéo reçues par les caméras vidéo sont analysées par un opérateur qui détermine un mouvement risqué ou la présence de la personne dans la zone à risque et déclenche une alerte en conséquence.

[0005] On connaît également des systèmes automatiques de détection de mouvements prédéterminés, tels que par exemple des chutes d'une personne. Ces systèmes sont par exemple configurés pour détecter la chute d'une personne par analyse des images vidéo. En particulier, cela est fait en sélectionnant un point d'une scène des images vidéo, et en détectant la chute en fonction de la vitesse et/ou de l'accélération du point.

[0006] Cependant, de tels systèmes d'alerte ou de détection ne sont pas entièrement satisfaisants.

[0007] En particulier, de tels systèmes nécessitent l'analyse par un opérateur ou sont configurés pour détecter des mouvements prédéterminés uniquement.

[0008] Ainsi, la qualité de surveillance obtenue par ces systèmes n'est pas entièrement satisfaisante.

[0009] En outre, ces systèmes nécessitent la prise d'images vidéo d'une zone de vie de la personne ainsi que de la personne elle-même, ce qui nuit au confort des personnes dans la zone surveillée, et ne permet pas de protéger la sphère privée des personnes.

[0010] Ainsi, un but de l'invention est de proposer un dispositif de détection présentant une qualité de surveillance augmentée, tout en protégeant la sphère privée de personnes observées par celui-ci.

[0011] A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif de détection comprenant :

- un capteur de profondeur configuré pour générer une pluralité de vues topographiques du champ de détection, chaque vue topographique comprenant des distances topographiques entre le capteur de profondeur et des points présents dans le champ de détection,
- un module de détermination configuré pour déterminer une silhouette de la personne à partir d'au moins une vue topographique, la silhouette étant définie par une partie des distances topographiques, dites

distances de silhouette,

- un module de traitement configuré pour déterminer le comportement à risque de la personne en propageant au moins une suite temporelle des distances de silhouette via un réseau de neurones artificiels,

le réseau de neurones artificiels étant entraîné par une suite temporelle de distances de silhouette correspondant à des comportements de référence de la personne.

[0012] Ainsi, le dispositif de détection permet de détecter un comportement à risque d'au moins une personne, à savoir par exemple la manière d'agir de la personne.

- **[0013]** Grâce au module de traitement, le comportement à risque est détecté sans nécessité d'analyse par un opérateur, par exemple. Notamment, grâce au réseau de neurones artificiels, le comportement à risque est détecté à partir de la suite temporelle des distances de silhouette, car l'ensemble des informations comprises dans la suite temporelle sont reçues par le réseau de neurones artificiels. La qualité de surveillance est ainsi augmentée.

[0014] Contrairement aux systèmes d'alerte et de détection connus, le dispositif de détection selon l'invention permet en outre de protéger la sphère privée de personnes observées par celui-ci, car il ne nécessite pas la prise d'images vidéo.

[0015] En effet, le dispositif de détection est configuré pour détecter une silhouette de la personne à partir d'au moins une vue topographique, sans prendre des images vidéo de cette personne.

[0016] Suivant d'autres aspects avantageux de l'invention, le dispositif de détection comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- le comportement à risque comprend une pluralité d'actions de la personne pendant une durée prédéterminée, chaque action étant caractérisée par une suite temporelle des distances de silhouette,
- le dispositif de détection comprenant un module de mémorisation configuré pour conserver des enregistrements des distances de silhouette pendant une période prédéterminée pour obtenir des données enregistrées,
- le module de traitement est configuré pour déterminer un comportement de référence de la personne à partir des données enregistrées, et pour comparer ce comportement de référence avec un comportement récent de la personne, déterminé à partir d'une suite temporelle récente de distances de silhouette, le module de traitement étant configuré pour déterminer le comportement à risque en fonction de la comparaison du comportement de référence avec le comportement récent,

- le dispositif de détection comprend au moins un capteur additionnel configuré pour mesurer au moins une caractéristique relative à la personne, le module de traitement étant configuré pour confirmer le comportement à risque en fonction de ladite caractéristique,
- le capteur additionnel comprend un capteur thermique configuré pour mesurer une température, formant la caractéristique, à une pluralité de positions du champ de détection,
- le capteur additionnel comprend au moins un microphone, le dispositif de détection comprenant en outre au moins un haut-parleur, le dispositif de détection étant configuré pour émettre une question automatique par le haut-parleur, et pour enregistrer une réaction suite à la question par le microphone, la réaction formant la caractéristique,
- le module de traitement est configuré pour générer un indice de confiance, l'indice de confiance étant une probabilité de détection du comportement à risque correspondant à un comportement à risque effectif de la personne, par comparaison de la caractéristique, mesurée par le capteur additionnel, avec des caractéristiques de référence, et/ou
- le module de traitement est configuré pour déterminer un degré d'urgence d'un état de la personne en fonction du comportement à risque et de l'indice de confiance.

[0017] L'invention a également pour objet un procédé de détection d'un comportement à risque d'une personne dans un champ de détection, le procédé de détection étant mis en oeuvre par un dispositif de détection et comprenant une phase d'apprentissage comprenant l'entraînement d'un réseau de neurones artificiels par une suite temporelle de distances de silhouette correspondant à des comportements de référence de la personne, le procédé de détection comprenant en outre une phase d'exploitation comprenant :

- une étape de génération d'une pluralité de vues topographiques du champ de détection par un capteur de profondeur, chaque vue topographique comprenant des distances topographiques entre le capteur de profondeur (28) et des points présents dans le champ de détection,
- une étape de détermination d'une silhouette de la personne à partir d'au moins une vue topographique, la silhouette étant définie par une partie des distances topographiques, dites distances de silhouette,
- une étape de traitement comprenant la détermination du comportement à risque de la personne par

le module de traitement en propageant au moins une suite temporelle des distances de silhouette via le réseau de neurones artificiels.

5 **[0018]** L'invention a également pour objet un réseau de détection comprenant plusieurs dispositifs de détection d'un comportement à risque d'au moins une personne, chaque dispositif de détection étant configuré pour associer un identifiant à la personne présente dans son champ de détection.

10 **[0019]** Suivant un autre aspect avantageux de l'invention, le réseau de détection comprend les caractéristiques suivantes :

- 15 - un serveur centralisé configuré pour recevoir de chaque dispositif de détection l'identifiant un identifiant anonymisé de la personne et la suite temporelle des distances de silhouette de cette personne, le serveur centralisé étant en outre configuré pour déterminer les comportements de référence en propageant chaque suite temporelle via un réseau de neurones artificiels centralisé.

20 **[0020]** Ces caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- 25 - la figure 1 est une représentation schématique en vue de dessus d'un appartement et d'un réseau de détection comprenant au moins un dispositif de détection selon l'invention, et
- 30 - la figure 2 est une représentation schématique en vue de côté d'un ensemble comprenant le capteur de détection de la figure 1.

35 **[0021]** Sur la figure 1, un réseau de détection 10, équipant par exemple un domicile d'une personne 22, tel qu'un appartement 12 comprenant plusieurs pièces 14, 16, 18, est représenté.

40 **[0022]** Le réseau de détection 10 comprend une pluralité de dispositifs de détection 20 configurés pour détecter un comportement à risque d'au moins de la personne 22 dans un champ de détection 24 respectif.

45 **[0023]** Selon l'exemple de la figure 1, un dispositif de détection 20 respectif est agencé dans chaque pièce 14, 16, 18 de l'appartement 12.

50 **[0024]** Chaque dispositif de détection 20 est ainsi distant l'un par rapport à l'autre.

[0025] Chaque dispositif de détection 20 est de préférence identique l'un par rapport à l'autre. En particulier, chaque dispositif 20 comprend les mêmes composants.

55 **[0026]** En variante non représentée, un dispositif de détection 20 respectif est agencé uniquement dans certaines pièces, ou plusieurs dispositifs de détection 20 sont agencés dans au moins une pièce.

[0027] En variante encore non représentée, le réseau de détection 10 est agencé dans un immeuble public, tel qu'un hôpital, dans un environnement industriel ou dans un environnement urbain.

[0028] Par exemple, le réseau de détection 10, notamment chaque dispositif de détection 20 de ce réseau, est agencé à l'intérieur d'un bâtiment. Selon un autre exemple, le réseau de détection 10, notamment chaque dispositif de détection 20 de ce réseau, est agencé à l'extérieur de bâtiments. Le réseau de détection 10, notamment chaque dispositif de détection 20 de ce réseau, est par exemple agencé dans un environnement apte à transmettre des ondes électromagnétiques. Par exemple, le champ de détection 24 comprend un milieu apte à transmettre des ondes électromagnétiques. Le milieu est par exemple l'air, l'eau ou le vide, tel que le vide spatial.

[0029] Le réseau de détection 10 comprend des connexions 26 reliant les dispositifs de détection 20 entre eux. Les connexions 26 sont par exemple des connexions câblées ou des connexions sans fil.

[0030] Selon un exemple, les connexions 26 font partie d'un réseau de communication sans fil, configuré pour mettre en œuvre des protocoles de communication sans fil.

[0031] Selon encore un autre exemple, les connexions 26 font partie d'une pluralité de réseaux de communications sans fil, chaque réseau de communication étant configuré pour mettre en œuvre un ou plusieurs protocoles de communications spécifiques, tels que des protocoles relatifs à la téléphonie mobile et des protocoles relatifs à un réseau local sans fil ou WLAN (de l'anglais « Wireless Local Area Network »).

[0032] Le dispositif de détection 20 va être décrit plus en détail en référence à la figure 2.

[0033] Le dispositif de détection 20 comprend un capteur de profondeur 28, un module de détermination 30, un module de traitement 32 et un module de mémorisation 34.

[0034] Par exemple, le dispositif de détection 20 comprend un boîtier dans lequel sont agencés au moins le capteur de profondeur 28, le module de détermination 30 et le module de traitement 32. En complément, le module de mémorisation 34 est également agencé dans le boîtier.

[0035] Chaque boîtier peut être facilement agencé à l'endroit souhaité par un opérateur.

[0036] Le capteur de profondeur 28 est configuré pour générer une pluralité de vues topographiques du champ de détection 24. Chaque vue topographique comprend des distances topographiques entre le capteur de profondeur 28 et des points présents dans le champ de détection 24.

[0037] Par « vue topographique », il est entendu un ensemble de distances formant la profondeur du champ de détection 24 à chaque point du champ de détection 24.

[0038] Par exemple, le capteur de profondeur 28 est configuré pour émettre des signaux électromagnétiques

vers chaque point du champ de détection 24.

[0039] Chaque signal électromagnétique est susceptible d'être reflété par le point respectif du champ de détection 24.

5 **[0040]** Le capteur de profondeur 28 est configuré pour détecter la réflexion de chaque signal électromagnétique et pour mesurer le temps de vol, par exemple également appelé temps de propagation, de chaque signal électromagnétique.

10 **[0041]** A partir du temps de vol de chaque signal électromagnétique, le capteur de profondeur 28 est configuré pour calculer les distances topographiques. En fonction des distances topographiques et d'une direction de chaque distance topographique par rapport au capteur de profondeur 28, ce capteur est configuré pour générer la vue topographique correspondante à l'instant de réception de ces signaux électromagnétiques par le capteur de profondeur 28.

15 **[0042]** Le module de détermination 30 est configuré pour détecter une silhouette de la personne 22 à partir d'au moins une vue topographique.

20 **[0043]** La silhouette est définie par une partie des distances topographiques. Ces distances définissant la silhouette de la personne 22 sont appelées distances de silhouette par la suite.

25 **[0044]** Par « silhouette », il est entendu une forme générale de la personne 22. La forme comprend notamment des contours de la personne 22 se détachant nettement sur un fond.

30 **[0045]** Le module de traitement 32 comprend un réseau de neurones artificiels. Le réseau de neurones artificiels est notamment configuré pour recevoir en entrée la/les suites temporelles de distances de silhouette. Un paramètre d'entrée de ce réseau est alors la ou les suites temporelles de distances de silhouette. Le réseau de neurones artificiels est en outre configuré pour fournir en sortie le comportement à risque. Le comportement à risque forme alors un paramètre de sortie de ce réseau.

35 **[0046]** Le réseau de neurones artificiels est un réseau entraîné par une suite temporelle de distances de silhouette correspondant à des comportements de référence de la personne 22.

40 **[0047]** Le réseau de neurones artificiels est notamment configuré pour mettre en œuvre un principe dit apprentissage par renforcement.

45 **[0048]** Par « apprentissage par renforcement », il est entendu la capacité du réseau de neurones artificiels de déterminer les données en sortie, à savoir le comportement à risque, de manière autonome.

50 **[0049]** Le module de traitement 32 est ainsi configuré pour déterminer le comportement à risque de la personne 22 en propageant la suite temporelle des distances de silhouette via le réseau de neurones artificiels.

55 **[0050]** Par « comportement », il est entendu l'ensemble des actions adoptées par la personne 22 pendant une durée prédéterminée. La durée prédéterminée est par exemple une journée, une semaine, un mois ou un an.

[0051] Par « comportement à risque », il est entendu un comportement de la personne 22 susceptible de mener à une atteinte à la santé et/ou à l'intégrité physique de la personne 22. Notamment, le comportement à risque présente un écart par rapport à un comportement de référence respectif.

[0052] Le comportement à risque comprend par exemple une pluralité d'actions de la personne 22 pendant la durée prédéterminée. Chaque action est notamment caractérisée par une suite temporelle des distances de silhouette.

[0053] Par exemple, chaque action est caractérisée par une vitesse et/ou une accélération d'un déplacement d'au moins une partie de la silhouette.

[0054] Le comportement à risque comprend notamment une routine de l'ensemble de mouvements de la personne 22 pendant la durée prédéterminée.

[0055] Dans l'exemple de la figure 1, le module de détermination 30, le module de traitement 32 et le module de mémorisation 34 forment une unité de traitement d'informations 36.

[0056] Le module de détermination 30, le module de traitement 32 et le module de mémorisation 34 sont intégrés par exemple dans un ordinateur. Dans ce cas, le module de détermination 30, le module de traitement 32 se présentent au moins partiellement sous la forme d'un logiciel, ou d'une brique logicielle, exécutable par un processeur et stocké dans une mémoire du ordinateur.

[0057] En variante ou en complément, le module de détermination 30 et le module de traitement 32 sont intégrés, au moins partiellement, dans un dispositif physique, tel que par exemple un circuit logique programmable, tel qu'un FPGA (de l'anglais « Field Programmable Gate Array »), ou encore sous la forme d'un circuit intégré dédié, tel qu'un ASIC (de l'anglais « Application Specific Integrated Circuit »).

[0058] Lorsque le module de détermination 30 et le module de traitement 32 sont réalisés sous forme d'un ou plusieurs logiciels, c'est-à-dire sous forme d'un programme d'ordinateur, ils sont en outre aptes à être enregistrés sur un support, non représenté, lisible par ordinateur.

[0059] Le support lisible par ordinateur est, par exemple, apte à mémoriser les instructions électroniques et à être couplé à un bus d'un système informatique. A titre d'exemple, le support lisible est un disque optique, un disque magnéto-optique, une mémoire ROM, une mémoire RAM, tout type de mémoire non-volatile (par exemple EPROM, EEPROM, FLASH, NVRAM), une carte magnétique ou une carte optique.

[0060] Le module de mémorisation 34 est configuré pour conserver des enregistrements des distances de silhouette pendant une période prédéterminée pour obtenir des données enregistrées.

[0061] Le module de mémorisation 34 est par exemple apte à mémoriser les instructions électroniques et à être couplé à un bus d'un système informatique. A titre d'exemple, le module de mémorisation 34 est réalisé

sous forme d'un disque optique, d'un disque magnéto-optique, d'une mémoire ROM, d'une mémoire RAM, de tout type de mémoire non-volatile (par exemple EPROM, EEPROM, FLASH, NVRAM), d'une carte magnétique ou d'une carte optique.

[0062] A partir des données enregistrées par le dispositif de mémorisation 34, le module de traitement 32 est par exemple configuré pour déterminer un comportement de référence de la personne 22. Par exemple, le module de traitement 32 est configuré pour propager les données enregistrées comprenant les enregistrements des distances de silhouette via le réseau de neurones artificiels pour obtenir ce comportement de référence.

[0063] Le module de traitement 32 est en outre configuré pour comparer le comportement de référence avec un comportement récent de la personne 22.

[0064] Le comportement récent est déterminé à partir d'une suite temporelle récente des distances de silhouette. Notamment, la suite temporelle récente des distances de silhouette comprend des distances de silhouette obtenues à partir de vues topographiques générées à un instant récent. L'instant récent est un instant postérieur à un instant d'enregistrement des enregistrements des distances de silhouette dans le module de mémorisation 34.

[0065] Par exemple, le module de traitement 32 est configuré pour déterminer le comportement à risque de la personne 22 en outre en fonction de la comparaison du comportement de référence avec le comportement récent de la personne 22. Par exemple, le module de traitement 32 comprend une unité de comparaison, non représentée, configuré pour comparer le comportement de référence et le comportement récent obtenus à la sortie du réseau de neurones artificiels de ce module de traitement 32.

[0066] Par exemple, lorsque la durée prédéterminée du comportement à risque est une journée, le module de traitement 32 est configuré pour détecter un écart de l'ensemble des actions adoptées par la personne 22 pendant une journée récente par rapport à l'ensemble des actions adoptées par la personne 22 pendant une journée antérieure à la journée récente. Par exemple, une action adoptée par la personne 22 est de traverser la pièce 14, 16, 18 pendant une période de traversée. Le module de traitement 32 est configuré pour comparer la période de traversée à la journée récente à la période de traversée à la journée antérieure.

[0067] Le module de traitement 32 est ainsi configuré pour détecter un changement d'un comportement sur le temps de la personne 22, par comparaison du comportement de référence avec le comportement récent de la personne 22.

[0068] Le module de traitement 32 est ainsi configuré pour identifier des modifications transitoires, par exemple pendant une journée spécifique uniquement, et des modifications durables du comportement de la personne 22.

[0069] Le module de traitement 32 est ainsi configuré

pour obtenir une tendance de comportement de la personne 22.

[0070] Le dispositif de détection 20 comprend en outre au moins un haut-parleur 38, le dispositif de détection 20 étant configuré pour émettre une question automatique par le haut-parleur 38, notamment adressée à la personne 22.

[0071] Le dispositif de détection 20 comprend en outre au moins un capteur additionnel configuré pour mesurer au moins une caractéristique relative à la personne 22.

[0072] Selon un exemple, le capteur additionnel comprend au moins un microphone 40 configuré pour enregistrer une piste sonore. En particulier, le dispositif de détection 20 est configuré pour enregistrer une réaction suite à la question, émise par le haut-parleur 38, par le microphone 40. La réaction forme la caractéristique relative à la personne 22.

[0073] Par exemple, le haut-parleur 38 et le microphone 40 forment un module de communication configuré pour communiquer avec la personne 22. Le module de traitement 32 est configuré pour échanger des données avec le haut-parleur 38 et le microphone 40, telles que des signaux et des commandes.

[0074] Selon un exemple, le capteur additionnel comprend un capteur thermique 42 configuré pour mesurer la température, formant la caractéristique, à une pluralité de positions du champ de détection 24.

[0075] Le module de traitement 32 est par exemple configuré pour confirmer le comportement à risque en fonction de la caractéristique, notamment lorsque le comportement à risque est un comportement prédéterminé parmi les comportements de référence.

[0076] Le comportement prédéterminé est par exemple un comportement à risque qui présente un risque de santé pour la personne 22. Par exemple, le module de traitement 32 est configuré pour déclencher la mesure de la caractéristique par le capteur additionnel.

[0077] Le module de traitement 32 est par exemple configuré pour générer un indice de confiance étant une probabilité de détection du comportement à risque correspondant à un comportement à risque effectif de la personne 22. Le comportement à risque effectif de la personne 22 est notamment le comportement qui a réellement lieu.

[0078] Par exemple, le module de traitement 32 est configuré pour générer l'indice de confiance par comparaison de la caractéristique mesurée par le capteur additionnel avec des caractéristiques de référence. L'indice de confiance est par exemple un chiffre compris entre 0 et 1, où 1 correspondant à une détection certaine du véritable comportement à risque, et 0 à une détection très incertaine du véritable comportement à risque.

[0079] Les caractéristiques de référence sont par exemple des caractéristiques enregistrées. Par exemple, la caractéristique de référence est une réponse type, telle que « oui », « non », aucune réponse vocale de la personne 22, une gamme de températures d'un point de la silhouette ou un écart de température d'un point la

silhouette par rapport à un point du champ de détection 24 ne faisant pas partie de la silhouette.

[0080] Le module de traitement 32 est par exemple configuré pour déterminer un degré d'urgence d'un état de la personne 22 en fonction du comportement à risque et de l'indice de confiance.

[0081] Par exemple, le module de traitement 32 comprend un tableau dans lequel est associé à chaque comportement à risque un degré de risque, le degré de risque correspondant à une gravité de risque de santé de la personne 22 présentant le comportement à risque respectif.

[0082] En pondérant le degré de risque associé au comportement à risque déterminé de la personne 22 avec l'indice de confiance, le module de traitement 32 est ainsi configuré pour déterminer le degré d'urgence.

[0083] Le module de traitement 32 est configuré pour déclencher une alerte, notamment en fonction du degré d'urgence. Par exemple, le module de traitement 32 est configuré pour avertir une personne ou un organisme, en choisissant notamment la personne ou l'organisme en fonction du degré d'urgence. Par exemple, le module de traitement 32 est configuré pour avertir un aidant, un membre de la famille de la personne, une infirmière, un médecin et/ou le SAMU (acronyme de Service d'Aide Médicale d'Urgence), par exemple par un appel téléphonique ou un autre moyen de communication.

[0084] Le dispositif de détection 20 est par exemple configuré pour associer un identifiant à la ou les personne(s) 22 présente(s) dans son champ de détection 24.

[0085] En référence à la figure 1, chaque dispositif de détection 20 est configuré pour transmettre l'identifiant de la ou des personne(s) 22 ainsi que des informations de déplacement de la ou les personne(s) 22 aux autres dispositifs de détection 20. Les informations de déplacement comprennent par exemple une information de sortie de la personne 22 du champ de détection 24 d'un dispositif de détection 20 respectif, par exemple lorsque la personne 22 traverse d'une pièce 14, 16, 18 à l'autre.

[0086] Chaque dispositif de détection 20 est ainsi configuré pour identifier la personne 22 lorsqu'elle entre dans son champ de détection 24, à partir de l'identifiant et des informations de déplacement reçus d'un autre dispositif de détection 20.

[0087] En référence à la figure 1, le réseau de détection 10 comprend en outre un serveur centralisé 44 relié à chaque dispositif de détection 20. Le serveur centralisé 44 est par exemple relié à chaque dispositif de détection 20 par les connexions 26. En variante, le serveur centralisé 44 est relié à chaque dispositif de détection 20 par une connexion distincte des connexions 26. La connexion distincte fait par exemple partie d'un réseau de communication sans fil configuré pour mettre en œuvre des protocoles relatifs à la téléphonie mobile, telle que la 5G.

[0088] Par exemple, le serveur centralisé 44 est configuré pour être connecté en outre, via des connexions 46, à des dispositifs de détection non représentés, par

exemple agencés dans un appartement non représenté, distinct de l'appartement 12.

[0089] Le serveur centralisé 44 est configuré pour recevoir de chaque dispositif de détection 20 l'identifiant de la personne 22 et la suite temporelle des distances de silhouette de cette personne 22. Par exemple, le serveur centralisé 44 comprend une mémoire, non représentée, configurée pour mémoriser les suites temporelles des distances de silhouette correspondantes.

[0090] Le serveur centralisé 44 comprend par exemple un réseau de neurones artificiels centralisé. Des paramètres d'entrée du réseau de neurones artificiels centralisé sont notamment les suites temporelles de distances de silhouette et les identifiants des personnes 22 correspondants. Des paramètres de sortie du réseau de neurones artificiels centralisé sont par exemple les comportements de référence.

[0091] Le serveur centralisé 44 est ainsi configuré pour déterminer les comportements de référence en propageant chaque suite temporelle via le réseau de neurones artificiels centralisé.

[0092] Un procédé de détection d'un comportement à risque de la personne 22 dans le champ de détection 24 va maintenant être décrit, ce procédé étant mis en œuvre par le dispositif de détection 20.

[0093] Le procédé de détection comprend notamment une phase d'apprentissage et une phase d'exploitation.

[0094] Lors de la phase d'apprentissage, le réseau de neurones artificiels du module de traitement 32 est entraîné. Par exemple, certains comportements de référence sont appris au réseau de neurones artificiels.

[0095] Par exemple, le réseau de neurones artificiels reçoit en entrée une suite temporelle de distances de silhouette, et il est appris au réseau de neurones artificiels que cette suite temporelle correspond à un comportement de référence respectif de la personne 22.

[0096] La phase d'apprentissage est mise en œuvre au moins une fois avant la mise en œuvre de la phase d'exploitation.

[0097] La phase d'exploitation comprend une étape de génération, une étape de détermination et une étape de traitement.

[0098] Lors de l'étape de génération, le capteur de profondeur 28 génère la pluralité de vues topographiques du champ de détection 24 comprenant les distances topographiques entre le capteur de profondeur 28 et les points présents dans le champ de détection 24.

[0099] Par exemple, le capteur de profondeur 28 émet des signaux électromagnétiques vers chaque point du champ de détection 24. Chaque signal électromagnétique est reflété par le point respectif du champ de détection 24. Le capteur de profondeur 28 mesure le temps de vol de chaque signal électromagnétique en détectant la réflexion de chaque signal électromagnétique. A partir du temps de vol de chaque signal électromagnétique, le capteur de profondeur 28 calcule les distances topographiques. En fonction des distances topographiques et une direction de chaque distance topographique par rap-

port au capteur de profondeur 28, le capteur de profondeur 28 génère ainsi la vue topographique correspondante à l'instant de réception des signaux électromagnétiques par le capteur de profondeur 28.

[0100] Lors de l'étape de détermination, le module de détermination 30 détermine la silhouette de la personne 22 à partir d'au moins une vue topographique de la pluralité de vues topographiques.

[0101] Lors de l'étape de traitement, le module de traitement 32 détermine le comportement à risque de la personne 22 en propageant la suite temporelle des distances de silhouette via le réseau de neurones artificiels.

[0102] Selon un exemple, la phase d'exploitation comprend au moins une étape parmi une étape de communication, une étape de vérification, une étape de vérification additionnelle et une étape d'avertissement.

[0103] Les étapes de communication, de vérification, de vérification additionnelle et d'avertissement, ou au moins l'une de ces étapes, sont déclenchées par exemple par le module de traitement 32 en fonction du comportement à risque déterminé lors de l'étape de traitement.

[0104] Lors de l'étape de communication, le module de traitement 32 émet un signal au haut-parleur 38 comprenant la question automatique adressée à la personne 22. Le microphone 40 enregistre alors une piste sonore comprenant la réaction de la personne 22 suite à la question automatique et transmet cette piste sonore au module de traitement 32.

[0105] Lors de l'étape de vérification, le module de traitement 32 analyse par exemple la piste sonore et en extrait la réaction de la personne 22.

[0106] Le module de traitement 32 génère alors l'indice de confiance en comparant par exemple la réaction avec les réponses types.

[0107] Le module de traitement 32 génère par exemple le degré d'urgence de l'état de la personne 22 en fonction du comportement à risque et de l'indice de confiance. Par exemple, le module de traitement 32 pondère le degré de risque associé au comportement à risque déterminé de la personne 22 avec l'indice de confiance pour déterminer le degré d'urgence.

[0108] Lors de l'étape de vérification additionnelle, le capteur thermique 42 mesure la température à une pluralité de positions du champ de détection 24, et transmet les mesures de température au module de traitement 32. Le module de traitement 32 transmet par exemple les mesures de température à un médecin ou le SAMU.

[0109] Le module de traitement 32 déclenche l'étape de vérification additionnelle par exemple si le degré d'urgence est supérieur à un seuil.

[0110] Lors de l'étape d'avertissement, le module de traitement 32 déclenche une alerte, notamment en fonction du degré d'urgence. Par exemple, le module de traitement 32 avertit, en fonction du degré d'urgence, une personne ou un organisme prédéterminé, par exemple un aidant, un membre de la famille de la personne, une infirmière, un médecin et/ou le SAMU, par exemple par

un appel téléphonique ou un autre moyen de communication.

[0111] Selon un mode de réalisation, la phase d'apprentissage et la phase d'exploitation sont exécutées simultanément. Par exemple, pendant l'exécution de la phase d'apprentissage, un comportement à risque déterminé par le réseau de neurones artificiels est appris à ce réseau en tant que comportement de référence.

[0112] Un procédé de communication va maintenant être décrit, ce procédé étant mis en œuvre par le réseau de détection 10.

[0113] Le procédé de communication comprend une étape de réception et une étape de détermination de comportement de référence.

[0114] Un premier mode de réalisation du procédé de communication est maintenant décrit.

[0115] Lors de l'étape de réception, chaque dispositif de détection 20 reçoit l'identifiant de la personne 22 et la suite temporelle des distances de silhouette de cette personne 22 des autres dispositifs de détection 20.

[0116] Par exemple, lorsque la personne 22 est dans la pièce 14, les dispositifs de détection 20 agencés dans les pièces 16 et 18 reçoivent l'identifiant de la personne 22 et la suite temporelle des distances de silhouette de cette personne 22 de la part du dispositif de détection 20 agencé dans la pièce 14.

[0117] Lors de l'étape de détermination, chaque dispositif de détection 20 qui a reçu l'identifiant de la personne 22 et la suite temporelle des distances de silhouette de cette personne 22 lors de l'étape de réception détermine un comportement de référence de la personne 22 en propageant cette suite temporelle via son réseau de neurones artificiels.

[0118] Ainsi, chaque dispositif de détermination 20 complète, lors du procédé de communication, les comportements de référence connus par son réseau de neurones artificiels.

[0119] Un deuxième mode de réalisation du procédé de communication est maintenant décrit.

[0120] Lors de l'étape de réception, le serveur centralisé 44 reçoit de chaque dispositif de détection 20 du réseau de détection 10 la suite temporelle des distances de silhouette de la personne 22 et un identifiant anonymisé. L'identifiant anonymisé est dépourvu d'informations permettant d'obtenir l'identité de la personne 22, telle que son nom, lieu de résidence, âge etc.

[0121] Notamment, le serveur centralisé 44 reçoit les suites temporelles des distances de silhouette, associé à l'identifiant anonymisé.

[0122] Par exemple, lorsque la personne 22 est dans la pièce 14, le serveur centralisé 44 reçoit l'identifiant de la personne 22 et la suite temporelle des distances de silhouette de cette personne 22 de la part du dispositif de détection 20 agencé dans la pièce 14.

[0123] Selon un autre exemple encore, lorsque la personne 22 est dans la pièce 16, le serveur centralisé 44 reçoit l'identifiant de la personne 22 et la suite temporelle des distances de silhouette de cette personne 22 de la

part du dispositif de détection 20 agencé dans la pièce 16.

[0124] Lors de l'étape de détermination, le serveur centralisé 44 détermine un comportement de référence de la personne 22 en propageant la ou chaque suite temporelle, reçue lors de l'étape de réception, via son réseau de neurones centralisé.

[0125] Lors d'une étape additionnelle du procédé de communication, le serveur centralisé 44 transmet les comportements de référence à chaque dispositif de détection 20. Chaque dispositif de détection 20 entraîne ainsi son réseau de neurones artificiels avec des comportements de référence reçus du serveur centralisé 44.

[0126] Selon un exemple, le réseau de neurones artificiels est entraîné, notamment lors de la phase d'exploitation, par analyse d'une piste sonore enregistrée par le microphone 40.

[0127] Par exemple, le dispositif de détection 20 comprend, enregistré dans le module de mémorisation 34, pour chaque comportement à risque déterminé par le réseau de neurones, un type de piste sonore associé.

[0128] Lors de la phase d'exploitation, le module de traitement 32 analyse si la piste sonore enregistrée correspond au type de piste sonore associé au comportement à risque déterminé par le réseau de neurones. Si cela n'est pas le cas, le module de traitement 32 considère alors que le comportement à risque déterminé via la propagation sur le réseau de neurones ne correspond pas à la réalité. Le module de traitement 32 modifie le réseau de neurones artificielles pour tenir compte de cette conclusion, par exemple en modifiant les neurones du réseau de manière à ce que le réseau ne détermine plus ce comportement à risque déterminé pour la suite temporelle des distances de silhouette correspondante reçue à l'entrée.

[0129] A titre d'illustration, le type de piste sonore correspond à une affirmation ou non suite à une question, telle que « oui » ou « non ». Selon d'autres exemples, le type de piste sonore correspond à une voix de la personne 22 exprimant de la douleur, du trouble ou de l'affolement.

[0130] De préférence, l'analyse de la piste sonore est faite par le dispositif de détection 20 de manière indépendante de la génération de l'indice de confiance, par exemple par l'enregistrement d'une piste sonore distincte de la piste sonore utilisée pour la génération de l'indice de confiance.

[0131] L'entraînement du réseau de neurones artificiels par analyse de la piste sonore permet de renforcer le réseau. A cette fin, l'analyse de la piste sonore est un principe particulièrement performant pour le renforcement du réseau au vu de la détermination d'un comportement à risque, car l'entraînement par audio présente une plus grande probabilité que la réponse de la personne 22 est correctement reçue par le dispositif, en comparaison avec d'autres sources d'informations utilisées pour l'entraînement ou de vérification du réseau, telles qu'une analyse d'images.

Revendications

1. Dispositif de détection (20) d'un comportement à risque d'au moins une personne (22) dans un champ de détection (24), le dispositif de détection (20) comprenant :
 - un capteur de profondeur (28) configuré pour générer une pluralité de vues topographiques du champ de détection (24), chaque vue topographique comprenant des distances topographiques entre le capteur de profondeur (28) et des points présents dans le champ de détection (24),
 - un module de détermination (30) configuré pour déterminer une silhouette de la personne (22) à partir d'au moins une vue topographique, la silhouette étant définie par une partie des distances topographiques, dites distances de silhouette,
 - un module de traitement (32) configuré pour déterminer le comportement à risque de la personne (22) en propageant au moins une suite temporelle des distances de silhouette via un réseau de neurones artificiels,

le réseau de neurones artificiels étant entraîné par une suite temporelle de distances de silhouette correspondant à des comportements de référence de la personne (22).
2. Dispositif de détection (20) selon la revendication 1, dans lequel le comportement à risque comprend une pluralité d'actions de la personne (22) pendant une durée prédéterminée, chaque action étant **caractérisée par** une suite temporelle des distances de silhouette.
3. Dispositif de détection (20) selon l'une quelconque des revendications précédentes, le dispositif de détection (20) comprenant un module de mémorisation (34) configuré pour conserver des enregistrements des distances de silhouette pendant une période prédéterminée pour obtenir des données enregistrées.
4. Dispositif de détection (20) selon la revendication 3, dans lequel le module de traitement (32) est configuré pour déterminer un comportement de référence de la personne (22) à partir des données enregistrées, et pour comparer ce comportement de référence avec un comportement récent de la personne (22), déterminé à partir d'une suite temporelle récente de distances de silhouette, le module de traitement (32) étant configuré pour déterminer le comportement à risque en fonction de la comparaison du comportement de référence avec le comportement récent.
5. Dispositif de détection (20) selon l'une quelconque des revendications précédentes, le dispositif de détection (20) comprenant au moins un capteur additionnel (40, 42) configuré pour mesurer au moins une caractéristique relative à la personne (22), le module de traitement (32) étant configuré pour confirmer le comportement à risque en fonction de ladite caractéristique.
6. Dispositif de détection (20) selon la revendication 5, dans lequel le capteur additionnel (40, 42) comprend un capteur thermique (42) configuré pour mesurer une température, formant la caractéristique, à une pluralité de positions du champ de détection (24).
7. Dispositif de détection (20) selon la revendication 5 ou 6, dans lequel le capteur additionnel (40, 42) comprend au moins un microphone (40), le dispositif de détection (20) comprenant en outre au moins un haut-parleur (38), le dispositif de détection (20) étant configuré pour émettre une question automatique par le haut-parleur (38), et pour enregistrer une réaction suite à la question par le microphone (40), la réaction formant la caractéristique.
8. Dispositif de détection (20) selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, dans lequel le module de traitement (32) est configuré pour générer un indice de confiance, l'indice de confiance étant une probabilité de détection du comportement à risque correspondant à un comportement à risque effectif de la personne (22), par comparaison de la caractéristique, mesurée par le capteur additionnel (40, 42), avec des caractéristiques de référence.
9. Dispositif de détection (20) selon la revendication 8, dans lequel le module de traitement (32) est configuré pour déterminer un degré d'urgence d'un état de la personne (22) en fonction du comportement à risque et de l'indice de confiance.
10. Procédé de détection d'un comportement à risque d'une personne (22) dans un champ de détection (24), le procédé de détection étant mis en œuvre par un dispositif de détection (20) et comprenant une phase d'apprentissage comprenant l'entraînement d'un réseau de neurones artificiels par une suite temporelle de distances de silhouette correspondant à des comportements de référence de la personne (22), le procédé de détection comprenant en outre une phase d'exploitation comprenant :
 - une étape de génération d'une pluralité de vues topographiques du champ de détection (24) par un capteur de profondeur (28), chaque vue topographique comprenant des distances topographiques entre le capteur de profondeur (28) et des points présents dans le champ de détec-

tion (24),

- une étape de détermination d'une silhouette de la personne (22) à partir d'au moins une vue topographique, la silhouette étant définie par une partie des distances topographiques, dites distances de silhouette, 5
- une étape de traitement (32) comprenant la détermination du comportement à risque de la personne (22) par le module de traitement (32) en propageant au moins une suite temporelle des distances de silhouette via le réseau de neurones artificiels. 10

11. Réseau de détection (10) comprenant plusieurs dispositifs de détection (20) d'un comportement à risque d'au moins une personne (22), chaque dispositif de détection (20) étant selon l'une des revendications 1 à 9, chaque dispositif de détection (20) étant configuré pour associer un identifiant à la personne (22) présente dans son champ de détection (24). 15 20
12. Réseau de détection (10) selon la revendication 11, dans lequel chaque dispositif de détection (20) comprend un boîtier dans lequel sont agencés au moins le capteur de profondeur (28), le module de détermination (30) et le module de traitement (32). 25
13. Réseau de détection (10) selon la revendication 11 ou 12, dans lequel chaque dispositif de détection (20) est distant l'un par rapport à l'autre. 30
14. Réseau de détection (10) selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, comprenant en outre un serveur centralisé (44) configuré pour recevoir de chaque dispositif de détection (20) un identifiant anonymisé de la personne (22) et la suite temporelle des distances de silhouette de cette personne (22), le serveur centralisé (44) étant en outre configuré pour déterminer les comportements de référence en propageant chaque suite temporelle via un réseau de neurones artificiels centralisé. 35 40

45

50

55

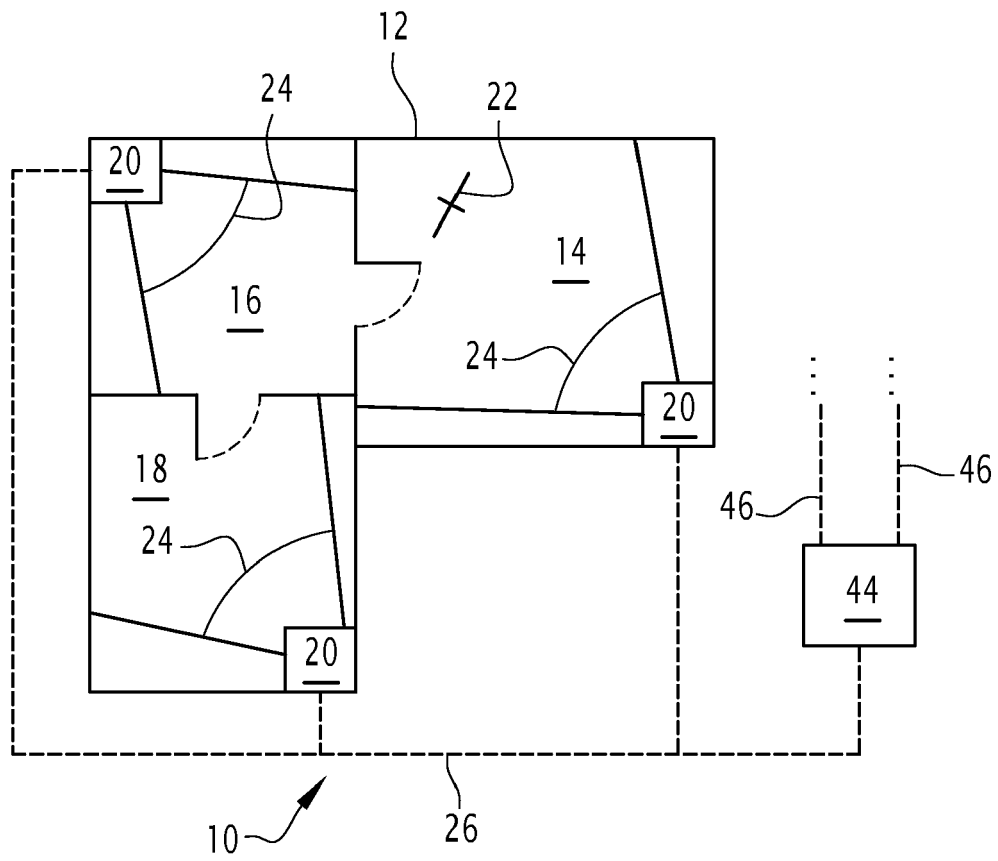


FIG.1

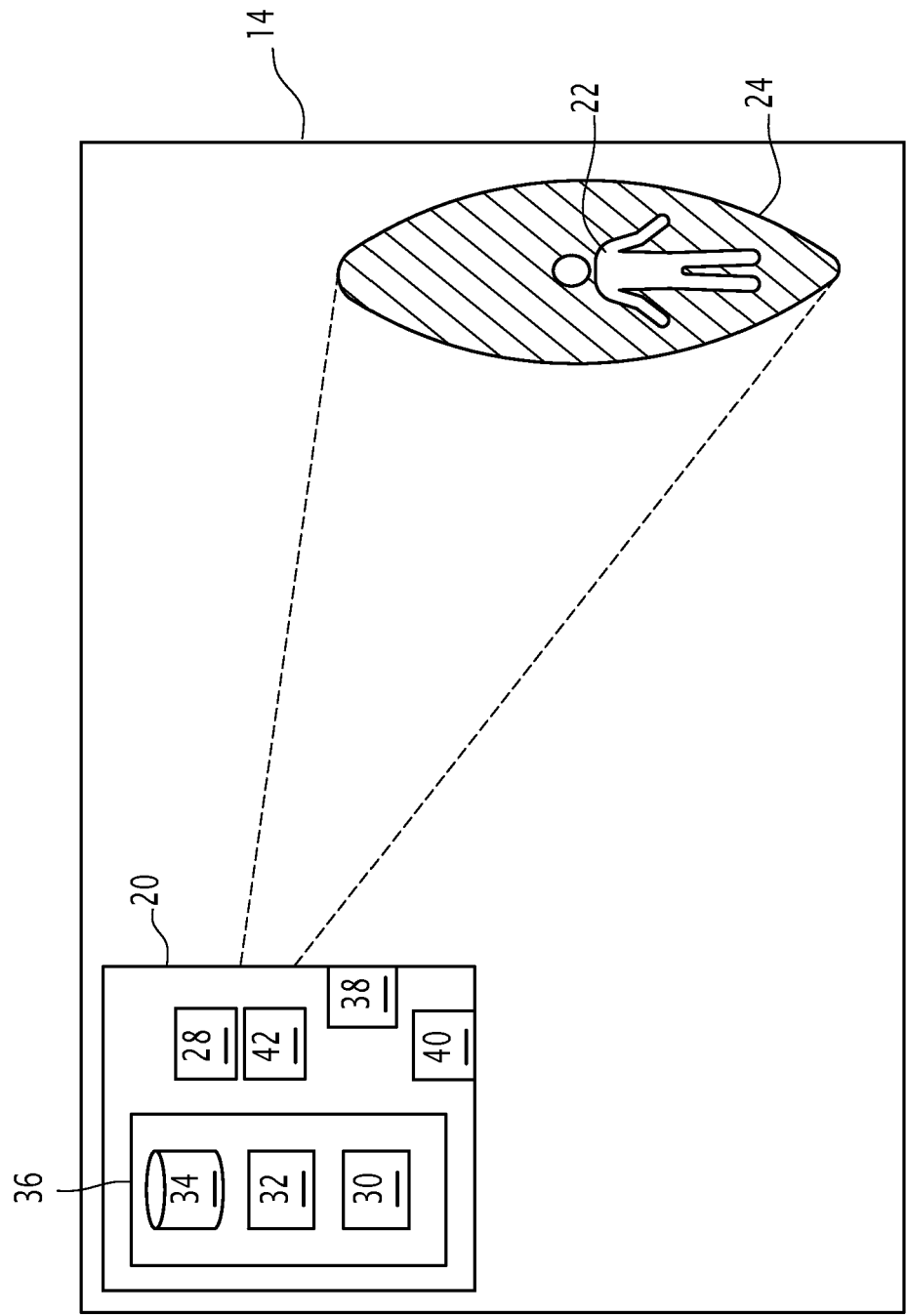


FIG. 2



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 21 15 0553

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	WO 2012/002904 A1 (FOTONIC I NORDEN AB [SE]; HAELLSTIG EMIL [SE]) 5 janvier 2012 (2012-01-05)	1,3, 10-14	INV. G08B21/04
Y	* page 1, lignes 7-9 * * page 7, lignes 28-30 * * page 10, ligne 33 - page 11, ligne 15 * * page 6, ligne 3 - page 7, ligne 17 * * page 7, ligne 27 - page 8, ligne 19 * * page 8, lignes 21-29 * * page 8, ligne 31 - page 9, ligne 2 * * page 11, lignes 7-11 * * page 13, lignes 1-3 * * page 12, lignes 17-27 * * figure 1b * * page 9, lignes 15-26 *	2,4-9	
Y	US 2019/108740 A1 (COKE TANIA ABEDIAN [US] ET AL) 11 avril 2019 (2019-04-11) * alinéas [0025], [0066] * * alinéa [0043] * * alinéas [0013], [0065], [0077] * * alinéa [0016] * * alinéa [0024] *	2,4,5,7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) G08B
Y	WO 2019/231861 A1 (GREENWAVE SYSTEMS PTE LTD [SG]; GREENWAVE SYSTEMS INC [US]) 5 décembre 2019 (2019-12-05) * page 38, lignes 14-20 *	6	
Y	US 10 037 668 B1 (DESGARENNES GABRIEL A [US] ET AL) 31 juillet 2018 (2018-07-31) * colonne 6, ligne 59 - colonne 8, ligne 9 * * colonne 9, ligne 66 - colonne 10, ligne 14 *	8,9	
----- -/--			
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 5 mars 2021	Examineur Meister, Mark
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 21 15 0553

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	WO 02/075687 A2 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]) 26 septembre 2002 (2002-09-26) * page 12, ligne 11 - page 13, ligne 16 * -----	8,9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 5 mars 2021	Examineur Meister, Mark
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 21 15 0553

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

05-03-2021

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2012002904 A1	05-01-2012	AUCUN	
US 2019108740 A1	11-04-2019	AU 2018345296 A1 CA 3076015 A1 EP 3691527 A1 JP 2020535861 A JP 2020535862 A SG 11202001933P A US 2019108740 A1 WO 2019070570 A1 WO 2019070651 A1	26-03-2020 11-04-2019 12-08-2020 10-12-2020 10-12-2020 29-04-2020 11-04-2019 11-04-2019 11-04-2019
WO 2019231861 A1	05-12-2019	EP 3762909 A1 WO 2019231861 A1	13-01-2021 05-12-2019
US 10037668 B1	31-07-2018	AUCUN	
WO 02075687 A2	26-09-2002	AT 296473 T DE 60204292 T2 EP 1371042 A2 JP 2004531800 A KR 20030001504 A US 2002169583 A1 WO 02075687 A2	15-06-2005 16-03-2006 17-12-2003 14-10-2004 06-01-2003 14-11-2002 26-09-2002

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82