

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale

WO 2020/201006 A1

(43) Date de la publication internationale
08 octobre 2020 (08.10.2020)

(51) Classification internationale des brevets :

G08B 13/10 (2006.01) G06K 9/00 (2006.01)
G08B 13/16 (2006.01) G07C 9/00 (2020.01)
G08B 25/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2020/058535

(22) Date de dépôt international :

26 mars 2020 (26.03.2020)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1903342 29 mars 2019 (29.03.2019) FR

(71) Déposant : **ORANGE** [FR/FR] ; 78 rue Olivier de Serres,
75015 PARIS (FR).

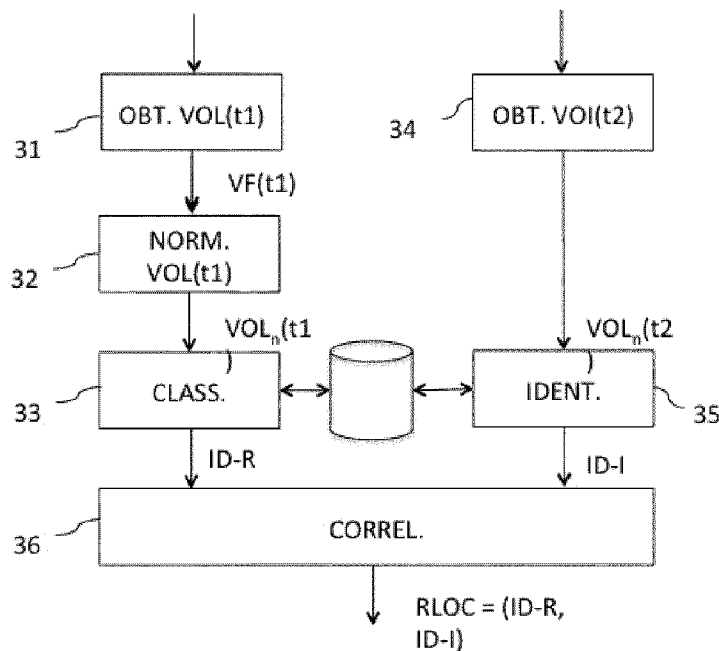
(72) Inventeurs : **LE GUILLOU, Xavier** ; ORANGE - TGI/
OLR/IPL/PATENTS, ORANGE GARDENS - 44 avenue
de la République -, CS 50010, 92326 CHÂTILLON CE-
DEX (FR). **BRICHETEAU, Dimitri** ; ORANGE - TGI/
OLR/IPL/PATENTS, ORANGE GARDENS - 44 avenue
de la République -, CS 50010, 92326 CHATILLON CE-
DEX (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,
KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,

(54) Title: METHOD FOR LOCATING AN INDIVIDUAL OR AN ANIMAL IN A BUILDING, METHOD FOR CONTROLLING AT LEAST ONE COMMUNICATING OBJECT IN A BUILDING, LOCATING DEVICE, ACCESS SYSTEM, ACCESS DEVICE AND CORRESPONDING COMPUTER PROGRAMS

(54) Titre : PROCEDE DE LOCALISATION D'UN INDIVIDU OU D'UN ANIMAL DANS UN BATIMENT, PROCEDE DE CONTROLE D'AU MOINS UN OBJET COMMUNICANT DANS UN BATIMENT, DISPOSITIF DE LOCALISATION, SYSTEME, EQUIPEMENT D'ACCES ET PROGRAMMES D'ORDINATEUR CORRESPONDANTS DOMAINE DE L'INVENTION

[Fig. 3]



(57) Abstract: The invention relates to a method for locating an individual or an animal in a building comprising a plurality of rooms, the method comprising the following steps: - obtaining (31), at a first time instant, a set of first observation data, an aforementioned first observation datum being representative of a vibration signal picked up, over a first time period corresponding to at least a duration of one step, by a sensor arranged in a room of the plurality of rooms; - classifying (33) the at least one set of first observation data obtained in a class among a plurality of classes corresponding respectively to the plurality of rooms by means of an automatic classification

[Suite sur la page suivante]

MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

Publiée:

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

system previously trained on a first learning data set comprising a plurality of sets of first observation data, an aforementioned set being labelled by a room class, a locating result for the individual comprising at least one room identifier associated with the class.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de localisation d'un individu ou d'un animal dans un bâtiment comprenant une pluralité de pièces, ledit procédé comprenant les étapes suivantes : - Obtention (31) à un premier instant temporel d'un ensemble de premières données d'observations, une dite première donnée d'observation étant représentative d'un signal de vibration capté sur une première période temporelle correspondant à au moins à une durée d'un pas par un capteur disposé dans une pièce de ladite pluralité de pièces; - Classification (33) dudit au moins un ensemble de premières données d'observation obtenu dans une classe parmi une pluralité de classes correspondant respectivement à la pluralité de pièces par un système de classification automatique préalablement entraîné sur un premier ensemble de données d'apprentissage comprenant une pluralité d'ensembles de premières données d'observations, undit ensemble étant étiqueté par une classe de pièce, un résultat de localisation de l'individu comprenant au moins un identifiant de pièce associé à ladite classe.

DESCRIPTION

TITRE : Procédé de localisation d'un individu ou d'un animal dans un bâtiment, procédé de contrôle d'au moins un objet communicant dans un bâtiment, dispositif de localisation, système, équipement d'accès et programmes d'ordinateur correspondants

Domaine de l'invention

Le domaine de l'invention est celui de la localisation d'une présence humaine ou animale dans un bâtiment comprenant une pluralité de pièces, en particulier celui de la localisation de cette présence à partir de données d'observation représentatives de vibrations mesurées dans le sol ou les murs du bâtiment par des capteurs disposés dans chacune des pièces.

L'invention trouve notamment une application dans le contrôle d'objets communicants connectés à un réseau de communication local du bâtiment au moins en fonction d'un résultat de cette localisation.

Art antérieur et ses inconvénients

On connaît aujourd'hui des systèmes de détection de présence basés sur l'acquisition de séquences d'images et des techniques de traitement numériques de ces séquences.

On connaît aussi des systèmes de localisation d'équipements terminaux, de type téléphone intelligent (pour « smartphone », en anglais) ou plus généralement d'objets communicants de type montre connectée, basés sur l'émission/réception de messages dans un réseau de communication sans fil, de type Wifi ou BlueTooth par exemple.

Un premier inconvénient de ces systèmes est qu'ils localisent l'objet communicant d'un individu, mais ne permettent pas de localiser cet individu lorsqu'il ne porte pas d'objet communicant sur lui.

Un deuxième inconvénient de ces systèmes est que ces systèmes ne fonctionnent pas correctement à l'intérieur d'un bâtiment, les ondes Wifi ou BlueTooth étant perturbées par la structure du bâtiment, et qu'ils n'offrent pas une précision suffisante pour indiquer dans quelle pièce l'individu se trouve.

Il existe donc un besoin d'une technique de localisation d'un individu dans un bâtiment qui fonctionne indépendamment de tout objet communicant que l'individu pourrait porter sur lui.

Un autre besoin est celui d'une technique de localisation d'un individu qui ne soit pas perturbée par la structure du bâtiment et renseigne sur la pièce dans laquelle cet individu se trouve.

Exposé de l'invention

L'invention répond à ce besoin en proposant un procédé de localisation d'un individu ou d'un animal dans un bâtiment comprenant une pluralité de pièces, caractérisé en ce que ledit procédé

comprend les étapes suivantes :

- Obtention à un premier instant temporel d'un ensemble de premières données d'observations, une dite première donnée d'observation étant représentative d'un signal de vibration capté sur une première période temporelle correspondant à une durée d'au moins un pas par un capteur disposé dans une pièce de ladite pluralité de pièces ;
- Classification dudit au moins un ensemble de premières données d'observation obtenu dans une classe parmi une pluralité de classes correspondant respectivement à la pluralité de pièces par un système de classification automatique préalablement entraîné sur un premier ensemble de données d'apprentissage comprenant une pluralité d'ensembles de premières données d'observations, undit ensemble étant étiqueté par une classe de pièce, un résultat de localisation de l'individu comprenant au moins un identifiant de pièce associé à ladite classe.

L'invention propose ainsi une approche tout-à-fait nouvelle et inventive de la localisation « indoor » d'un individu, qui repose sur la détection et le traitement de signaux de vibration produits par le déplacement de l'individu dans le bâtiment. Les signaux mesurés par les capteurs variant en fonction de leur distance à l'individu, leur analyse conjointe permet d'évaluer la proximité de l'individu avec chacun des capteurs et de décider dans quelle pièce il se trouve.

En outre, du fait qu'elle exploite des informations produites par le déplacement de l'individu lui-même en interagissant avec le sol ou les murs du bâtiment, l'invention n'impose pas que cet individu soit équipé d'un objet communicant connecté à un réseau de communication. Elle permet donc de localiser tout type d'individu en toutes circonstances, quel que soit son âge ou l'heure du jour.

Les capteurs peuvent être par exemple des capteurs piézo-électriques aptes à détecter une vibration et à la convertir en tension électrique.

Selon un aspect de l'invention, une dite première donnée d'observation comprend une amplitude maximale du signal sur la période temporelle.

Ainsi, on exploite une seule valeur de mesure par capteur, caractéristique d'un événement clé d'un signal vibratoire généré par un pas sur le sol, qui correspond généralement à la pression d'un talon sur le sol en début de pas. Un avantage de cette donnée d'observation est qu'elle est simple à exploiter.

Selon un autre aspect de l'invention, le procédé comprend une étape de normalisation desdites premières données d'observation.

De la sorte, une même personne sera localisée quelles que soient les chaussures qu'elle porte.

Selon un autre aspect de l'invention, la classification est réalisée par un arbre de décision dichotomique comprenant des nœuds, undit nœud étant associé à un capteur distinct de la pluralité de capteurs, lesdits nœuds étant agencés selon un ordre de discrimination décroissant,

une décision de classification dans une classe de pièce étant prise par un dit nœud par comparaison de la première donnée d'observation captée par ledit capteur à un seuil prédéterminé.

Un avantage d'un tel arbre est qu'il est minimal et possède des capacités de généralisation. Il est par exemple construit au cours de la phase d'apprentissage par un algorithme de dichotomie itérative qui décide au niveau de chaque nœud du test le plus discriminant en fonction des données d'observation dont il dispose avec un plus grand pouvoir de généralisation.

Avantageusement, pour l'apprentissage, on demande aux individus qui occupent habituellement le bâtiment de l'arpenter de façon exhaustive, par exemple selon un ordre de parcours prédéterminé. Eventuellement, chaque individu pourra réaliser plusieurs fois le parcours, avec des chaussures différentes et/ou des degrés d'empressement variés.

Chaque ensemble de données d'observation obtenu est étiqueté, c'est-à-dire qu'on lui associe la classe correspondant à la pièce dans laquelle se trouvait l'individu au moment de l'acquisition, ce qui permet de superviser ensuite l'apprentissage de système de classification et de construire itérativement l'arbre de décision le plus pertinent possible.

Selon un autre aspect de l'invention, le procédé comprend en outre une étape d'obtention à un deuxième instant temporel, d'un ensemble de pluralités de deuxièmes données d'observation, une dite pluralité de deuxièmes données d'observation étant représentative d'un signal de vibration capté sur une deuxième période temporelle correspondant à au moins un cycle de marche par un capteur disposé dans une pièce de ladite pluralité de pièces, une étape d'identification d'un individu par reconnaissance automatique à partir dudit ensemble de deuxièmes données d'observations d'un modèle de signature de démarche associé à un identifiant d'individu, stocké en mémoire et préalablement appris à partir d'un deuxième ensemble de données d'apprentissage comprenant une pluralité d'ensembles de deuxièmes données d'observations et une étape de corrélation de l'identifiant d'individu associé audit modèle avec un résultat de localisation précédemment obtenu.

L'invention s'appuie sur des données d'observation captées sur une période temporelle suffisante (de l'ordre de quelques secondes, ce qui correspond à deux pas consécutifs), pour reconnaître la démarche d'un individu, précédemment localisé ou non. Ce deuxième instant peut être consécutif audit premier instant temporel, mais l'invention n'est pas limitée à ce cas, l'identification d'un individu pouvant être réalisée avant sa localisation.

Les signaux captés par la pluralité de capteurs forment un train d'ondes que l'invention propose de caractériser par des données d'observation représentatives de points clés de ce train. Par exemple, la pluralité de deuxièmes données d'observation représentatives du signal de vibration comprend pour chaque capteur des amplitudes de points clés du signal qu'il a mesuré, comme le

pic du poser de talon de le pic du poser de la balle du pied, des durées d'intervalles entre ces pics etc.

Un avantage de la corrélation est d'attacher un identifiant d'individu à une localisation, en cas de reconnaissance/localisation multiple, lorsqu'on a soit identifié plusieurs individus ou localisé des présences dans différentes pièces.

Selon un autre aspect de l'invention, le modèle de signature de démarche d'un individu est une chronique comprenant une succession d'événements datés et des contraintes temporelles entre lesdits événements, un événement appartenant à un groupe comprenant au moins :

- un pic d'amplitude correspondant à un appui de talon d'un pied gauche respectivement droit ;
- un pic d'amplitude correspondant à un appui de balle d'un pied gauche respectivement droit ;
- un pic d'amplitude correspondant à un appui de talon d'un pied droit respectivement gauche;
- un pic d'amplitude correspondant à un appui de balle d'un pied droit respectivement gauche.

Un avantage d'une chronique est qu'elle permet d'autoriser une incertitude temporelle et des événements optionnels. Par exemple, certains individus génèrent un pic de traînée du pied opposé pendant un pas, alors que d'autres non.

La création de telles chroniques se fait au cours d'une phase d'apprentissage au cours de laquelle on demande aux individus occupant habituellement le bâtiment d'en arpenter les pièces chacun leur tour, si possible plusieurs fois, avec des chaussures différentes et avec des degrés d'empressement distincts. Cette fois-ci l'arpentage n'est pas nécessairement exhaustif. La pluralité de capteurs peut ainsi mesurer des signaux de vibration sur plusieurs périodes d'observation correspondant à au moins deux pas consécutifs.

Avantageusement, une méthode de programmation logique inductive peut être utilisée pour générer une ou plusieurs chronique par individu à partir des exemples positifs constitués par les données d'observation captées pendant l'arpentage du bâtiment par cet individu et des exemples négatifs positifs constitués par les données d'observation captées pendant l'arpentage du bâtiment par les autres individus. Un avantage des exemples négatifs est qu'ils permettent de vérifier que le modèle n'a pas été trop généralisé.

Selon encore un autre aspect de l'invention, l'étape d'identification associe un identifiant de présence inconnue lorsqu'aucun modèle n'a été reconnu.

Un avantage est de permettre la détection d'un individu inconnu.

L'invention concerne également un produit programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour la mise en œuvre d'un procédé de localisation d'un individu ou d'un animal dans un bâtiment tel que décrit précédemment, lorsqu'il est exécuté par un processeur.

L'invention vise également un support d'enregistrement lisible par un ordinateur sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour

l'exécution des étapes du procédé de localisation selon l'invention tel que décrit ci-dessus.

Un tel support d'enregistrement peut être n'importe quelle entité ou dispositif capable de stocker le programme. Par exemple, le support peut comporter un moyen de stockage, tel qu'une ROM, par exemple un CD ROM ou une ROM de circuit microélectronique, ou encore un moyen d'enregistrement magnétique, par exemple une clé USB ou un disque dur.

D'autre part, un tel support d'enregistrement peut être un support transmissible tel qu'un signal électrique ou optique, qui peut être acheminé via un câble électrique ou optique, par radio ou par d'autres moyens, de sorte que le programme d'ordinateur qu'il contient est exécutable à distance. Le programme selon l'invention peut être en particulier téléchargé sur un réseau par exemple le réseau Internet.

Alternativement, le support d'enregistrement peut être un circuit intégré dans lequel le programme est incorporé, le circuit étant adapté pour exécuter ou pour être utilisé dans l'exécution du procédé de localisation précité.

L'invention concerne également un dispositif de localisation d'un individu ou d'un animal dans un bâtiment comprenant une pluralité de pièces, comprenant les modules suivants :

- Obtention à un premier instant temporel d'un ensemble de premières données d'observations, une dite première donnée d'observation étant représentative d'un signal de vibration capté sur une première période temporelle correspondant à au moins une durée d'un pas par un capteur disposé dans une pièce de ladite pluralité de pièces ;
- Classification dudit au moins un ensemble de premières données d'observation obtenu dans une classe parmi une pluralité de classes correspondant respectivement à la pluralité de pièces par un système de classification automatique préalablement entraîné sur un premier ensemble de données d'apprentissage comprenant une pluralité d'ensembles de premières données d'observations, undit ensemble étant étiqueté par une classe de pièce, un résultat de localisation de l'individu comprenant au moins un identifiant de pièce associé à ladite classe.

Plus généralement, un tel dispositif est apte à mettre en œuvre un procédé de localisation d'un individu ou d'un animal tel que décrit précédemment.

Avantageusement, ledit dispositif est intégré dans un système de localisation d'un individu dans un bâtiment comprenant une pluralité de pièces, ledit système comprenant ledit dispositif de localisation selon l'invention et une pluralité de capteurs agencée dans ladite pluralité de pièces, undit capteur comprenant au moins une première interface de connexion locale à un autre capteur de la pluralité de capteurs et/ou une deuxième interface de connexion audit dispositif de localisation et ledit dispositif de localisation étant apte à se connecter localement à au moins undit capteur de la pluralité de capteurs via unedite deuxième interface de connexion.

Avec l'invention, les capteurs transmettent les données qu'ils ont observées au dispositif de localisation, par exemple via une liaison sans fil, pour traitement. Avantageusement, pour plus de précision, des capteurs supplémentaires peuvent être placés au niveau des seuils entre deux pièces.

Selon un aspect de l'invention, dans ledit système, le dispositif de localisation est configuré pour recevoir les données d'observations de chaque capteur via lesdites deuxième interfaces et pour former au moins le premier ensemble de données d'observation à partir des données d'observations reçues.

Les capteurs forment un réseau étoilé centré sur le dispositif de localisation. Un avantage est que le dispositif de localisation peut communiquer individuellement avec chaque capteur et ainsi vérifier par exemple qu'il fonctionne correctement.

Selon un autre aspect de l'invention le dispositif de localisation est configuré pour recevoir les données d'observation via une deuxième interface avec au moins un capteur maître apte à collecter les données d'observation de la pluralité de capteurs via lesdites premières interfaces, à former un premier ensemble de données d'observations et à le transmettre au dispositif de localisation via une deuxième interface.

Les capteurs forment ainsi un réseau maillé. Un avantage est que le dispositif de localisation n'a pas besoin d'atteindre tous les capteurs, ce qui permet de limiter les contraintes qui lui sont imposées en termes de localisation (centrale) ou puissance d'émission (dans le cas d'une connexion sans fil) puisqu'il suffit qu'il puisse se connecter au capteur maître.

Le système de localisation, le dispositif de localisation et le programme d'ordinateur correspondants précités présentent au moins les mêmes avantages que ceux conférés par le procédé de localisation selon la présente invention.

Corrélativement l'invention concerne aussi un procédé de contrôle d'une pluralité d'objets communicants dans un bâtiment comprenant une pluralité de pièces, ledit objet communicant étant apte à être connecté à un équipement d'accès à un réseau de communication local dudit bâtiment, comprenant les étapes suivantes, destinées à être mises en œuvre par ledit équipement d'accès :

- localisation d'un individu ou d'un animal dans une pièce dudit bâtiment par le procédé de localisation selon l'invention, destinée à fournir un résultat de localisation comprenant au moins un identifiant de pièce ;
- décision d'au moins une action de contrôle d'au moins un objet communicant de ladite pluralité d'objets communicants, au moins en fonction dudit résultat de localisation et d'au moins une règle prédéterminée ; et

- émission d'un message de commande de l'action de contrôle à destination dudit objet via le réseau de communication local.

A partir de l'information de localisation de l'individu, plusieurs actions de contrôle d'objets communicants peuvent être avantageusement envisagées, telles que par exemple :

- mettre en marche un objet communicant présent dans la pièce ;
- éteindre un objet communicant présent dans une autre pièce, par exemple celle que l'individu vient de quitter.

Selon un aspect de l'invention, le procédé comprend une étape d'obtention d'un profil associé audit identifiant et l'action décidée est en outre fonction du profil obtenu.

Avantageusement, l'identification de l'individu ou de l'animal permet d'envisager encore d'autres applications plus personnalisées, telles que :

- la désactivation d'un système d'alarme/caméra ;
- le chargement des préférences de cet utilisateur dans le décodeur TV et l'affichage d'un menu personnalisé sur l'écran du téléviseur.

Si un individu inconnu a été détecté :

- l'activation d'une caméra de surveillance dans la pièce ou
- le signalement de présence d'un individu inconnu par émission d'un message d'alerte à un numéro de téléphone prédéterminé.

Avantageusement la règle peut être décrite sous la forme d'une chronique comprenant une succession d'événements datés, certains étant optionnels et des contraintes temporelles associées. Par exemple, lorsque le père de famille se lève le matin, la détection de ses pas dans la chambre déclenche la mise sous tension de la cafetière et l'ouverture des volets roulants dans la cuisine. Son passage par la salle de bain peut se faire avant la cuisine ou après.

L'invention concerne également un produit programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour la mise en œuvre d'un procédé de contrôle d'au moins un objet communicant dans un bâtiment tel que décrit précédemment, lorsqu'il est exécuté par un processeur.

L'invention vise également un support d'enregistrement lisible par un ordinateur sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour l'exécution des étapes du procédé de contrôle selon l'invention tel que décrit ci-dessus.

Un tel support d'enregistrement peut être n'importe quelle entité ou dispositif capable de stocker le programme. Par exemple, le support peut comporter un moyen de stockage, tel qu'une ROM, par exemple un CD ROM ou une ROM de circuit microélectronique, ou encore un moyen d'enregistrement magnétique, par exemple une clé USB ou un disque dur.

D'autre part, un tel support d'enregistrement peut être un support transmissible tel qu'un signal

électrique ou optique, qui peut être acheminé via un câble électrique ou optique, par radio ou par d'autres moyens, de sorte que le programme d'ordinateur qu'il contient est exécutable à distance. Le programme selon l'invention peut être en particulier téléchargé sur un réseau par exemple le réseau Internet.

Alternativement, le support d'enregistrement peut être un circuit intégré dans lequel le programme est incorporé, le circuit étant adapté pour exécuter ou pour être utilisé dans l'exécution du procédé de contrôle précité.

Corrélativement, l'invention concerne également un équipement d'accès à un réseau de communication local d'un bâtiment comprenant une pluralité de pièces, comprenant un dispositif de localisation d'un individu selon l'invention et les modules suivants :

- décision d'au moins une action de contrôle d'au moins un objet communicant de ladite pluralité d'objets communicants, au moins en fonction dudit résultat de localisation et d'au moins une règle prédéterminée ; et
- émission d'un message de commande de l'action de contrôle à destination dudit objet via le réseau de communication local.

Plus généralement, un tel équipement d'accès est apte à mettre en œuvre un procédé de contrôle d'au moins un objet communicant tel que décrit précédemment.

Il s'agit par exemple d'une passerelle résidentielle ou d'entreprise, ou encore d'une passerelle domotique.

L'équipement d'accès et le programme d'ordinateur correspondants précités présentent au moins les mêmes avantages que ceux conférés par le procédé de contrôle selon la présente invention.

Liste des figures

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante, donnée à titre de simple exemple illustratif, et non limitatif, en relation avec les figures, parmi lesquelles :

[Fig. 1] Cette figure représente de façon schématique un premier exemple de système de localisation d'un individu ou d'un animal comprenant un réseau de capteurs de vibration disposés dans un bâtiment équipé d'un équipement d'accès à un réseau de communication local, selon un mode de réalisation de l'invention;

[Fig. 2] Cette figure représente de façon schématique un deuxième exemple de système de localisation d'un individu ou d'un animal comprenant un réseau de capteurs de vibration disposés dans un bâtiment équipé d'un équipement d'accès à un réseau de communication local, selon un mode de réalisation de l'invention ;

[Fig. 3] Cette figure représente sous forme de logigramme les différentes étapes du procédé de localisation d'un individu ou d'un animal selon un mode de réalisation de l'invention;

[Fig. 4] Cette figure représente de façon schématique un exemple de cycle de marche humaine et de signal capté par un capteur de vibration pendant ce cycle de marche;

[Fig. 5] Cette figure représente de façon schématique un exemple d'arbre de décision minimal construit dans une phase d'apprentissage d'un système de classification automatique de données d'observations captées par la pluralité de capteurs dans une classe de pièces selon un mode de réalisation de l'invention ;

[Fig. 6] Cette figure représente de façon schématique un exemple de tableau de valeurs de tensions relevées par des capteurs disposés dans le bâtiment pendant le déplacement d'un individu et une classe de pièce affectée par le système de classification automatique pour plusieurs exemples d'observations ;

[Fig. 7] cette figure représente de façon schématique un exemple de seuil de décision flou mis en œuvre par le système de classification automatique au niveau d'un nœud d'un arbre de décision selon un mode de réalisation de l'invention ;

[Fig. 8] Cette figure représente de façon schématique un exemple d'architecture de système de localisation d'un individu ou d'un animal et de contrôle d'une pluralité d'objets communicants dans un bâtiment, selon un mode de réalisation de l'invention ;

[Fig. 9] Cette figure représente sous forme de logigramme les différentes étapes du procédé de contrôle d'au moins un objet communicant connecté à un réseau de communication local d'un bâtiment dans lequel une pluralité de capteurs de vibration ont été disposés, selon un mode de réalisation de l'invention ;

[Fig. 10] Cette figure propose un schéma synoptique d'un dispositif de localisation d'un individu ou d'un animal mettant en œuvre le procédé de localisation de la Fig. 3 ; et

[Fig. 11] Cette figure propose un schéma synoptique d'un équipement d'accès à un réseau de communication local d'un bâtiment, mettant en œuvre le procédé de contrôle d'au moins un objet communicant de la Fig. 9.

Description détaillée de modes de réalisation de l'invention

Le principe général de l'invention repose sur l'analyse de données d'observations extraites de signaux vibratoires captés par une pluralité de capteurs disposés dans un bâtiment comprenant une pluralité de pièces, sur la localisation d'une présence dans une des pièces du bâtiment sur la base de cette analyse et/ou l'identification d'un individu ou d'un animal correspondant à cette présence.

L'invention offre de nombreuses applications pratiques, en particulier le contrôle d'objets communicants connectés à un réseau de communication du bâtiment à partir de la localisation et/ou de l'identification obtenues.

Dans la suite de la description, on s'attache à présenter en détails le cas d'un logement résidentiel BT. Bien sûr, l'invention n'est pas limitée à cet exemple et concerne également tout autre type de bâtiment, tel qu'un local professionnel.

En relation avec la **Fig. 1**, le logement résidentiel BT comprend N pièces R1 à RN, avec $N = 4$ et il est équipé d'un système de localisation 1 comprenant un réseau de $M = 3$ capteurs de vibration C1 à CM disposés de la façon suivante :

- Le capteur C1 est dans la pièce R1 ou « chambre »,
- C2 dans R2 ou « Salle de bains »,
- C3 est dans R3 ou « cuisine »,
- R4 ou « entrée » n'est pas équipée de capteur.

Le logement BT présenté ici comprend plusieurs pièces séparées par des cloisons, mais l'invention s'appliquerait également à un local comprenant un unique espace ouvert (pour « open space » en anglais), dans lequel on pourrait segmenter des sous-espaces. Dans le cas d'une maison, on pourrait désigner ces sous-espaces comme des coins-repas, -salon, -entrée, etc.

On désigne par capteur de vibration, un dispositif apte à capter les vibrations engendrées dans le sol ou dans les murs du logement par le déplacement d'un individu ou d'un animal, à les transformer en données d'observations exploitables et à les transmettre dans un réseau de communication. En général, un tel capteur est équipé de moyens de communication sans fil (Wi-Fi®, Bluetooth®, ZigBee, Z-Wave®, etc) en vue d'un échange de données avec un autre capteur ou un équipement d'un autre type, par exemple la passerelle domestique EA, 10 placée dans le salon R5. Il peut comprendre également les applications logicielles associées à certains objets connectés non IP (« Internet Protocol »), fonctionnant sur des technologies sans fil tels que BLE (pour « Bluetooth® Low Energy »), Z-wave®, Thread®, etc.

On considère en particulier un capteur piézo-électrique, connu de l'homme de métier, c'est-à-dire un capteur comprenant en partie un matériau ayant la propriété de se polariser sous l'action d'une contrainte mécanique et apte à enregistrer une tension électrique générée par cette polarisation. Dans ce cas, les données d'observation transmises à d'autres équipements sont représentatives des tensions électriques enregistrées par le capteur piézo-électrique sur une période temporelle donnée.

Bien sûr, l'invention n'est pas limitée à cet exemple de capteur et concerne tout autre capteur apte à détecter une vibration et à la convertir en un signal de données exploitable numériquement, comme par exemple un capteur de signaux infra-sons.

Dans l'exemple de la **Fig. 1**, les M capteurs C1 à C3 sont organisés en un réseau étoilé, centré sur la passerelle domestique EA, 10, c'est-à-dire que chacun d'entre eux est connecté directement à cette passerelle, par exemple selon une liaison sans fil. Un avantage de cette configuration est de favoriser une remontée plus rapide des observations de chaque capteur à la passerelle EA, à condition que celle-ci soit à portée de tous les capteurs.

Bien sûr, l'invention ne se limite pas à cet exemple de configuration des capteurs. Comme illustré par la **Fig. 2**, une autre option est d'organiser les capteurs du système 1 en réseau maillé (pour « mesh », en anglais), c'est-à-dire de telle sorte que chaque capteur joue le rôle de relais pour les autres, au moins un d'entre eux étant connecté directement à la passerelle domestique EA, 10.

On suppose que les capteurs ne transmettent pas des données d'observation en permanence à la passerelle EA, mais seulement quand les vibrations qu'ils captent sont jugées suffisantes pour être distinguées d'un bruit de fond et pour constituer un événement de vibration exploitable, par exemple lorsque les vibrations enregistrées sont converties en données d'observation d'intensité supérieure à un seuil prédéterminé.

Dans la suite, on désigne par passerelle domestique une passerelle résidentielle (pour « home gateway », en anglais), qui sert d'équipement d'accès à un réseau de communication local RL, généralement de type wifi pour tout objet communicant ou équipement terminal présent dans le bâtiment ou à proximité de celui-ci, et dispose d'une connexion de type ADSL, fibre, ou radio cellulaire avec un réseau de communication étendu, tel que le réseau Internet. Bien sûr, l'invention s'applique aussi à une passerelle domotique, qui est davantage dédiée à la gestion d'objets communicants de la maison, comme par exemple des actuateurs, caméras, station météo etc. Une telle passerelle domotique peut disposer de sa propre connexion à un réseau étendu ou bien y accéder par l'intermédiaire de la passerelle résidentielle installée dans le bâtiment.

Dans la suite de la description, on considère que la passerelle domestique EA, 10 embarque un dispositif 100 de localisation d'un individu ou d'un animal (non représenté sur les **Fig. 1** et **2**) apte à mettre en œuvre un procédé de localisation d'un individu ou d'un animal selon un mode de réalisation de l'invention, qui va maintenant être décrit en relation avec la **Fig. 3**. Ce dispositif 100 collecte des données d'observation qui lui sont transmises par chaque capteur Cm lorsque que ce dernier détecte un événement de vibration.

Au cours d'une étape 31, un ensemble VOL(t1) de premières données d'observation est obtenu à un premier instant t1. Cet ensemble comprend au moins une donnée d'observation Om par capteur Cm. Cette ou ces données d'observation Om sont représentatives d'un événement de vibration capté sur une période TP.- par le capteur Cm. On suppose que la période TP est au moins égale à la durée moyenne d'un pas droit ou gauche, c'est-à-dire de l'ordre de 100 ms.

Dans le cas du réseau étoilé de la **Fig. 1**, les capteurs C_m transmettent directement leurs données d'observation au dispositif de localisation 100, qui forme lui-même l'ensemble $VOL(t_1)$ à partir des données collectées. Par exemple, cet ensemble prend la forme d'un vecteur $VOL(t_1) = \{O_1(t_1), O_2(t_1) \dots O_m(t_1)\}$. Si un des capteurs n'a pas envoyé de données par ce qu'il n'a pas déclenché son seuil de détection d'un événement, la donnée d'observation correspondante sera mise à zéro.

Dans le cas du réseau maillé de la **Fig. 2**, un capteur qui joue le rôle de relais pour d'autres capteurs peut aussi organiser les données d'observation reçues des autres capteurs en un vecteur de données et le transmettre au dispositif 100 en un seul message.

Avantageusement, la première donnée d'observation obtenue est une caractéristique extraite du signal de vibration capté et représentative de ce signal sur la période T_p .

A ce stade, deux modes de réalisation sont envisagés :

- selon un premier mode, les capteurs transmettent de façon brute le signal de vibration qu'ils ont mesuré. Par exemple, un capteur piézo-électrique transmet un signal de tension électrique sur la période d'observation. Le dispositif de localisation extrait lui même les premières données d'observation de chaque signal reçu. Un avantage est que les ressources de calcul sont concentrées au niveau du dispositif de localisation et que les capteurs ont besoin de ressources limitées, ce qui peut être intéressant s'ils sont alimentés par une pile ;
- selon un deuxième mode, chaque capteur extrait lui même la première donnée d'observation du signal qu'il a mesuré et la transmet au dispositif de localisation. Un avantage est que les messages transmis entre ce capteur et le dispositif de localisation sont courts et ne nécessitent qu'une bande passante limitée.

En relation avec la **Fig. 4**, on décrit maintenant un exemple typique de cycle de marche d'un être humain. On désigne par cycle de marche (pour « stride », en anglais), la période temporelle et la succession des événements compris entre deux contacts successifs d'un même membre, inférieur pour un être humain, au sol. On appelle pas la période temporelle et la succession d'événements entre l'appui d'un talon au sol et l'appui du talon controlatéral. Pendant le cycle, chaque membre inférieur a une phase d'appui (pour « stance phase », en anglais) pendant laquelle le pied est au sol et une phase d'oscillation (pour « swing phase », en anglais) pendant laquelle le pied est en l'air. La durée d'un cycle correspond donc à la somme de la durée de la phase d'appui et de celle de la phase oscillante.

On notera que la phase d'appui commence généralement par l'attaque du sol par le talon (pour « heel strike », en anglais), continue avec le poser de la balle du pied et se termine par le décollage du gros orteil ou hallux (pour « toe off » en anglais), tandis que la phase d'oscillation débute à l'inverse par le décollage du gros orteil et finit par l'attaque du talon. Toutefois, dans

certaines pathologies, comme par exemple la marche digitigrade, ce sont d'autres parties du pied, tels que les orteils peuvent entrer en contact avec le sol en premier.

Sur la **Fig. 4**, on a représenté de façon très schématique un exemple de courbe représentant un signal vibratoire relevé par un capteur Cm lorsqu'un individu se déplace en marchant dans le bâtiment pour un cycle de marche de durée DC. On remarque que cette courbe comprend plusieurs pics :

- pour le pas droit PD, un premier pic TD d'amplitude ATD correspondant à l'attaque du talon droit sur le sol ;
- optionnellement, un pic TRG d'amplitude ATRG correspondant à la traînée du pied gauche pendant sa phase d'oscillation ;
- un deuxième pic BD d'amplitude ABD correspondant à la pression exercée par la balle du pied droit sur le sol ;
- ensuite, pour le pas gauche PG, un premier pic TG d'amplitude ATG correspondant à l'attaque du talon gauche sur le sol ;
- optionnellement, un pic TRD d'amplitude ATRD correspondant à la traînée du pied droit pendant sa phase d'oscillation ;
- un deuxième pic BG d'amplitude ABG correspondant à la pression exercée par la balle du pied gauche sur le sol .

On désigne par DD la durée d'un pas droit et DG la durée d'un pas gauche et on suppose que la période d'observation TP est supérieure ou égale à la plus grande de ces deux valeurs.

On comprend que le cycle d'un animal, du fait qu'il marche sur quatre pattes, comprend un plus grand nombre d'événements. Dans la suite de la description, on considère que les données d'observation concernent une présence humaine. Bien sûr, les exemples décrits peuvent être adaptés au cas spécifique d'un animal, tel qu'un chat ou un chien.

On comprend que de même que pour un électrocardiogramme, les signaux captés par les différents capteurs pour un même pas vont être décalés dans le temps de sorte à former un train d'ondes.

Pour un capteur piézoélectrique, le signal mesuré est un signal de tensions électriques.

On considère par exemple que le vecteur d'observations obtenu sur la période TP représente la vibration enregistrée par un capteur Cm pour le premier pas droit PD de la **Fig. 4**.

Par exemple, la première donnée d'observation Om est l'amplitude maximale du signal de tension électrique relevé sur la période T_p par le capteur Cm. Elle indique la valeur du premier pic de tension TD correspondant à la pression du talon droit sur le sol.

Ainsi le vecteur de premières données d'observations est de la forme suivante : $VO_L(t1) = \{O1, O2..., OM\}$.

Dans notre exemple, on obtient le vecteur $VO_L(t_1) = \{104 \text{ mV}, 28 \text{ mV}, 407 \text{ mV}\}$ pour les trois capteurs des fig. 1 et 2.

En 32, on normalise les valeurs de données d'observation par exemple en prenant comme référence la valeur la plus faible enregistrée, ce qui correspond à 28 mV dans le cas précédent. On obtient ainsi le vecteur normalisé $VOLn(t_1) = \{3.7, 1, 14.5\}$. Un intérêt de cette normalisation est de rendre les valeurs de caractéristiques indépendantes des chaussures que l'individu porte. En effet, on comprend que la vibration générée par des talons aiguilles aura une amplitude nécessairement plus élevée que celle d'une paire de charentaises.

Au cours d'une étape 33, on affecte au vecteur normalisé $VOLn(t_1)$ obtenu un identifiant de pièce ID-Ri parmi les N identifiants de pièces disponibles, à l'aide d'un système de classification automatique entraîné pendant une phase d'apprentissage préalable supervisée. Un tel système fait appel à une technique d'intelligence artificielle (pour « machine learning », en anglais), connue de l'homme de métier, basée par exemple sur l'application d'un arbre de décision comprenant des nœuds auxquels on associe des tests sur les valeurs des composantes du vecteur normalisé $VOLn(t_1)$ et des feuilles auxquelles on associe des identifiants de pièces ID-Ri.

La phase d'apprentissage nécessite l'acquisition de données d'observation dans des conditions particulières. Lors d'une initialisation du dispositif de localisation 100, on dispose les capteurs dans le bâtiment, puis on déclare les pièces du bâtiment auprès du dispositif afin qu'il leur associe des identifiants de pièces et enfin on constitue un ensemble de données d'apprentissage pour faire apprendre le système de classification automatique et construire l'arbre de décision. Pour ce faire, une option est de demander aux individus qui occupent habituellement le bâtiment d'en arpenter consécutivement chacune des pièces, chacun leur tour et d'enregistrer plusieurs vecteurs de données d'observation à des instants distincts pour chacun des individus. Chaque vecteur enregistré est étiqueté avec l'identifiant de pièce correspondant à la vérité terrain.

Avantageusement, on pourra recourir à une méthode de dichotomie itérative de type ID3, par exemple décrite dans le document de Quinlan et AL., intitulé « Induction of decision trees » et publié par Kluwer Academics Publisher dans la revue « Machine Learning », page 81-106, en 1986. Elle consiste, au cours de la phase d'apprentissage, à ordonner les capteurs de façon pertinente en fonction d'une capacité de discrimination des pièces du bâtiment et à associer chaque capteur à un nœud de l'arbre selon l'ordre établi entre eux. De la sorte, le premier nœud teste la valeur de caractéristique obtenue par le capteur le plus discriminant et on relance l'algorithme de dichotomie itérative pour établir quel capteur permet la plus grande discrimination et l'associer à un sous-nœud du premier nœud etc. On construit ainsi un arbre de décision comprenant un nombre K de nœuds minimal, avec K entier non nul, inférieur ou égal au nombre de capteurs, avec

un pouvoir de généralisation augmenté par rapport à un arbre complet. En effet l'arbre complet présente le risque de générer un sur-apprentissage au détriment de la généralisation.

Un autre avantage de cette construction dichotomique itérative est qu'en identifiant les capteurs qui sont les moins discriminants, elle donne l'opportunité de les repositionner dans le bâtiment ou même de les supprimer s'ils ne sont pas du tout exploités par l'arbre de décision.

Ainsi, un test est associé à chaque nœud N_k . Il consiste par exemple en une comparaison de la valeur d'amplitude maximale relevée par le capteur avec une valeur de seuil S_k calculée pendant la phase d'apprentissage pour discriminer au mieux les données d'observation.

Un exemple d'arbre de décision minimal est illustré par la **Fig. 5**. Le capteur C1 placé dans la pièce R1 (chambre) est sélectionné comme étant le plus discriminant. Il est donc associé au nœud N1 de l'arbre de décision. On teste la valeur de caractéristique relevée par le capteur C1 en la comparant au seuil S_1 , par exemple, fixé à 4.9. Si la caractéristique est supérieure à S_1 alors on décide que le résultat de localisation est la pièce R1 (chambre).

Sinon, on teste la valeur de caractéristique relevée par le capteur C2 sélectionné comme le deuxième plus discriminant et associé au nœud N2. Si la caractéristique est supérieure à S_2 par exemple fixé à 7.2, alors on décide que le résultat de localisation est la pièce R2 (salle de bain), sinon on décide que c'est la pièce R3 (cuisine). On constate que dans cet exemple, on n'exploite pas les mesures du capteur C3.

En relation avec la **Fig. 6**, on présente des exemples de valeurs de caractéristiques relevées par les capteurs C1 à C3. Les valeurs discriminantes qui ont déclenché la décision indiquée dans la colonne DEC ont été mises en gras.

Un inconvénient d'utiliser une unique valeur de seuil S_k est la génération d'effets de seuils.

Avantageusement, on a recours à une technique de logique floue (pour « fuzzy logic », en anglais), connue de l'homme du métier, afin de supprimer les effets de seuils et de rendre interprétables les règles appliquées par l'arbre de décision.

Cette technique consiste à définir des modalités dites « floues », comme « proche » et « éloigné » et à leur associer une valeur de confiance ou fonction d'appartenance, telle que par exemple une probabilité. Un algorithme d'optimisation aléatoire permet d'optimiser ces fonctions d'appartenance en les déplaçant aléatoirement et en observant l'impact de ce déplacement sur les performances de classification des données d'entrée. Comme illustré par la **Fig. 7**, on décidera par exemple au niveau du nœud N1 que pour une valeur d'amplitude maximale égale à 5, l'individu ou l'animal détecté est « proche » (close_1) à 75% et « éloigné » (far_1) à 25%.

L'étape 33 utilise donc le classifieur automatique qui vient d'être décrit, en phase de test, pour affecter au vecteur $VOLn(t1)$ l'identifiant de pièce ID-Ri associé à la plus grande probabilité d'appartenance.

L'invention permet ainsi de localiser l'individu ou l'animal à l'origine des vibrations captées par le réseau de capteurs dans une pièce du logement BT.

On décrit maintenant, toujours en relation avec la **Fig. 3**, un deuxième mode de réalisation de l'invention selon lequel la localisation de la présence détectée est complétée par une identification d'un individu ou d'un animal correspondant à cette présence. Cette phase d'identification correspond aux étapes numérotées 34 à 36 sur le schéma de la **Fig. 3**.

On note que si, dans cet exemple de réalisation de l'invention, l'identification d'un individu est consécutive à la localisation de cet individu, l'invention ne se limite pas à cet enchaînement temporel, l'identification d'un individu pouvant, à l'inverse, précéder sa localisation. Il est aussi envisageable de réaliser seulement l'identification d'un individu sur la base des données d'observation collectées, sans le localiser, si l'information de localisation n'est pas jugée pertinente pour l'application visée.

Dans ce but, de nouvelles données d'observation sont obtenues au cours d'une étape 34. Il s'agit d'un vecteurs de données d'observation $VOI(t_2)$ acquises sur une période d'observation T_2 au moins égale à la durée DC d'un cycle de marche et reçues à un instant t_2 postérieur à t_1 . A ce stade, plusieurs options sont envisagées :

- le vecteur $VOI(t_2)$ vient compléter le vecteur $EO(t_1)$ précédemment reçu, au sens où il comprend des données d'observation correspondant à un pas droit, par exemple mais non limitativement le pas droit qui suit le pas gauche correspondant au vecteur $EO(t_1)$. Selon cette première option, le vecteur $EO(t_1)$ va être exploité de nouveau. Autrement dit, les deux vecteurs $EO(t_1)$ et $EO(t_2)$ constitueront l'ensemble de données d'observation disponible ;
- le vecteur $VOI(t_2)$ comprend les observations d'une période T_2 . Selon cette deuxième option, seul le vecteur $VOI(t_2)$ sera utilisé au cours des étapes suivantes. On comprend qu'il apporte plus d'informations sur la démarche de l'individu à identifier, du fait qu'il renseigne aussi sur l'intervalle entre deux pas consécutifs.

Dans la suite de la description, on considère un vecteur d'observations $VOI(t_2)$ selon la deuxième option.

Les deuxième données d'observation comprennent une pluralité de caractéristiques extraites du signal de vibration mesuré par un capteur. Comme précédemment, le capteur peut envoyer ses mesures brutes ou bien extraire lui-même les caractéristiques du signal mesuré.

En relation avec la **Fig. 4** déjà décrite, on considère notamment les caractéristiques suivantes :

- la durée d'un pas droit, respectivement gauche DD/DG ;
- la durée d'un intervalle IDG entre pas droit et gauche,
- l'amplitude ATD/ATG du signal au niveau du pic correspondant à l'attaque du talon droit respectivement gauche;

- l'amplitude ABD/ABG du signal au niveau du pic correspondant à la pression de la balle du pied droit respectivement gauche sur le sol ;
 - l'amplitude ATRG/ATRD du signal au niveau du pic correspondant, le cas échéant, à la traînée de l'autre pied au sol pendant le pas droit/gauche;
 - une différence d'amplitude, représentative d'une dissymétrie entre pas gauche et pas droit, au niveau du pic « talon » entre les deux pas, au niveau du pic « balle » entre les deux pas, au niveau du pic « traînée » entre les deux pas ;
 - un intervalle de temps entre deux pics d'un même pas (talon-balle, traînée talon, traînée-balle) ;
 - un intervalle de temps entre deux pics d'un pas gauche et d'un pas droit consécutif (talon-talon, balle-balle) ;
 - une différence de durée entre intervalles du même type d'un pas gauche et d'un pas droit (talon-balle, traînée talon, traînée-balle) ;
- Avantageusement, on peut y inclure d'autres données (non représentées) telles que :
- une forme d'un train d'ondes généré par un pas gauche et/ou droit (gaussienne, multi-exponentielle) ;
 - un nombre d'ondes dans le train d'ondes généré par un pas gauche et droit (un pic suivi de plusieurs répliques) ;
 - etc.

Le vecteur $VOI(t_2)$ comprenant tout ou partie de ces caractéristiques est représentatif d'un train d'ondes vibratoires particulier généré par le déplacement d'un individu dans le bâtiment.

On notera que les caractéristiques obtenues pourront ou non être normalisées. En effet, comme il s'agit ici de reconnaître la démarche d'un individu, il est envisageable de normaliser certaines valeurs comme celles qui caractérisent le train d'ondes, mais de conserver l'amplitude brute des pics, afin de reconnaître une même personne aussi bien quand elle marche en talons aiguille qu'en charentaises (le même train d'ondes sera généré avec une différence d'amplitude de quelques mV), tout en gardant la capacité de différencier un enfant d'un adulte (basée sur la différence d'amplitude, l'enfant étant souvent plus bruyant que l'adulte).

Au cours d'une étape 35, on identifie un individu ou un animal en affectant au vecteur de caractéristique $VFI(t_2)$ un identifiant d'individu ID-I ou d'animal parmi un ensemble d'identifiants prédéterminés. On utilise pour ce faire un deuxième système de classification automatique, basé lui aussi sur une technique d'intelligence artificielle et configuré au cours d'une phase d'apprentissage supervisée, par exemple à l'aide d'une méthode de programmation inductive multi-sources ou PLI. Une telle méthode est connue de l'homme de métier et par exemple décrite dans le document par Van Lear et AL., intitulé « On multi-class Problems and Discretization in

Inductive Logic Programming » et publié dans les proceedings de la conférence ISMIS qui s'est tenue à Charlotte, Caroline du Nord, USA, en octobre 1997. Elle consiste à utiliser des connaissances préalables, ainsi qu'en ensemble d'exemples positifs et négatifs pour exprimer des hypothèses. Des travaux menés sur la base de cette méthode de PLI et décrits dans le document par Fromont et AL., intitulé « Learning Rules from Multisource Data for Cardiac Monitoring », publié par Inderscience, dans la revue International Journal of Biomedical Engineering and Technology (IJBET) en 2010, Vol. 3, pages 133-155, ont permis de reconnaître automatiquement des arythmies cardiaques à partir d'un motif ou signature de bon fonctionnement du cœur, puis de distinguer ces arythmies entre elles. On comprend que cette méthode est basée sur une notion d'induction, c'est-à-dire de suggestion d'une théorie pour expliquer des faits observés, et notamment la succession d'événements clés dans le signal cardiaque.

Selon l'invention, il s'agit d'appliquer cette méthode à la différenciation des individus occupant un bâtiment à partir de l'observation de leurs déplacements à l'intérieur de ce bâtiment. En l'espèce, nous disposons d'une pluralité de sources, correspondant aux observations fournies par les différents capteurs disposés dans le bâtiment. Un même individu va générer des signatures très différentes selon sa distance à chacun des capteurs, le type de sol, sa démarche, les chaussures qu'il porte, etc.

L'approche de PLI consiste ainsi à générer, à partir d'exemples issus d'un deuxième ensemble de données d'apprentissage, une base de chroniques correspondant aux démarches des individus occupant le bâtiment, un individu pouvant être associé à une ou plusieurs chroniques.

On désigne par chronique un ensemble d'événements temporellement datés et des règles ou contraintes associées. Par exemple, on considère un événement A associé à un instant T_A , un événement B associé à un instant T_B et un événement C associé à un instant T_C . On a par exemple défini une chronique qui démarre avec une occurrence de l'événement A et termine par une occurrence de l'événement C. Lorsqu'on reconnaît l'événement A, alors on ouvre une occurrence de cette chronique. Tant qu'on ne détecte pas un événement contraire à une contrainte associée à cette chronique, cette occurrence reste ouverte, sinon on la ferme. Lorsqu'on détecte l'événement C final, on décide que la chronique s'est déroulée intégralement et que l'individu associé à cette chronique a été identifié. Un avantage d'une chronique par rapport à la gestion d'un automate à états est la souplesse qu'elle procure, certains enchaînements d'événements au sein de la chronique pouvant être décrits comme optionnels, c'est-à-dire être associés à une incertitude d'occurrence temporelle entre deux événements obligatoires.

En l'espèce, un cycle de marche humaine peut être représenté de façon minimale par la succession d'événements suivants :

- attaque du talon droit à un instant t_{TD} ;
- appui de la balle droite à un instant t_{BD} ;
- attaque du talon gauche sur le sol à un instant t_{TG} ;
- appui de la balle gauche à un instant t_{BG} .

Une contrainte associée est $t_{TD} < t_{BD} < t_{TG} < t_{BG}$.

Bien sûr, on peut y ajouter les événements optionnels de traînée du talon droit entre l'événement d'attaque du talon droit et d'appui de la balle droite et de traînée du talon gauche entre l'événement d'attaque du talon gauche et d'appui de la balle gauche.

On comprend qu'il convient de créer une chronique similaire pour une paire de pas débutant par le pas gauche.

Pour obtenir ce deuxième ensemble de données d'apprentissage, on demande donc aux individus qui occupent le bâtiment de l'arpenter chacun leur tour pendant une période temporelle suffisamment longue pour permettre l'acquisition de signaux représentatifs d'au moins un cycle de marche, préférentiellement plusieurs cycles. Pour plus de généralité, on peut demander aux individus d'arpenter le bâtiment pieds nus, avec différentes chaussures et avec des degrés d'empressement divers. On étiquette les vecteurs de données d'observation obtenus avec l'identifiant de l'individu ID-I correspondant.

Cette fois-ci, l'arpentage n'a pas à être complet. Il ne s'agit plus en effet de distinguer une mesure de pic de tension entre plusieurs capteurs, mais de reconnaître un train d'ondes caractéristique de la démarche d'un individu. Les caractéristiques extraites ne sont plus des valeurs instantanées, mais des valeurs représentatives d'un train d'ondes correspondant à un motif complet de démarche, tel qu'une succession d'un pas gauche et d'un pas droit par exemple.

Ce deuxième ensemble fournit donc des exemples positifs de la démarche d'un individu particulier et des exemples négatifs de cette démarche (les observations des démarches de tous les autres individus). On peut éventuellement le compléter en introduisant des règles ou contraintes représentatives de connaissances générales sur les événements caractéristiques d'un cycle de marche humaine ou encore de spécificités d'un individu particulier, du type pas lourd, démarche rapide, boitillement, etc.

A partir de ces données d'apprentissage, la méthode PLI construit un ou plusieurs modèles ou motifs ou signatures de démarche pour chaque individu correspondant chacun à une chronique.

On note qu'il pourrait être pertinent de discrétiser les valeurs de caractéristiques, par exemple en remplaçant la valeur numérique d'un intervalle, par exemple 24 ou 82 ms, par une valeur

symbolique « intervalle court » ou « intervalle long », de sorte à favoriser une généralisation. Un inconvénient de cette discrétisation est qu'elle peut conduire à l'apparition d'effets de seuils.

Par exemple une telle chronique est basée sur les événements suivants :

- durée symbolique d'un pas (court, moyen ou long) ;
- présence/absence et durée symbolique d'une traînée de semelle ;
- amplitude symbolique (faible, moyen ou fort) du signal en des points clés (talon, balle, traînée) ;
- durées d'intervalles symboliques au sein d'un pas (traînée-talon, traînée-balle, talon-balle) ;
- durées d'intervalles symboliques entre deux pas (talon-talon, balle-balle) ;
- asymétries entre pas gauche et pas droit (en amplitude et en durée).

Une fois la phase d'apprentissage achevée, le deuxième système de classification automatique est configuré pour produire en sortie un identifiant d'individu ID-I à partir d'un vecteur de caractéristiques $VO_i(t_2)$ produit en entrée.

Bien sûr, il peut arriver qu'un individu n'ayant pas participé à la constitution du deuxième ensemble d'apprentissage pénètre dans le bâtiment et déclenche la mise en œuvre du procédé selon l'invention. Dans ce cas, la démarche de cet individu ne sera pas reconnue et on pourra prévoir une classe d'individu inconnu ou un identifiant DI_INC.

Enfin, en 36, le résultat de l'étape de localisation 35 est corrélé avec celui de l'étape d'identification 37 de sorte à obtenir un résultat de localisation enrichi, comprenant l'identifiant de pièce ID-R et l'identifiant d'individu ID-I, qu'on pourrait interpréter comme « j'ai localisé l'individu ID-I dans la pièce ID-R ».

On comprend en outre que plusieurs résultats de localisation ont pu être obtenus à des instants t_1 précédents. L'étape de corrélation a donc pour but d'associer un identifiant d'individu à un identifiant de pièce. Elle s'appuie par exemple sur une technique de suivi de la présence localisée en 33 basée sur des règles prédéterminées basées sur une connaissance de la topologie du bâtiment et donc des transitions relatives à des parcours possibles des entre les différentes pièces du bâtiment. De façon alternative, la corrélation peut se faire par « feedback », une fois toutes les présences identifiées, en relançant la localisation de chaque individu identifié à partir des seules données d'observation associées à cet individu. Encore une autre option est d'identifier un individu avant de le localiser, ce qui permet de n'utiliser que les données d'observation correspondant à cet individu.

Plus généralement, l'invention qui vient d'être décrite consiste à collecter des données d'observation représentatives de vibrations mesurées par la pluralité de capteurs disposés dans le bâtiment, à décider d'une présence humaine ou animale par classification/reconnaissance automatique, le résultat de cette décision comprenant un identifiant de pièce et/ou un identifiant d'individu. Comme précédemment décrit, l'identification d'un individu selon l'invention nécessite

l'extraction d'une pluralité de données d'observation représentatives du signal de vibration mesuré par chaque capteur sur un cycle de marche tandis que la localisation peut être réalisée à partir d'une seule donnée d'observation représentative du signal de vibration acquis par chaque capteur sur une période temporelle plus courte, de l'ordre de la durée d'un pas droit ou d'un pas gauche.

Le procédé de localisation d'un individu ou d'un animal selon l'invention peut trouver plusieurs applications, notamment pour proposer des services d'automatisation de certaines tâches de gestion/maintenance du bâtiment, et en particulier des services de domotique dans les logements résidentiels.

Sur la **Fig. 8**, on a représenté de façon schématique un système de contrôle 2 d'au moins un objet communicant connecté au réseau de communication local RL du bâtiment. Un individu I est présent dans la cuisine R3. On suppose qu'il a été localisé et identifié par le procédé de localisation selon l'invention qui vient d'être décrit et qui est exécuté par l'équipement d'accès EA, 10, par exemple au sein d'un dispositif 100 (non représenté) et que le résultat de localisation est la paire (ID-I2, ID-R3).

En relation avec la **Fig. 9**, on décrit maintenant un procédé de contrôle d'objets communicants connectés à un réseau de communication local RL du bâtiment selon un mode de réalisation de l'invention.

Un résultat de localisation est obtenu au cours d'une étape 91. Il comprend au moins un identifiant de pièce ID-R où une présence a été localisée et optionnellement un identifiant d'individu ID-I.

Une étape 92 de décision d'une action AC à déclencher sur au moins un objet communicant OC est mise en œuvre. Elle comprend une consultation 921 de règles prédéterminées RP qui peuvent être simples ou complexes. Un exemple de règles simples est par exemple que lorsque un individu inconnu est localisé dans le bâtiment, une première action associée est d'activer une ou plusieurs caméras de surveillance OC₁ et une deuxième action associée est de transmettre via l'équipement d'accès EA un message d'alerte à un occupant référencé du bâtiment sur son terminal utilisateur TU ou à une centrale d'alarme, accessibles via un réseau étendu RE. Un autre exemple de règle simple est que lorsque la présence d'un enfant est localisée dans le salon, parce qu'un enfant a été identifié, elle peut comprendre aussi l'obtention 922 d'un profil enfant pour qu'il soit chargé sur un décodeur TV connecté au téléviseur OC2. De la sorte, l'enfant n'accédera qu'à des contenus audiovisuels adaptés à son âge. Encore un autre exemple de règle simple est d'allumer automatiquement la lumière dans une pièce occupée et de l'éteindre automatiquement dans celles qui sont inoccupées.

Un exemple de règle complexe serait un scénario d'usage domotique permettant de suivre un individu identifié dans la maison. En détectant qu'il a quitté une pièce pour une autre, un tel scénario pourrait prévoir de charger/décharger en 922 le profil de cet individu sur le décodeur TV du salon, d'ouvrir /fermer une session sur l'ordinateur de la chambre, de faire en sorte que sa musique le suive d'une pièce à l'autre.

Avantageusement, un tel scénario pourrait être exprimé sous la forme d'une chronique domotique comme précédemment évoqué pour les signatures de démarches, ce qui permet de laisser une marge d'incertitude temporelle, que ce soit sur la durée entre deux événements, tels que (« l'individu est dans la salle de bain », puis « l'individu ID-I est dans la cuisine ») ou bien sur les possibilités d'enchaînements de ces événements (« l'individu ID-I est dans la cuisine », puis « l'individu ID-I est dans la salle de bains ») ou sur l'occurrence d'un événement optionnel (de passage par le salon) entre les événements de localisation dans la salle de bain puis dans la cuisine ou vice-versa.

L'étape 92 ferait alors appel à un système de reconnaissance automatique de chroniques domotiques, préalablement entraîné au cours d'une phase d'apprentissage supervisée mettant en œuvre la méthode de PLI précédemment décrite et basée sur un troisième ensemble d'apprentissage comprenant des observations des individus de la maison à différents moments du jour et de la nuit. En prenant en compte d'autres sources d'information, telles que des connaissances générales sur les habitudes humaines au quotidien et des modèles de scénarios prédéterminés, tels que le suivi de musique par exemple, il serait alors possible d'apprendre les habitudes particulières des habitants de la maison et générer des scénarii adaptés.

En 93, un message de commande de l'action de contrôle AC décidée en 92 est transmis par l'équipement d'accès EA, 10 à l'objet communicant OC1, OC2 via le réseau de communication local RL.

Ainsi l'invention qui vient d'être décrite dans ses différents modes de réalisation permet de localiser une présence dans un bâtiment à partir des vibrations captées dans le sol ou dans les murs du bâtiment par une pluralité de capteurs, optionnellement d'identifier un individu ou un animal et propose d'utiliser le résultat de localisation/identification obtenu pour le contrôle d'objets communicants connectés au réseau de communication local RL du bâtiment. On comprend que l'invention trouve de nombreuses applications domotiques dans un logement résidentiel ou plus généralement des applications de gestion/surveillance d'un local professionnel, aussi bien à des fins récréatives qu'écologiques ou sécuritaires.

On présente maintenant, en relation avec la **Fig. 10**, la structure matérielle d'un dispositif 100 de localisation d'un individu ou d'un animal dans un bâtiment comprenant une pluralité de pièces

selon un mode de réalisation de l'invention, dans lequel ce dispositif intègre au moins un module d'obtention de premières données d'observation et un module de classification desdites données dans une classe parmi une pluralité de classes correspondant à la pluralité de pièces, un résultat de localisation comprenant au moins un identifiant de pièce associé à ladite classe.

Avantageusement, le dispositif de localisation 100 comprend en outre un module d'identification d'un individu à partir de deuxièmes données d'observation obtenues par le module d'obtention par reconnaissance d'un modèle de signature de démarche stocké en mémoire à partir desdites deuxième données d'observations et un module de de corrélation entre l'identifiant de pièce et un identifiant d'individu ou d'animal associé audit modèle.

Le terme « module » peut correspondre aussi bien à un composant logiciel qu'à un composant matériel ou un ensemble de composants matériels et logiciels, un composant logiciel correspondant lui-même à un ou plusieurs programmes ou sous-programmes d'ordinateur ou de manière plus générale à tout élément d'un programme apte à mettre en œuvre une fonction ou un ensemble de fonctions.

Plus généralement, un tel dispositif de localisation 100 comprend une mémoire vive 103 (par exemple une mémoire RAM), une unité de traitement 102 équipée par exemple d'un processeur, et pilotée par un programme d'ordinateur Pg1, représentatif du module d'obtention de données d'observation et du module de classification desdites données, stocké dans une mémoire morte 101 (par exemple une mémoire ROM ou un disque dur). A l'initialisation, les instructions de code du programme d'ordinateur sont par exemple chargées dans la mémoire vive 103 avant d'être exécutées par le processeur de l'unité de traitement 102. La mémoire vive 103 contient notamment les valeurs des identifiants de pièces et les données d'observation obtenues. Le processeur de l'unité de traitement 102 pilote l'obtention des données d'observation et la classification des données obtenues dans une classe de pièce associée à un identifiant de pièce, conformément au logigramme de la **Fig. 3**.

La **Fig. 10** illustre seulement une manière particulière, parmi plusieurs possibles, de réaliser le dispositif de localisation 100, afin qu'il effectue les étapes du procédé de localisation d'un individu ou d'un animal tel que détaillé ci-dessus, en relation avec la **Fig. 3** dans ses différents modes de réalisation. En effet, ces étapes peuvent être réalisées indifféremment sur une machine de calcul reprogrammable (un ordinateur PC, un processeur DSP ou un microcontrôleur) exécutant un programme comprenant une séquence d'instructions, ou sur une machine de calcul dédiée (par exemple un ensemble de portes logiques comme un FPGA ou un ASIC, ou tout autre module matériel).

Dans le cas où le dispositif 100 est réalisé avec une machine de calcul reprogrammable, le programme correspondant (c'est-à-dire la séquence d'instructions) pourra être stocké dans un

médium de stockage amovible (tel que par exemple une disquette, un CD-ROM ou un DVD-ROM) ou non, ce médium de stockage étant lisible partiellement ou totalement par un ordinateur ou un processeur.

Les différents modes de réalisation ont été décrits ci-avant en relation avec un dispositif de localisation 100 intégré à une passerelle résidentielle EA, 10, mais il peut plus généralement être embarqué dans n'importe quel équipement d'accès à un réseau local du bâtiment, tel qu'une passerelle domotique, pourvu qu'il dispose d'un accès à un réseau étendu, tel que par exemple le réseau internet.

On présente enfin, en relation avec la **Fig. 11**, la structure matérielle d'un équipement d'accès 200 à un réseau de communication local d'un bâtiment comprenant une pluralité de pièces, dans lequel cet équipement d'accès 200 intègre un module d'obtention d'un résultat de localisation d'un individu ou d'un animal dans le bâtiment, produit par le dispositif de localisation 100, un module de décision d'au moins une action de contrôle d'au moins un objet communicant connecté au réseau local en fonction d'au moins une règle prédéterminée et d'un module d'émission d'un message de commande à destination dudit objet via le réseau de communication local.

L'équipement d'accès est donc apte à se connecter audit dispositif de localisation 100 ou bien selon un mode de réalisation il embarque le dispositif 100.

Le terme « module » peut correspondre aussi bien à un composant logiciel qu'à un composant matériel ou un ensemble de composants matériels et logiciels, un composant logiciel correspondant lui-même à un ou plusieurs programmes ou sous-programmes d'ordinateur ou de manière plus générale à tout élément d'un programme apte à mettre en œuvre une fonction ou un ensemble de fonctions.

Plus généralement, un tel équipement d'accès 200 comprend une mémoire vive 203 (par exemple une mémoire RAM), une unité de traitement 202 équipée par exemple d'un processeur, et pilotée par un programme d'ordinateur Pg2, représentatif du module d'obtention d'un résultat de localisation d'un individu ou d'un animal en provenance du dispositif de localisation 100, ledit résultat de localisation comprenant au moins un identifiant de pièce, du module de décision d'au moins une action de contrôle d'au moins un objet communicant de ladite pluralité d'objets communicants, au moins en fonction dudit résultat de localisation et d'au moins une règle prédéterminée et du module d'émission d'un message de commande à destination dudit objet via le réseau de communication local, stocké dans une mémoire morte 201 (par exemple une mémoire ROM ou un disque dur). A l'initialisation, les instructions de code du programme d'ordinateur sont par exemple chargées dans la mémoire vive 203 avant d'être exécutées par le processeur de l'unité de traitement 32. La mémoire vive 203 contient notamment le résultat de

localisation obtenu et ladite au moins une règle prédéterminée. Le processeur de l'unité de traitement 202 pilote l'obtention du résultat de localisation, la décision d'au moins une action de contrôle d'au moins un objet communicant et le déclenchement de cette action par émission d'un message à destination dudit au moins un objet communicant via le réseau de communication local, conformément au logigramme de la **Fig. 8**.

La **Fig. 11** illustre seulement une manière particulière, parmi plusieurs possibles, de réaliser l'équipement d'accès, afin qu'il effectue les étapes du procédé de contrôle d'au moins un objet communicant détaillé ci-dessus, en relation avec la **Fig. 8**. En effet, ces étapes peuvent être réalisées indifféremment sur une machine de calcul reprogrammable (un ordinateur PC, un processeur DSP ou un microcontrôleur) exécutant un programme comprenant une séquence d'instructions, ou sur une machine de calcul dédiée (par exemple un ensemble de portes logiques comme un FPGA ou un ASIC, ou tout autre module matériel).

Dans le cas où l'équipement d'accès est réalisé avec une machine de calcul reprogrammable, le programme correspondant (c'est-à-dire la séquence d'instructions) pourra être stocké dans un médium de stockage amovible (tel que par exemple une disquette, un CD-ROM ou un DVD-ROM) ou non, ce médium de stockage étant lisible partiellement ou totalement par un ordinateur ou un processeur.

Les différents modes de réalisation décrits ci-avant peuvent être mis en œuvre dans tous les équipements d'accès à un réseau de communication local d'un bâtiment et situés en coupure entre l'objet communicant et le réseau de communication. Comme précédemment décrit, un tel équipement d'accès peut être intégré dans une passerelle résidentielle ou d'entreprise ou dans une passerelle domotique.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de localisation d'un individu ou d'un animal dans un bâtiment comprenant une pluralité de pièces, **caractérisé en ce que** ledit procédé comprend les étapes suivantes :
 - Obtention (31) à un premier instant temporel (t_1) d'un ensemble de premières données d'observations ($VOI(t_1)$), une dite première donnée d'observation étant représentative d'un signal de vibration capté sur une première période temporelle (T_p) correspondant à une durée d'au moins un pas par un capteur disposé dans une pièce de ladite pluralité de pièces ;
 - Classification (33) dudit au moins un ensemble de premières données d'observation obtenu dans une classe parmi une pluralité de classes correspondant respectivement à la pluralité de pièces par un système de classification automatique préalablement entraîné sur un premier ensemble de données d'apprentissage comprenant une pluralité d'ensembles de premières données d'observations, undit ensemble étant étiqueté par une classe de pièce, un résultat de localisation de l'individu comprenant au moins un identifiant de pièce associé à ladite classe.
2. Procédé de localisation selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une dite première donnée d'observation comprend une amplitude maximale du signal sur la première période temporelle (TP).
3. Procédé de localisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de normalisation (32) desdites premières données d'observation.
4. Procédé de localisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce **que** la classification est réalisée par un arbre de décision dichotomique comprenant des nœuds (N_k), undit nœud étant associé à un capteur (C_m) distinct de la pluralité de capteurs, lesdits nœuds étant agencés selon un ordre de discrimination décroissant, une décision de classification dans une classe de pièce étant prise par undit nœud par comparaison de la première donnée d'observation captée par ledit capteur à un seuil prédéterminé (S_k).
5. Procédé de localisation selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape (34) d'obtention à un deuxième instant temporel (t_2), d'un ensemble de pluralités de deuxièmes données d'observation, une dite pluralité de deuxièmes donnée d'observation étant représentative d'un signal de vibration capté sur une deuxième période temporelle (T_{PGD}) correspondant à au moins un cycle de marche par un capteur disposé dans une pièce de ladite pluralité de pièces, une étape (35) d'identification d'un individu par reconnaissance automatique à partir dudit ensemble de deuxièmes données d'observations d'un modèle de signature de démarche associé à un identifiant d'individu, stocké en mémoire et préalablement appris à partir d'un deuxième ensemble de données d'apprentissage comprenant une pluralité d'ensembles de deuxièmes données d'observations et une étape (36) de corrélation

de l'identifiant d'individu associé audit modèle avec un résultat de localisation précédemment obtenu.

6. Procédé de localisation selon la revendication 5, caractérisé en ce que le modèle de signature de démarche d'un individu est une chronique comprenant une succession d'événements datés et des contraintes temporelles entre lesdits événements, un événement appartenant à un groupe comprenant au moins :

- un pic d'amplitude correspondant à un appui de talon d'un pied gauche respectivement droit ;
- un pic d'amplitude correspondant à un appui de balle d'un pied gauche respectivement droit ;
- un pic d'amplitude correspondant à un appui de talon d'un pied droit respectivement gauche; et
- un pic d'amplitude correspondant à un appui de balle d'un pied droit respectivement gauche.

7. Procédé de localisation selon l'une quelconque des revendications 5 à 6, caractérisé en ce que l'étape d'identification produit un identifiant de présence inconnue lorsqu'aucun modèle n'a été reconnu.

8. Dispositif (100) de localisation d'un individu dans un bâtiment comprenant une pluralité de pièces, caractérisé en ce qu'il comprend les modules suivants :

- Obtention à un premier instant temporel (t_1) d'un ensemble de premières données d'observations, une dite première donnée d'observation étant représentative d'un signal de vibration capté sur une première période temporelle (T_p) correspondant à au moins une durée d'un pas par un capteur disposé dans une pièce de ladite pluralité de pièces ;
- Classification dudit au moins un ensemble de premières données d'observation obtenu dans une classe parmi une pluralité de classes correspondant respectivement à la pluralité de pièces par un système de classification automatique préalablement entraîné sur un premier ensemble de données d'apprentissage comprenant une pluralité d'ensembles de premières données d'observations, undit ensemble étant étiqueté par une classe de pièce, un résultat de localisation de l'individu comprenant au moins un identifiant de pièce associé à ladite classe.

9. Système (1) de localisation d'un individu dans un bâtiment (BT) comprenant une pluralité de pièces, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif (100) de localisation selon la revendication 8 et une pluralité de capteurs agencée dans ladite pluralité de pièces, undit capteur comprenant au moins une première interface de connexion locale à un autre capteur de la pluralité de capteurs et/ou une deuxième interface de connexion audit dispositif de localisation, ledit dispositif de localisation étant configuré pour se connecter localement à au moins undit capteur de la pluralité de capteurs via unedite deuxième interface de connexion.

10. Système de localisation (1) d'un individu dans un bâtiment selon la revendication 9, caractérisé en ce que le dispositif de localisation (100) est configuré pour recevoir les données d'observations de chaque capteur via lesdites deuxièmes interfaces et à former au moins le

premier ensemble de données d'observation (VOL(t1)) à partir des données d'observations reçues.

11. Système de localisation (1) d'un individu dans un bâtiment selon la revendication 9, caractérisé en ce que le dispositif de localisation est configuré pour recevoir les données d'observation de la pluralité de capteurs via une première interface avec au moins un capteur maître apte à collecter les données d'observation de la pluralité de capteurs via lesdites premières interfaces, à former un premier ensemble de données d'observations et à le transmettre au dispositif de localisation via une deuxième interface.

12. Procédé de contrôle d'au moins un objet communicant (OC1, OC2) dans un bâtiment (BT) comprenant une pluralité de pièces, ledit objet communicant étant apte à être connecté à un équipement d'accès (EA, 10) à un réseau de communication local (RL) dudit bâtiment, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes, destinées à être mises en œuvre par ledit équipement d'accès :

- Localisation (91) d'un individu ou d'un animal dans une pièce dudit bâtiment par le procédé de localisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, destinée à fournir un résultat de localisation comprenant au moins un identifiant de pièce (ID-R) ;
- Décision (92) d'au moins une action de contrôle dudit au moins un objet communicant, au moins en fonction dudit résultat de localisation et d'au moins une règle prédéterminée ;
- Emission (93) d'un message de commande de ladite action de contrôle à destination dudit objet via le réseau de communication local (RL).

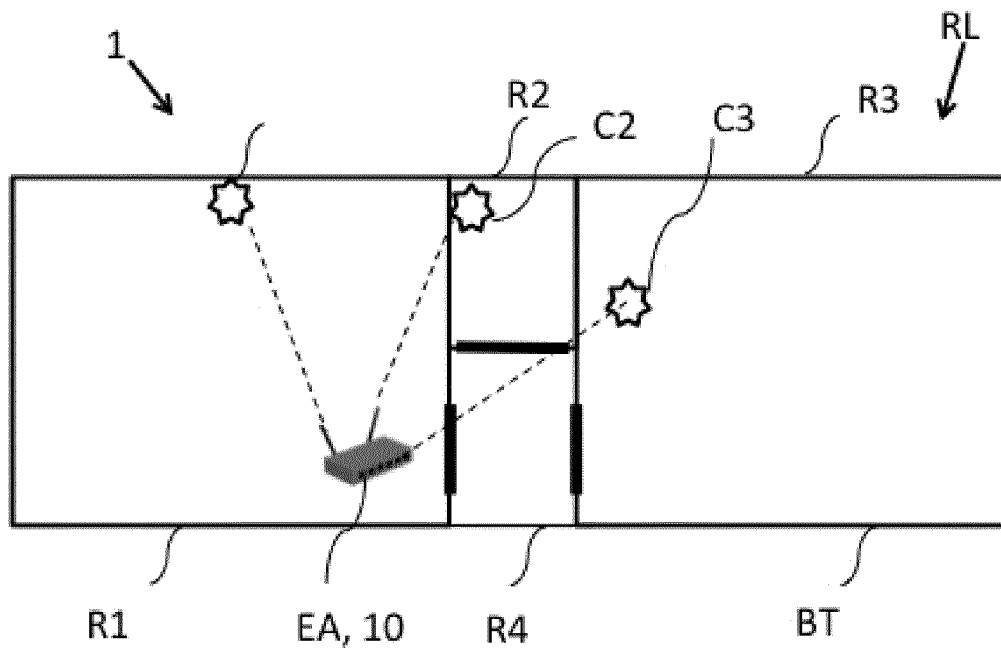
13. Procédé de contrôle d'au moins un objet communicant selon la revendication 12, caractérisé en ce que, lorsque le résultat de localisation comprend en outre un identifiant d'individu (ID-I), le procédé comprend une étape d'obtention (922) d'un profil associé audit identifiant et l'action (AC) décidée est en outre fonction du profil obtenu.

14. Equipement d'accès (EA, 10) à un réseau de communication local (RL) d'un bâtiment (BT) comprenant une pluralité de pièces, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif (100) de localisation d'un individu selon la revendication 8 apte à produire un résultat de localisation et en ce qu'il comprend en outre les modules suivants :

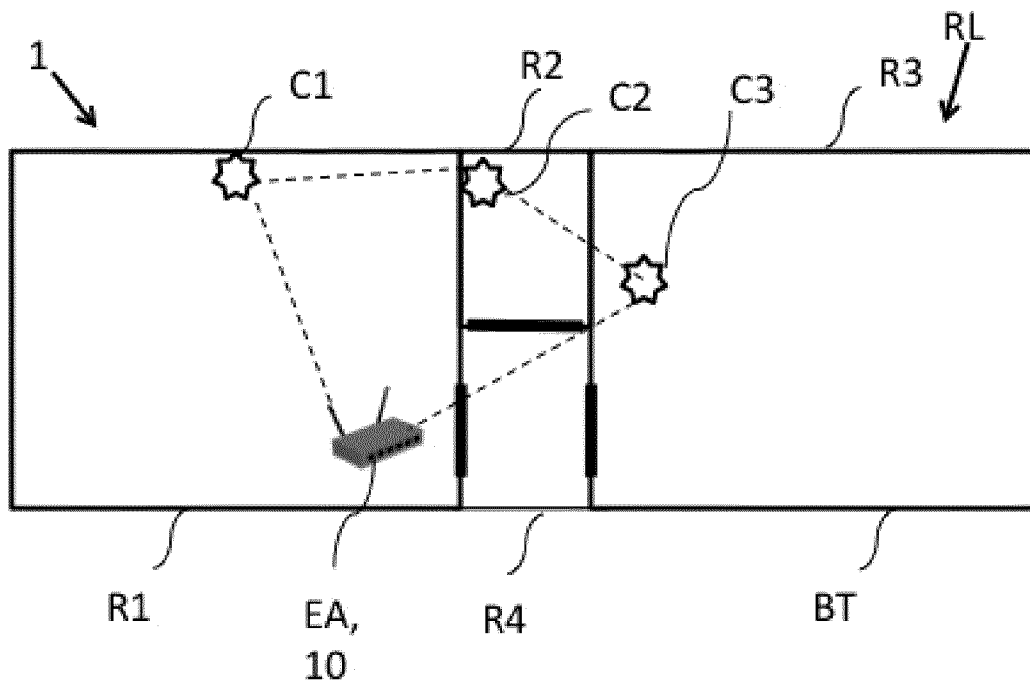
- Décision d'au moins une action de contrôle (AC) d'au moins un objet communicant (OC1, OC2) de ladite pluralité d'objets communicants, au moins en fonction dudit résultat de localisation et d'au moins une règle prédéterminée ; et
- Emission d'un message de commande de ladite action de contrôle à destination dudit objet via le réseau de communication local.

15. Produit programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 et 12 à 13, lorsqu'il est exécuté par un processeur.

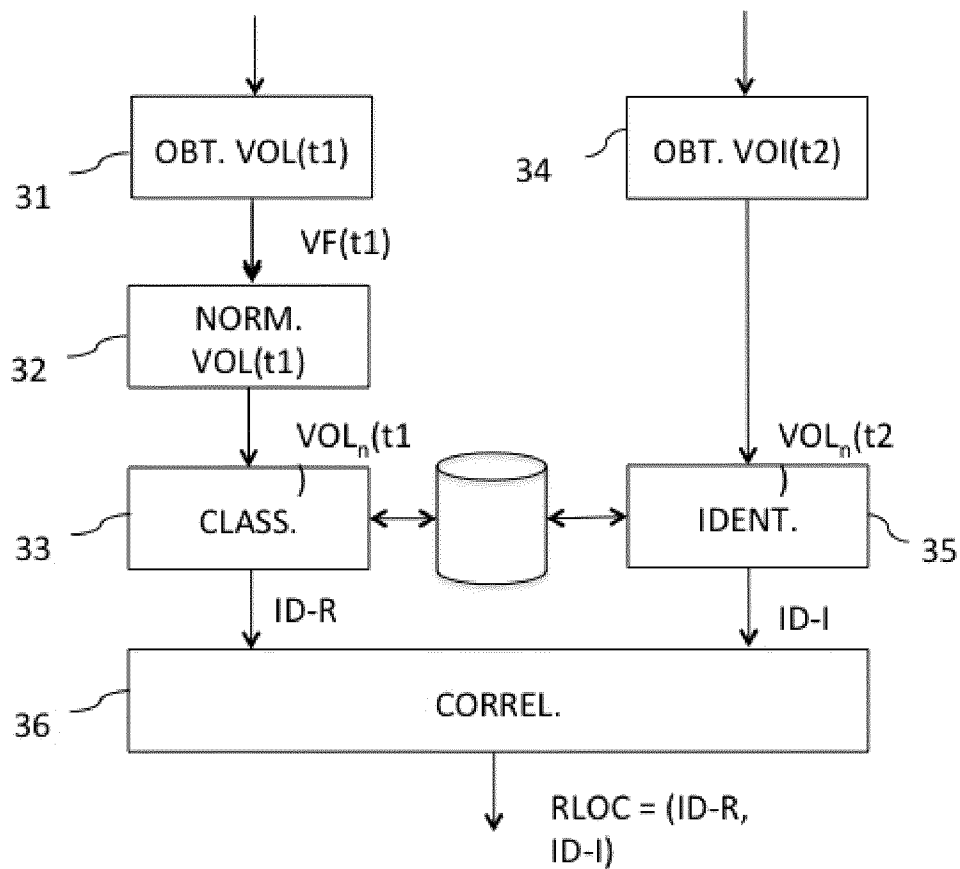
[Fig. 1]



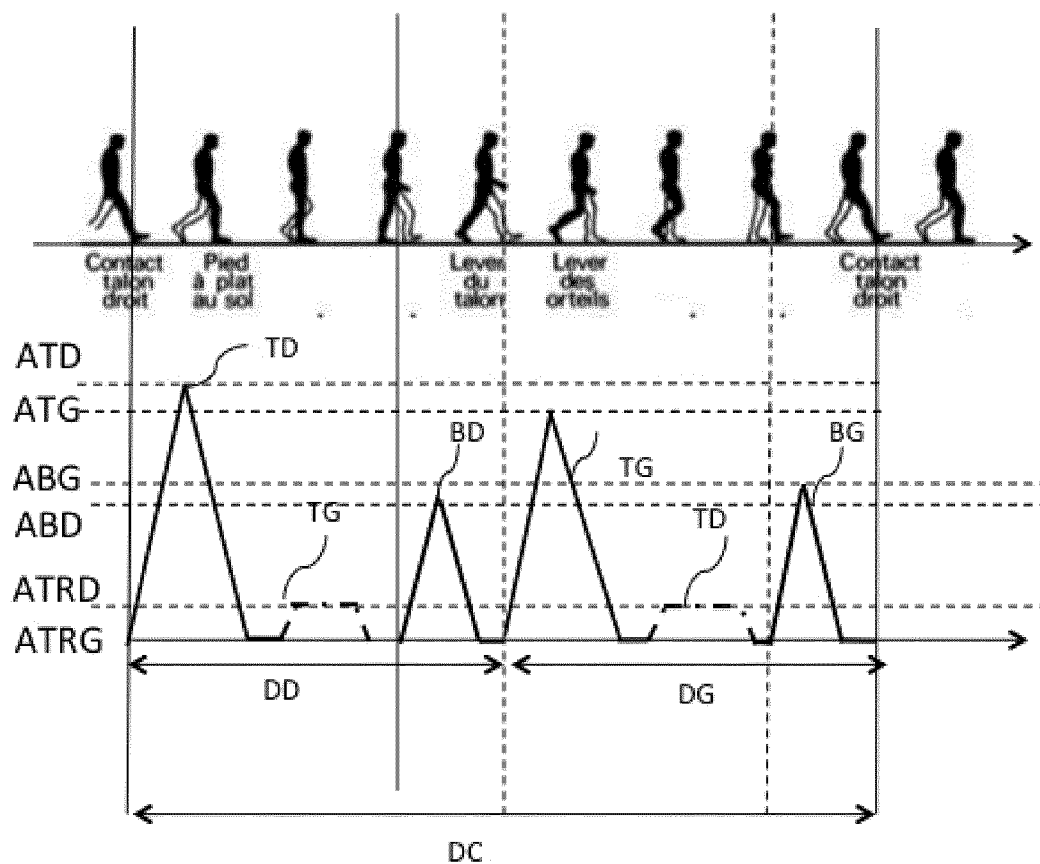
[Fig. 2]



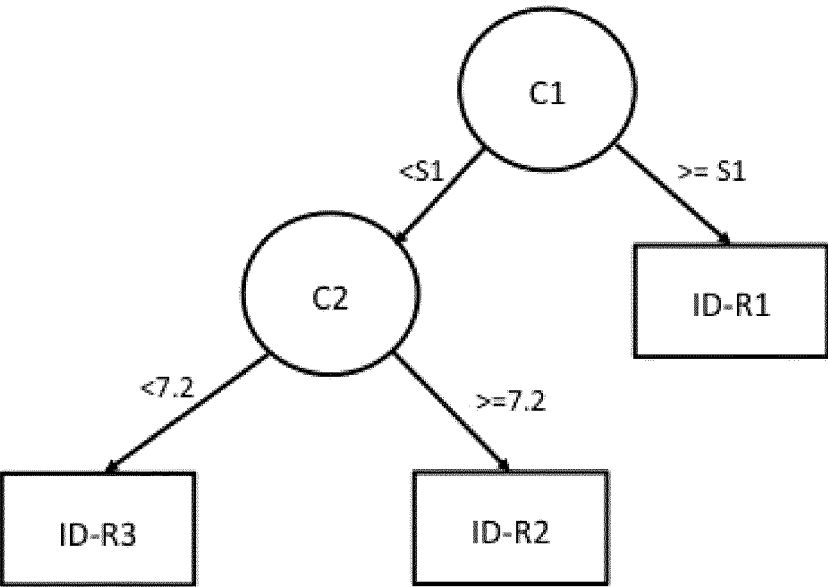
[Fig. 3]



[Fig. 4]



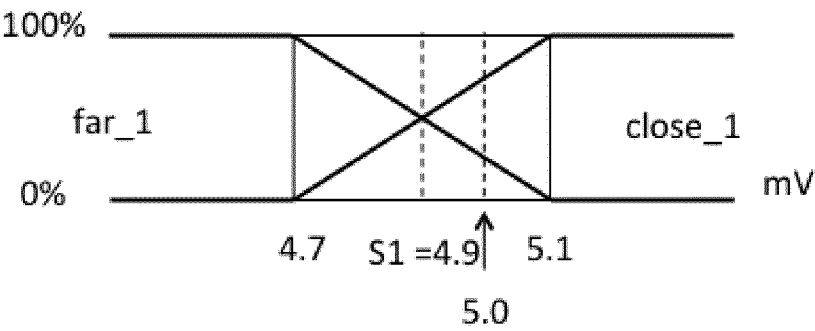
[Fig. 5]



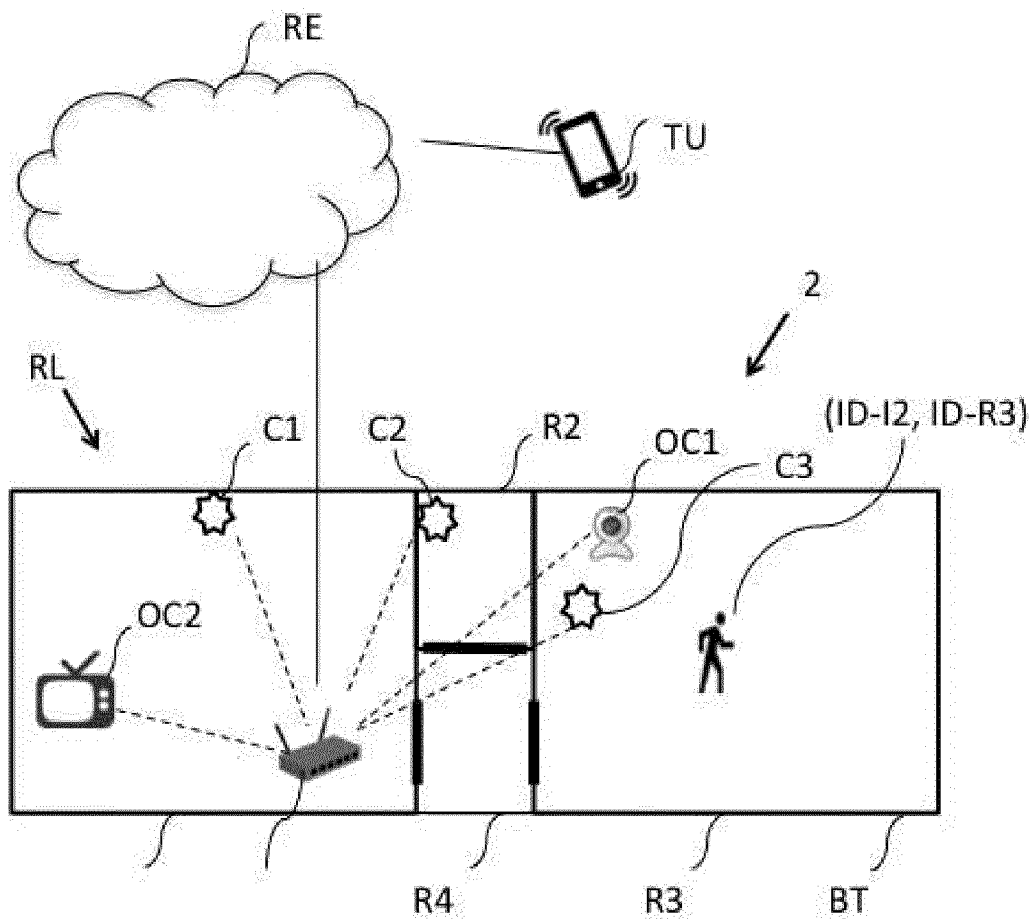
[Fig. 6]

C1	C2	C3	DEC
2.7	7.2	8.2	ID-R2
5.0	4.4	1.4	ID-R1
7.0	1.2	7.1	ID-R1
4.9	5.2	2.3	ID-R1
1.2	4.8	5.4	ID-R3
6.2	6.1	7.4	ID-R1
1.4	3.1	8.2	ID-R3
3.3	2.1	7.7	ID-R3

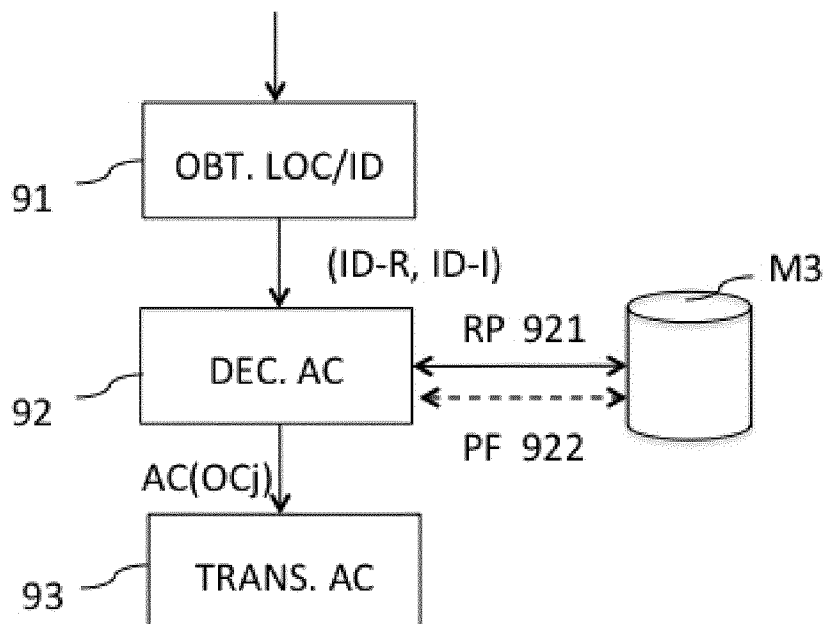
[Fig. 7]



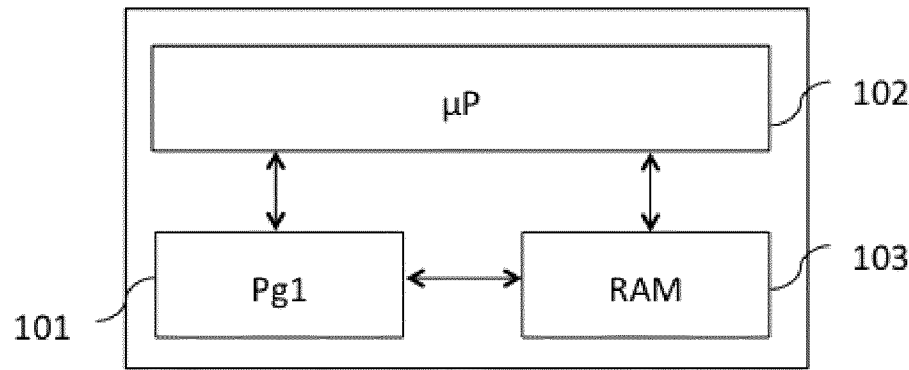
[Fig. 8]



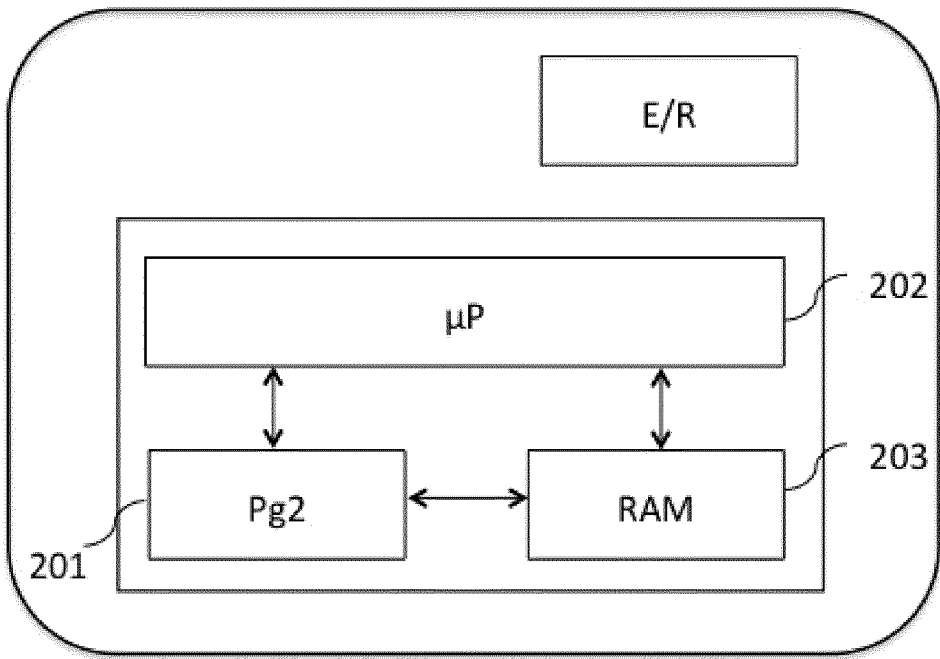
[Fig. 9]



[Fig. 10]



[Fig. 11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/058535

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*G08B 13/10*(2006.01)i; *G08B 13/16*(2006.01)i; *G08B 25/00*(2006.01)i; *G06K 9/00*(2006.01)i; *G07C 9/00*(2020.01)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)

G08B; G07C; G06K

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2018036281 A1 (UNIV SHENZHEN [CN]) 01 March 2018 (2018-03-01) claims 1-10 paragraph [0009] - paragraph [0037] paragraph [0024] paragraph [0047] - paragraph [0048] paragraph [0060] paragraph [0081] - paragraph [0083] paragraph [0086] - paragraph [0087] paragraph [0094] paragraph [0104] paragraph [0070] - paragraph [0072]	1,2,4-15 3
Y	US 2018018509 A1 (ZHANG PEI [US] ET AL) 18 January 2018 (2018-01-18) paragraph [0023]; claims 1,9 paragraph [0032]	3



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

20 May 2020

Date of mailing of the international search report

29 May 2020

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

Bilard, Stéphane

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/058535

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2018036281	A1	01 March 2018	CN	106251572	A	21 December 2016
				CN	107422643	A	01 December 2017
				WO	2018036281	A1	01 March 2018
US	2018018509	A1	18 January 2018	US	2018018509	A1	18 January 2018
				WO	2016130571	A1	18 August 2016

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2020/058535

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G08B13/10 G08B13/16 G08B25/00 G06K9/00 G07C9/00 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) G08B G07C G06K		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2018/036281 A1 (UNIV SHENZHEN [CN]) 1 mars 2018 (2018-03-01)	1,2,4-15
Y	revendications 1-10 alinéa [0009] - alinéa [0037] alinéa [0024] alinéa [0047] - alinéa [0048] alinéa [0060] alinéa [0081] - alinéa [0083] alinéa [0086] - alinéa [0087] alinéa [0094] alinéa [0104] alinéa [0070] - alinéa [0072] -----	3
Y	US 2018/018509 A1 (ZHANG PEI [US] ET AL) 18 janvier 2018 (2018-01-18) alinéa [0023]; revendications 1,9 alinéa [0032] -----	3
☐ 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 20 mai 2020		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 29/05/2020
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 Bilard, Stéphane

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2020/058535

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2018036281 A1	01-03-2018	CN 106251572 A	21-12-2016
		CN 107422643 A	01-12-2017
		WO 2018036281 A1	01-03-2018

US 2018018509 A1	18-01-2018	US 2018018509 A1	18-01-2018
		WO 2016130571 A1	18-08-2016
