(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 086 782***

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **18 58898**

(51) Int Cl[8] : ***G 07 C 9/00*** *(2018.01), G 01 S 17/50, G 06 N 3/08, F 24 F 11/00*

(12) **BREVET D'INVENTION** **B1**

(54) DISPOSITIF ET PROCEDE DE COMPTAGE DE PERSONNES.

(22) **Date de dépôt :** 27.09.18.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 03.04.20 Bulletin 20/14.

(45) **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention :** 03.12.21 Bulletin 21/48.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :**

Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(○) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *AERECO Société anonyme* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** PARSY FRANCOIS et LEGREE MARC.

(73) **Titulaire(s) :** AERECO Société anonyme.

(74) **Mandataire(s) :** Cabinet GERMAIN & MAUREAU.

FR 3 086 782 - B1

Dispositif et procédé de comptage de personnes

La présente invention concerne un dispositif et un procédé de comptage de personnes traversant une zone de passage et un système de ventilation d'une pièce d'un bâtiment comprenant un tel dispositif de comptage.

L'invention trouve son application principale dans le comptage de personnes traversant une porte d'un bâtiment afin de quantifier l'occupation d'une pièce en temps réel.

Il existe actuellement un besoin de compter les personnes dans les différentes pièces d'un bâtiment afin d'en maitriser les dépenses énergétiques et d'optimiser l'utilisation des ressources. La connaissance de l'occupation des pièces permet entre autres l'adaptation des débits de ventilation au nombre d'occupant dans les pièces. Elle permet également le traçage du taux d'occupation des pièces par les gestionnaires de bâtiments afin d'adapter l'emploi des salles ou d'estimer, par exemple, la nécessité ou non du nettoyage.

On connait le brevet FR9415107 déposé par la société AERECO en 1996 concernant un procédé et un dispositif de modulation de la ventilation de locaux. Le comptage de personne proposé dans ce brevet est cependant peu précis car basé sur une mesure d'agitation dans une pièce.

On connait également les brevets EP0718806 et WO2002011075 divulguant des dispositifs de comptage utilisant des mesures de distance de type « radar » ou « à ultrasons ». Ceux-ci sont généralement très volumineux et très onéreux. Aucune précision n'est apportée dans ces documents sur le type d'algorithme utilisé pour la discrimination entre les signaux d'entrée et les signaux de sortie.

On connait également les brevets US2003066875 et WO03091955 divulguant tous deux des barrières de comptage constituées de lignes de capteurs générant plusieurs points de mesure afin de traiter les passages simultanés dans la zone de détection. Ces solutions présentent un empiètement de l'ordre de la largeur de la porte et ne sont pas compacts.

On connait également le brevet FR2899003 divulguant un système de comptage des passants et de leur sens de passage constitué de deux cellules pyroélectriques. Le dispositif est optimisé pour une utilisation en extérieur, il permet de distinguer le sens de passage sans dépendance au signe de la différence de température entre le passant et l'ambiance.

Dans le brevet WO2014179839, un scanner laser est utilisé pour compter les personnes ou les objets traversant un passage. Les capteurs de type scanner laser contiennent une partie mobile qui n'est pas très robuste et sont dispendieux.

Le brevet WO2016096880 divulgue un procédé de détection d'éléments mobiles dans un bâtiment au moyen d'un lidar durant lequel sont effectué plusieurs séquences de balayage dans le but d'évaluer les mouvements de personnes au sein d'une pièce. Cependant, ce système de détection est complexe et onéreux. Il n'est pas adapté à une application pour le comptage de personnes dans une pièce, ni pour un système de ventilation d'une pièce.

L'invention vise à résoudre tout ou partie de ces inconvénients en proposant un dispositif et un procédé de comptage de personnes robuste, simple et compact pour ne pas nuire à l'esthétique des bâtiments.

L'invention vise également à fournir un système de ventilation d'une pièce d'un bâtiment permettant d'adapter la ventilation au nombre de personnes dans la pièce.

L'invention concerne un dispositif de comptage de personnes destiné à compter des personnes traversant une zone de passage pour rentrer dans une pièce ou une partie d'un bâtiment comprenant plusieurs zones ou pièces.

Les exemples qui suivent décrivent une application pour une pièce mais l'invention peut être appliquée à une partie d'un bâtiment comprenant plusieurs pièces.

Selon l'invention, le dispositif de comptage de personnes comprend :

- un capteur de distance du type à temps de vol comprenant un émetteur apte à émettre un signal émis selon un angle α formant une zone de détection vers la zone de passage et un récepteur apte à recevoir un signal réfléchi correspondant à une partie du signal émis lorsqu'il est réfléchi par une personne passant dans la zone de détection de façon à mesurer la distance entre la personne et le capteur de distance en fonction du temps, la zone de détection ayant une position et une orientation constante, et

- des moyens de traitement du signal analysant une variation de la distance entre le capteur de distance et la personne détectée afin de déterminer le sens de déplacement de la personne par rapport à la zone de passage pour réaliser un comptage du nombre de personnes dans la pièce.

De préférence, le dispositif de comptage est configuré pour détecter une seule personne à la fois.

De préférence, le capteur de distance comprend une source laser émettant un faisceau lumineux de forme conique formant la zone de détection dont l'angle au sommet est compris entre 10° et 40°, et de préférence égale à 24°.

Avantageusement, le dispositif de comptage est fixé à une position plus haute que la zone de passage. La portée du capteur de distance est supérieure à 1,50 m.

En variante, le capteur de distance comprend au moins deux jeux d'émetteurs/récepteurs dont un premier jeu d'émetteur/récepteur générant une première zone de détection selon l'angle β par rapport à une direction horizontale B et un deuxième jeu d'émetteur/récepteur générant une deuxième zone de détection selon un angle β' par rapport à la direction horizontale B de façon à couvrir davantage la zone de passage.

L'invention concerne également un procédé de comptage de personnes destiné à compter des personnes traversant une zone de passage pour rentrer dans une pièce d'un bâtiment au moyen d'un dispositif de comptage tel que défini précédemment.

Selon l'invention, le procédé de comptage comprend les étapes suivantes:

- émission d'un signal émis selon un angle α par un capteur de distance du type à temps de vol vers la zone de passage, le signal émis formant une zone de détection d'orientation et de position constante,
- réception d'un signal réfléchi correspondant à une partie du signal émis lorsqu'il est réfléchi par une personne passant dans la zone de détection permettant au capteur de distance de générer un signal de détection représentatif de la distance entre la personne et le capteur de distance en fonction du temps,
- analyse de la variation du signal de détection correspondant à une variation de la distance entre le capteur de distance et la personne détectée par des moyens de traitement du signal afin de déterminer le sens de déplacement de la personne par rapport à la zone de passage pour compter le nombre de personnes entrant dans la pièce et le nombre de personnes sortant de la pièce, ladite étape d'analyse comprenant une sous étape de détermination de fausse détection d'entrée/sortie de personnes, et
- calcul de la différence entre le nombre de personnes entrant dans la pièce et le nombre de personnes sortant de la pièce pour déterminer le nombre de personnes présentes dans la pièce.

De préférence, le dispositif de comptage est disposé du côté où la porte s'ouvre.Par exemple, le dispositif de comptage peut être positionné à l'intérieur d'une pièce. La zone de passage comprend une porte destinée à l'obturer et s'ouvrant vers l'intérieur de la pièce. Le dispositif de comptage est apte à détecter l'ouverture ou la fermeture de la porte pour que cette information soit utilisée par les moyens de

traitement du signal pour participer à la détermination du sens de passage de la personne .

Du fait de l'angle α, la forme du signal de détection correspondant à une personne entrant dans une pièce est différente de la forme du signal de détection correspondant à une personne sortant de la pièce.

Avantageusement, la fréquence d'acquisition du capteur de distance est comprise entre 10 ms et 30 ms et de préférence de 20 ms.

L'étape d'analyse de la variation du signal de détection peut comprendre une analyse des pentes du signal de détection.

En variante, l'étape d'analyse de la variation du signal de détection comprend une comparaison des distances mesurées en début et en fin du signal de détection.

Selon une autre variante, l'étape d'analyse de la variation du signal de détection utilise des algorithmes à apprentissage de type arbre décisionnel ou réseau de neurones ou analyse discriminante prédictive ou des machines à vecteurs de support. Dans ce cas, l'algorithme à apprentissage comprend une étape de constitution d'une base d'apprentissageet une étape d'entrainement d'un l'algorithme de classification avant l'installation du dispositif de comptage de personnes dans un bâtiment et son utilisation.

L'invention fournit ainsi un dispositif et un procédé de comptage de personnes robuste, simple et compact.

Le dispositif de comptage est simple à installer pour que les installateurs n'aient pas besoin d'une formation spécifique. De plus, le dispositif de comptage est discret pour ne pas nuire à l'esthétique des bâtiments.

Le dispositif de comptage permet de compter les passants sous une porte et leur sens de passage de façon plus simple et plus précise que ceux de l'art antérieur.

Le point de mesure est unique (ou ramené à un point unique dans le cas où le signal est composé).

Certains dispositifs de l'art antérieur comprennent une partie mobile permettant le scan tandis que le capteur de distance selon l'invention est entièrement fixe.

L'algorithme utilisé selon le document WO2016096880 réalise une cartographie évolutive et l'analyse de manière logique, tandis que l'algorithme suivant un mode de réalisation de l'invention réalise de la classification de signaux temporels par des procédés à apprentissage (« Machine Learning »).

Un ordinateur de traitement est également nécessaire pour certaines des solutions de l'art antérieur, alors que les signaux réfléchis selon l'invention sont traités sur des microprocesseurs embarqués dans le dispositif de comptage.

L'invention concerne également un système de ventilation d'une pièce d'un bâtiment comprenant au moins une zone de passage.

Selon l'invention, le système de ventilation comprend au moins un dispositif de comptage de personnes tel que défini précédemment, associé à la zone de passage. Le dispositif de comptage de personnes compte le nombre de personnes traversant la zone de passage pour entrer dans ou ressortir de la pièce pour comptabiliser le nombre de personnes à l'intérieur de la pièce. Le dispositif de comptage de personnes transmet cette information de comptage à un dispositif de contrôle du système de ventilation pour moduler la ventilation de la pièce en fonction du nombre de personnes dans la pièce.

En variante, il est également possible de gérer le débit d'air extrait de la pièce ou bien les débits d'air insufflés et extraits.

La pièce peut comprendre plusieurs zones de passage. Le système de ventilation comprend alors plusieurs dispositifs de comptage, chacun associé à une zone de passage. Les dispositifs de comptage sont reliés entre pour permettre le comptage du nombre de personnes dans la pièce.

La liaison peut être filaire ou non filaire (communications radio ou autres).

L'invention fournit ainsi un système de ventilation associé à un dispositif de comptage simple, compacte et robuste.

Le système de ventilation est adapté au nombre de personnes réellement présentes dans la pièce et ainsi plus économique en énergie.

D'autres applications sont également possibles, notamment pour détecter d'autres éléments mobiles comme des animaux ou véhicules.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit, donnée uniquement à titre d'exemple, en référence aux figures annexées, qui illustrent :

- figure 1, un schéma d'un dispositif de comptage de personnes fixé au plafond d'une pièce d'un bâtiment selon un mode de réalisation de l'invention ;
- figure 2, un schéma de profil de ce dispositif de comptage de personnes ;
- figure 3, un schéma en vue de dessus de ce dispositif de comptage de personnes ;
- figure 4, un schéma en vue de dessus d'un dispositif de comptage de personnes selon un autre mode de réalisation de l'invention ;

- figure 5, un autre schéma d'un dispositif de comptage de personnes selon l'invention fixé au plafond d'une pièce et à l'intérieur de celle-ci ;
- figure 6, un graphique représentant le signal de détection en fonction du temps lorsqu'une personne entre dans la pièce et que le dispositif de comptage est placé à l'intérieur de la pièce ;
- figure 7, un graphique représentant le signal de détection en fonction du temps lorsqu'une personne sort de la pièce et que le dispositif de comptage est placé à l'intérieur de la pièce ;
- figure 8, un logigramme explicitant la prise en compte des ouvertures et fermetures des portes pour la classification des signaux de détection ;
- figure 9, un logigramme représentant un exemple d'algorithme de classification ;
- figure 10, un logigramme d'implémentation d'un algorithme d'apprentissage pour la classification des signaux de détection, selon un autre mode de réalisation de l'invention.

Les figures 1 à 3 et 5 représentent un dispositif de comptage 2a de personnes destiné à compter des personnes 5 traversant une zone de passage 1 pour rentrer dans une pièce 6 d'un bâtiment, selon un mode de réalisation de l'invention.

Le bâtiment peut être un immeuble ou une maison par exemple.

Le dispositif de comptage 2a comprend un capteur de distance 2 du type à temps de vol comprenant un émetteur destiné à émettre un signal émis 3 formant une zone de détection 9, 10 vers la zone de passage 1 et à recevoir un signal réfléchi correspondant à une partie du signal émis 3 lorsqu'il est réfléchi par une personne 5 passant dans la zone de détection 9, 10 de façon à mesurer la distance entre la personne 5 et le capteur de distance 2 en fonction du temps.

La zone de passage 1 correspond à l'encadrure d'une porte ou à une zone autour de l'encadrure de la porte, par exemple.

La zone de détection 9, 10 a une position et une orientation constante. Le dispositif de comptage 2a est configuré pour détecter une seule personne 5 à la fois.

De préférence, le capteur de distance 2 comprend une source laser émettant un faisceau lumineux de forme conique formant la zone de détection 9, 10 dont l'angle au sommet est compris entre 10° et 40°, et de préférence égale à 24°.

La source laser se caractérise par la génération de courtes impulsions lumineuses.

Lorsque ces impulsions sont émises en direction d'une personne, la lumière est réfléchie par la personne passant dans la zone de détection ou cône de

détection lumineux. La distance de mesure est déduite du temps de vol mis par les impulsions lumineuses pour atteindre la personne et revenir vers le récepteur intégré dans le capteur de distance 2, de façon à obtenir un signal de détection 4 représentatif de la distance entre la personne 5 et le capteur de distance 2 en fonction du temps.

Ainsi, le signal réfléchi est reçu par le récepteur qui détermine la distance entre lui-même et la personne détectée à partir, d'une part, du temps écoulé entre l'émission de l'impulsion laser et la réception du signal réfléchi et, d'autre part, de la vitesse de la lumière.

La lumière émise ou signal émis 3 forme une zone de détection 9, 10 en forme de cône d'orientation et de position constante. L'angle α du signal émis 3 par rapport à une direction verticale A est constant.

Le signal émis 3 forme également cet angle α avec la zone de passage 1, comme représenté sur les figures 1 et 2, de sorte qu'une asymétrie existe entre un passage d'entrée et un passage de sortie. Cette asymétrie génère une différence entre les signaux réfléchis générés par le capteur de distance 2 en fonction du sens de passage de la personne.

La forme du signal de détection 4 correspondant à une personne entrant dans une pièce 6 (fig. 6) est différente de la forme du signal de détection 4 correspondant à une personne sortant de la pièce 6 (fig.7).

Avantageusement, le champ de détection du capteur de distance 2 traverse la zone de passage 1 qui est verticale.

La portée du capteur de distance 2 est telle que toute personne 5 passant la zone de passage 1 est détectée. Avantageusement, la portée du capteur de distance 2 est supérieure à 1,50 m.

Le dispositif de comptage 2a et les capteurs de distance 2 sont fixés à une position plus haute que la zone de passage 1.

Comme représenté sur les figures 2, 3 et 5, le dispositif de comptage 2a est fixé sur le plafond 8 de la pièce 6, et donc au dessus de la zone de passage 1.

Le dispositif de comptage 2a de personnes comprend des moyens de traitement du signal analysant le signal de détection 4 afin de déterminer le sens de déplacement de la personne 5 par rapport à la zone de passage 1 et réaliser un comptage du nombre de personnes traversant la zone de passage 1 ainsi que leur sens de passage pour comptabiliser le nombre de personnes dans la pièce 6.

Les moyens de traitement du signal sont, de préférence, intégrés dans le dispositif de comptage 2a.

Selon une variante, le dispositif de comptage 2a comprend un filtre optique laissant passer la bande de longueurs d'onde utilisée par le capteur de distance. Le filtre est positionné devant le capteur de distance 2 afin de limiter le bruit de mesure causé par la lumière ambiante.

Selon une variante, le dispositif de comptage 2a comprend un capteur pyroélectrique dont le champ de détection est plus large que la zone de détection 9, 10. Les capteurs de distances ne sont activés que lorsque le capteur pyroélectrique détecte une présence dans son champ de détection. Cela permet de limiter la consommation des capteurs et d'augmenter la durée de vie du dispositif de comptage 2a.

Selon une autre variante, le dispositif de comptage 2a comprend plusieurs capteur de distance 2 pour couvrir toute la zone de passage 1 ou une grande partie de celle-ci.

Le capteur de distance 2 peut comprendre au moins deux jeux d'émetteurs/récepteurs dont un premier jeu d'émetteur/récepteur générant une première zone de détection 9 selon l'angle β par rapport à une direction horizontale B et un deuxième jeu d'émetteur/récepteur générant une deuxième zone de détection 10 selon un angle β' par rapport à la direction horizontale B, fournissant une configuration compacte couvrant toute la zone de passage 1, comme représenté sur la figure 4.

Selon la configuration géométrique choisie, les cônes ou zones de détection de chaque émetteur/récepteur sont susceptibles de se recouvrir ou non.

L'invention concerne également un procédé de comptage de personnes traversant une zone de passage 1 comprenant une étape d'émission d'un signal émis 3 par un capteur de distance 2 du type à temps de vol vers la zone de passage 1 selon un angle α constant par rapport à une direction verticale A.

Le procédé de comptage comprend également une étape de réception d'un signal réfléchi correspondant à une partie du signal émis 3 lorsqu'il est réfléchi par une personne 5 passant dans la zone de détection 9, 10.

Ceci permet de mesurer un signal de détection 4 représentatif de la distance entre la personne 5 et le capteur de distance 2 en fonction du temps.

Le procédé de comptage comprend une étape de traitement ou d'analyse d'une variation du signal de détection 4 par des moyens de traitement du signal correspondant à une variation de la distance entre le capteur de distance 2 et la personne 5 détectée afin de déterminer le sens de déplacement de la personne 5 par rapport à la zone de passage 1 et réaliser un comptage du nombre de personnes

traversant la zone de passage 1 pour comptabiliser le nombre de personnes 5 dans la pièce 6.

La fréquence d'acquisition du capteur de distance 2 doit être élevée de façon à enregistrer un nombre suffisant de points même lors d'un passage rapide d'une personne. Typiquement, une fréquence d'acquisition de l'ordre de 20 ms permet d'obtenir une dizaine de points lors de passages très rapides.

La fréquence d'acquisition du capteur de distance 2 est comprise entre 10 ms et 30 ms et est de préférence de 20 ms.

Lorsque personne n'est situé dans la zone ou cône de détection 9, 10, le capteur de distance 2 renvoie l'information d'absence de détection. Une variation de la mesure de distance se produit uniquement lorsqu'une personne passe dans la zone de détection 9, 10.

Les signaux de détection 4 générés par le capteur de distance 2 sont représentés schématiquement sur les graphiques des figures 6 et 7.

Comme dit précédemment, la forme du signal de détection 4 correspondant à une personne entrant dans une pièce 6 (fig. 6) est différente de la forme du signal de détection 4 correspondant à une personne sortant de la pièce 6 (fig.7).

La figure 6 représente le signal de détection 4, c'est-à-dire la distance d entre la personne 5 et le capteur de distance 2 en fonction du temps lorsque la personne entre dans la pièce 6 et que le capteur de distance 2 est positionné dans la pièce 6. La personne 5 se dirige alors vers la zone de passage 1 et le capteur de distance 2.

L'évolution du signal de détection 4 montre que la distance entre la personne 5 et le capteur de distance 2 réduit au fur et à mesure que la personne 5 s'approche de la pièce. Une entrée de la personne 5 génère un signal décroissant représenté par la pente décroissante 11.

Lorsque la personne 5 sort de la zone de détection 9, 10, le signal de détection 4 revient brusquement à son niveau initial de non détection.

Comme représenté sur la figure 7, la distance d entre la personne 5 et le le capteur de distance 2 croît brusquement lorsque la personne 5 sort de la pièce 6 car elle arrive brusquement dans la zone de détection 9, 10.

La distance d diminue progressivement lorsque la personne 5 sort de la pièce 6 et s'éloigne de la zone de passage 1, comme représenté par la pente croissante 12.

Lorsque le dispositif de comptage 2a est situé à l'extérieur de la pièce 6, la zone de passage 1 se situant entre le capteur de distance 2 et la pièce 6, le signal de détection 4 représenté sur la Figure 6 correspond à une sortie et le signal de détection 4 représenté sur la Figure 7 correspond à une entrée

Le traitement du signal est réalisé de préférence par un microprocesseur embarqué dans le dispositif de comptage 2a.

Les moyens de traitement sont capables de différencer les signaux de détection 4 de personnes entrant dans la pièce, des signaux de détection 4 de personnes sortant de la pièce.

Les moyens de traitement calculent le nombre de personnes entrant dans la pièce et le nombre de personnes ressortant de la pièce. La différence entre ces deux nombres permet d'obtenir le nombre de personnes présentes dans la pièce.

L'étape d'analyse de la variation du signal de détection 4 comprend une sous étape de détermination de fausse détection d'entrée/sortie de personnes 5.

Durant l'analyse de la variation du signal de détection 4, les variations du signal de détection 4 ne correspondant pas à une entrée ou une sortie sont classifiées comme fausses détection pour retirer du comptage les personnes passant à proximité de la zone de passage 1 mais ne la franchissant pas. L'algorithme des moyens de traitement réalise une discrimination entre les entrées, les sorties et les fausses détections. Les fausses détections sont liées à la détection d'une personne dans le champ de vision du dispositif de comptage 2a sans qu'elle entre ou sorte de la pièce 6.

Les raisons des variations sur les formes des signaux de détection 4 sont variées. Le bruit de mesure des capteurs de distance 2 est une première cause de variabilité du signal.

Le comportement des utilisateurs est parfois également très erratique. A titre d'exemple, un aller-retour provoque un signal croissant puis décroissant, ou l'inverse.

Et une personne stagnant dans l'embrasure de la zone de passage 1 génère un signal en plateau. Pour ces différentes raisons, l'algorithme de traitement du signal doit être particulièrement robuste dans la discrimination des différents cas.

Selon une variante possible, le capteur de distance 2 est positionné à l'intérieur de la pièce 6 et la zone de passage 1 comprend une porte 7 destinée à la fermer et s'ouvrant vers l'intérieur de la pièce 6.

Le capteur de distance 2 détecte l'ouverture ou la fermeture de la porte 7 pour que cette information soit utilisée par les moyens de traitement du signal.

Cette solution donne la possibilité de détecter les ouvertures et fermetures de portes 7 par simple comparaison de la distance mesurée à un seuil de détection de distance défini. Cette information est très utile pour la gestion des bâtiments et la ventilation.

Il est possible d'intégrer les ouvertures et fermetures de la porte dans l'algorithme de classification.

Selon l'algorithme représenté sur la figure 8, le procédé de comptage de personnes 5 comprend :

- une étape d'acquisition du signal 100, c'est-à-dire émis du signal émis 3 vers la zone de passage 1 et de réception d'une partie du signal émis 3 lorsqu'il est réfléchi par une personne 5 se dirigeant vers ou s'éloignant de la zone de passage 1 pour obtenir le signal de détection 4,

- une étape d'analyse 200 de la variation du signal de détection 4 durant laquelle l'ouverture ou la fermeture de la porte 7 est analysée par les moyens de traitement du signal.

Une porte fermée lors des derniers points précédant la variation du représentant le signal de détection 4 (symbole 210) correspond à une entrée de personne 5 (symbole 220).

Sinon, une porte fermée lors des premiers points suivant la variation du signal de détection 4 (symbole 230) correspond à une sortie de personne 5 (symbole 240).

Sinon, il est analysé lors d'une étape de classification 300 s'il y a entrée, sortie ou fausse détection d'une entrée/sortie de personne 5 selon le symbole 400.

Dans le cas où la porte 7 s'ouvre à l'extérieur de la pièce 6 (vers le couloir par exemple), le capteur de distance 2 est placé à l'extérieur de la pièce 6.

Sur le diagramme de la figure 9, les labels « entrée » et « sortie » sont alors inversés.

Selon une variante possible, l'étape d'analyse de la variation du signal réfléchi comprend une analyse des pentes 11, 12 du signal de détection 4.

Selon une autre variante possible, l'étape de traitement ou d'analyse de la variation du signal de détection 4 comprend une étape de comparaison 300 des distances mesurées en début et en fin du signal de détection 4, comme illustée dans le diagramme de la figure 9.

La figure 9 est un exemple d'un algorithme de classification utilisé par exemple à l'étape 300 de l'algorithme de la figure 8.

L'analyse de la variation du signal de détection 4 comprend :

- une étape 310 de calcul de valeurs en début a et fin b de signal de détection 4, et

- une étape 320 de calcul de la différence c=a-b.

Si c est supérieur à un seuil d'entrée (symbole 330), une entrée de personne 5 est détectée (symbole 410).

Sinon, l'algorithme de classification comprend une autre étape durant laquelle il est analysé si c est inférieur à un seuil de sortie (symbole 340). Si c'est le cas, une sortie de personne 5 est détectée (symbole 420).

Sinon, l'algorithme en déduit une fausse détection d'entrée/sortie de personnes 5 (symbole 430).

La comparaison des distances mesurées en début et en fin du signal constitue une approche pertinente, puisque ces points a et b traduisent le positionnement de la personne 5 au moment où elle entre et au moment où elle sort de la zone de détection.

Selon une autre variante possible illustrée sur la figure 10, l'étape d'analyse de la variation du signal de détection 4 utilise des algorithmes à apprentissage de type arbre décisionnel ou réseau de neurones ou analyse discriminante prédictive ou des machines à vecteurs de support.

Ce qui suit décrit un procédé possible d'obtention 300' et d'utilisation 900 d'un algorithme à apprentissage. Le procédé d'obtention comprend une étape de constitution d'une base d'apprentissage 500 et une étape d'entrainement de l'algorithme de classification 600.

Le procédé comprend une étape d'utilisation de l'algorithme de classification 900 in-situ, c'est-à-dire après l'installation du dispositif de comptage 2a de personnes 5 dans un bâtiment.

Ainsi, le procédé d'obtention d'un algorithme à apprentissage comprend une étape de constitution d'une base d'apprentissage 500 comprenant:

- une étape d'acquisition du signal 100, c'est-à-dire émission du signal émis 3 vers la zone de passage 1 et réception d'une partie du signal émis 3 lorsqu'il est réfléchi par une personne 5 passant dans la zone de détection d'une pièce 6 pour générer le signal de détection 4,

- une étape d'apposition du label entrée, sortie ou fausse détection 510, déterminée par exemple par un capteur de référence (position du capteur par rapport à la pièce, par exemple),

- une étape d'ajout de ces données labélisées dans une base d'apprentissage 520.

Ces étapes sont répétées jusqu'à obtention d'une taille suffisante de la base de données.

Le procédé d'obtention d'un algorithme à apprentissage comprend ensuite une étape d'entrainement de l'algorithme de classification 600 comprenant:

- une étape de choix du type d'algorithme et de sélection des caractéristiques discriminantes des signaux de détection 610,
- une étape d'optimisation de l'algorithme sur la base d'apprentissage 620,
- une étape de test, afin de détermer si le taux de succcès est suffisant 630.

Si ce n'est pas le cas, les étapes de choix et d'optimisation de l'algorithme 610 et 620 sont réitérés.

Si le taux de succcès est suffisant, l'algorithme de classification est obtenu à l'étape 640.

Le procédé d'utilisation de l'algorithme à apprentissage qui suit ensuite comprend une étape d'implémentation 700 de l'algorithme de classification dans un dispositif de comptage 2a de personnes durant l'étape de fabrication de ce dernier.

Le dispositif de comptage 2a de personnes est ensuite installé dans un bâtiment à l'étape 800.

Le procédé d'utilisation comprend ensuite une étape d'utilisation de l'algorithme de classification 900 in-situ comprenant:

- une étape d'acquisition 100 du signal de détection tel que décrit précédemment,
- une étape d'analyse 300 de la variation du signal de détection 4 par l'algorithme de classification obtenu lors de étape d'entrainement de l'algorithme de classification 600 pour déterminer si la personne entre ou sort de la pièce ou bien s'il s'agit d'une fausse détection (symbole 400).

L'invention concerne également un système de ventilation d'une pièce 6 d'un bâtiment comprenant au moins une zone de passage 1 et un dispositif de comptage 2a de personnes tel que défini précédemment.

De préference, un dispositif de comptage 2a unique est associé à la zone de passage 1.

Le dispositif de comptage 2a de personnes détermine le nombre de personnes 5 présentes dans la pièce 6 et transmet l'information à un dispositif de contrôle du système de ventilation pour gérer ou régler le débit d'air à insuffler dans la pièce 6 en fonction du nombre de personnes 5 présentes à l'intérieur de la pièce 6.

En variante, il est également possible de gérer le débit d'air extrait de la pièce ou bien les débits d'air insufflés et extraits.

En variante, la pièce 6 comprend plusieurs zones de passage 1 chacune associée à un dispositif de comptage 2a.

Le moyen de traitement est capable de centraliser les informations issues de plusieurs dispositifs de comptage 2a pour intégrer les entrées et sorties provenant des différentes zones de passage 1.

Dans le cadre d'utilisations spécifiques dans lesquelles les pièces 6 ou salles d'un bâtiment ne sont pas utilisées à certains horaires (salles de réunion dans le domaine tertiaire, par exemple), le moyen de traitement peut intégrer une remise à zéro du nombre de personnes dans la pièce afin de compenser les dérives dues à d'éventuelles erreurs de détection.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de comptage (2a) de personnes destiné à compter des personnes (5) traversant une zone de passage (1) pour rentrer dans une pièce (6) d'un bâtiment caractérisé en ce qu'il comprend :

- un capteur de distance (2) du type à temps de vol comprenant un émetteur apte à émettre un signal émis (3) selon un angle α) formant une zone de détection (9, 10) vers la zone de passage (1) et un récepteur apte à recevoir un signal réfléchi correspondant à une partie du signal émis (3) lorsqu'il est réfléchi par une personne (5) passant dans la zone de détection (9, 10) de façon à mesurer la distance entre la personne (5) et le capteur de distance (2) en fonction du temps, la zone de détection (9, 10) ayant une position et une orientation constante,
- des moyens de traitement du signal analysant une variation de la distance entre le capteur de distance (2) et la personne (5) détectée afin de déterminer le sens de déplacement de la personne (5) par rapport à la zone de passage (1) pour réaliser un comptage du nombre de personnes (5) dans la pièce (6).

2. Dispositif de comptage (2a) de personnes selon la revendication 1, caractérisé en ce que le capteur de distance (2) comprend une source laser émettant un faisceau lumineux de forme conique formant la zone de détection (9, 10) dont l'angle au sommet est compris entre 10° et 40°, et de préférence égale à 24°.

3. Dispositif de comptage (2a) de personnes selon l'une quelconques des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le dispositif de comptage (2a) est fixé à une position plus haute que la zone de passage (1), la portée du capteur de distance (2) étant supérieure à 1,50 m.

4. Dispositif de comptage (2a) de personnes selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le capteur de distance (2) comprend au moins deux jeux d'émetteurs/récepteurs dont un premier jeu d'émetteur/récepteur générant une première zone de détection (9) selon l'angle β) par rapport à une direction horizontale (B) et un deuxième jeu d'émetteur/récepteur générant une deuxième zone de détection (10) selon un angle β') par rapport à la direction horizontale (B) de façon à couvrir davantage la zone de passage (1).

5. Système de ventilation d'une pièce (6) d'un bâtiment comprenant au moins une zone de passage (1), caractérisé en ce qu'il comprend au moins un dispositif de comptage (2a) de personnes tel que défini selon l'une quelconques des revendications 1 à 4, associé à la zone de passage (1), le dispositif de comptage (2a) de personnes comptant le nombre de personnes (5) traversant la zone de passage (1) pour

entrer dans ou ressortir de la pièce (6) et comptabilisant le nombre de personnes (5) à l'intérieur de la pièce (6), l'information de comptage étant transmise à un dispositif de contrôle du système de ventilation pour moduler la ventilation de la pièce (6) en fonction du nombre de personnes (5) dans la pièce (6).

6. Système de ventilation d'une pièce d'un bâtiment selon la revendication 5, caractérisé en ce que la pièce (6) comprend plusieurs zones de passage (1), le système de ventilation comprenant plusieurs dispositifs de comptage (2a), chacun associé à une zone de passage (1), les dispositifs de comptage (2a) étant reliés entre eux pour permettre le comptage du nombre de personnes dans la pièce (6).

7. Procédé de comptage de personnes (5) destiné à compter des personnes (5) traversant une zone de passage (1) pour rentrer dans une pièce (6) d'un bâtiment, au moyen d'un dispositif de comptage (2a) tel que défini selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- émission d'un signal émis (3) selon un angle α) par un capteur de distance (2) du type à temps de vol vers la zone de passage (1), le signal émis (3) formant une zone de détection (9, 10) d'orientation et de position constante,
- réception d'un signal réfléchi correspondant à une partie du signal émis (3) lorsqu'il est réfléchi par une personne (5) passant dans la zone de détection (9, 10) permettant au capteur de distance (2) de générer un signal de détection (4) représentatif de la distance entre la personne (5) et le capteur de distance (2) en fonction du temps,
- analyse de la variation du signal de détection (4) correspondant à une variation de la distance entre le capteur de distance (2) et la personne (5) détectée par des moyens de traitement du signal afin de déterminer le sens de déplacement de la personne (5) par rapport à la zone de passage (1) pour compter le nombre de personnes (5) entrant dans la pièce (6) et le nombre de personnes (5) sortant de la pièce (6), ladite étape d'analyse de variation du signal de détection (4) comprenant la détermination de fausses détections d'entrée/sortie de personnes (5), et
- calcul de la différence entre le nombre de personnes (5) entrant dans la pièce (6) et le nombre de personnes (5) sortant de la pièce (6) pour déterminer le nombre de personnes (5) présentes dans la pièce (6).

8. Procédé de comptage de personnes selon la revendication 7, caractérisé en ce que la fréquence d'acquisition du capteur de distance (2) est comprise entre 10 ms et 30 ms et de préférence de 20 ms.

9. Procédé de comptage de personnes selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce que la zone de passage (1) comprend une porte (7) destinée à l'obturer et s'ouvrant vers l'intérieur de la pièce (6), le dispositif de comptage (2a) étant apte à détecter l'ouverture ou la fermeture de la porte (7) pour que cette information soit utilisée par les moyens de traitement du signal pour participer à la détermination du sens de passage de la personne (5).

10. Procédé de comptage de personnes selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que l'étape d'analyse de la variation du signal de détection (4) comprend une analyse des pentes (11, 12) du signal de détection (4).

11. Procédé de comptage de personnes selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que l'étape d'analyse de la variation du signal de détection (4) comprend une comparaison des distances mesurées en début et en fin du signal de détection (4).

12. Procédé de comptage de personnes selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que l'étape d'analyse de la variation du signal de détection (4) utilise des algorithmes à apprentissage de type arbre décisionnel ou réseau de neurones ou analyse discriminante prédictive ou des machines à vecteurs de support, l'obtention de l'algorithme à apprentissage (300') comprenant une étape de constitution d'une base d'apprentissage (500) et une étape d'entrainement d'un l'algorithme de classification (600) réalisées préalablement à l'installation du dispositif de comptage (2a) de personnes (5) dans un bâtiment et à son utilisation.

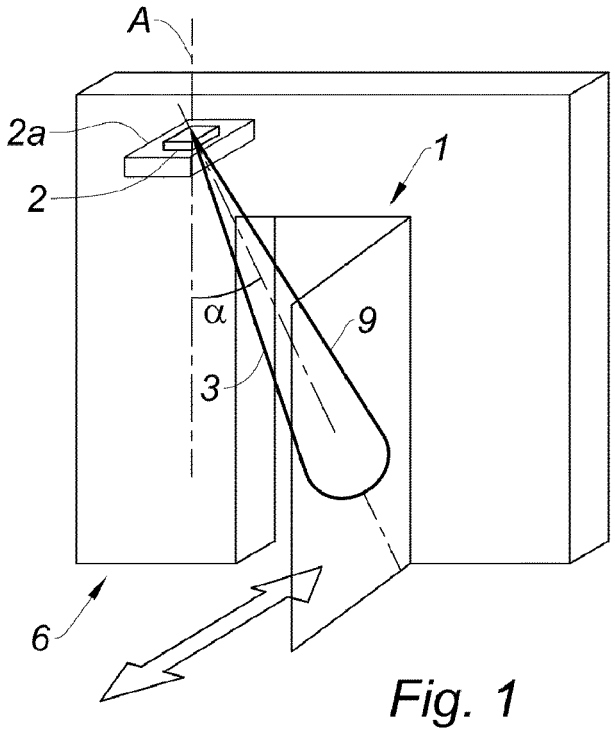


Fig. 1

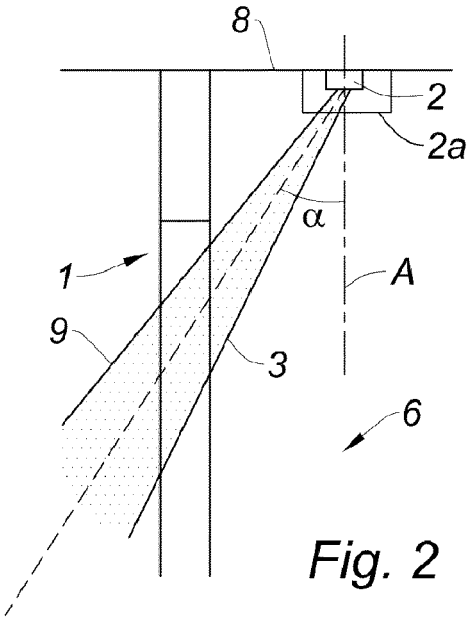


Fig. 2

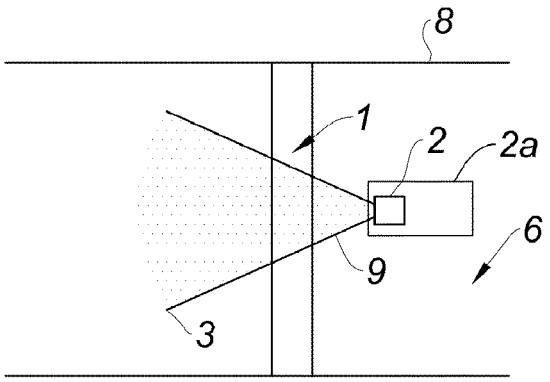


Fig. 3

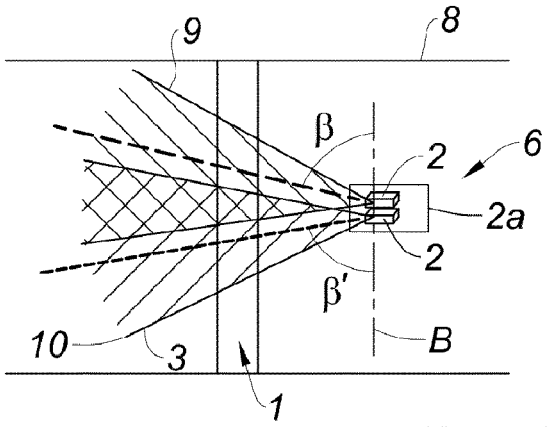


Fig. 4

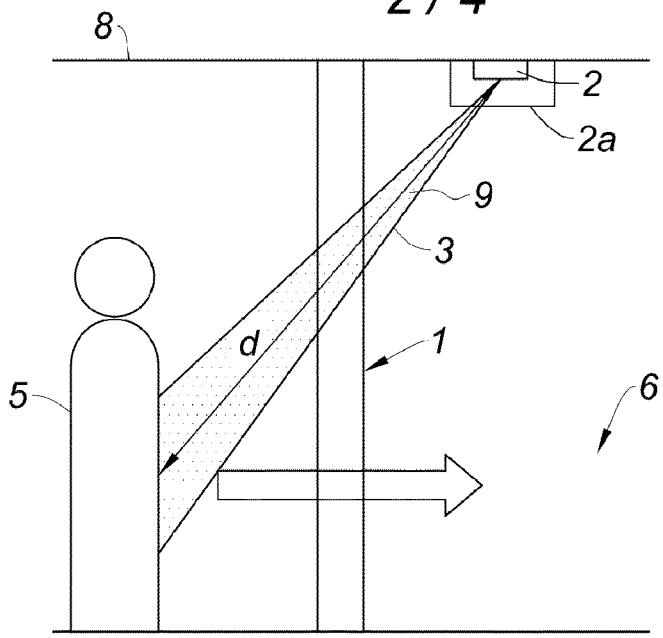


Fig. 5

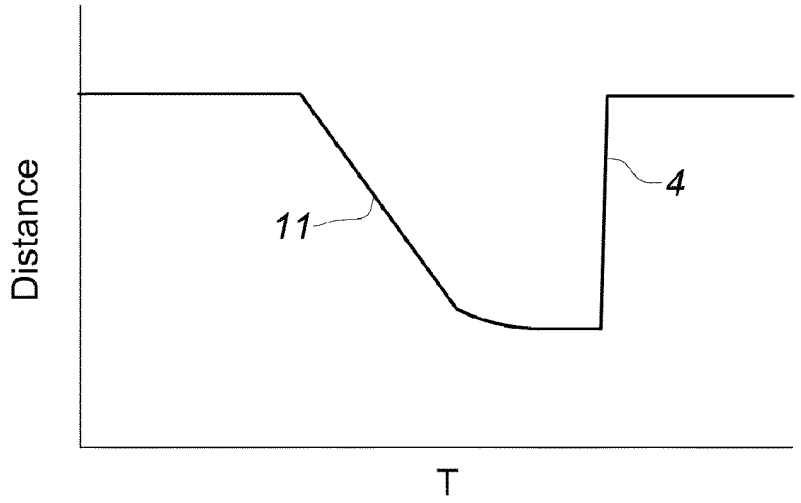


Fig. 6

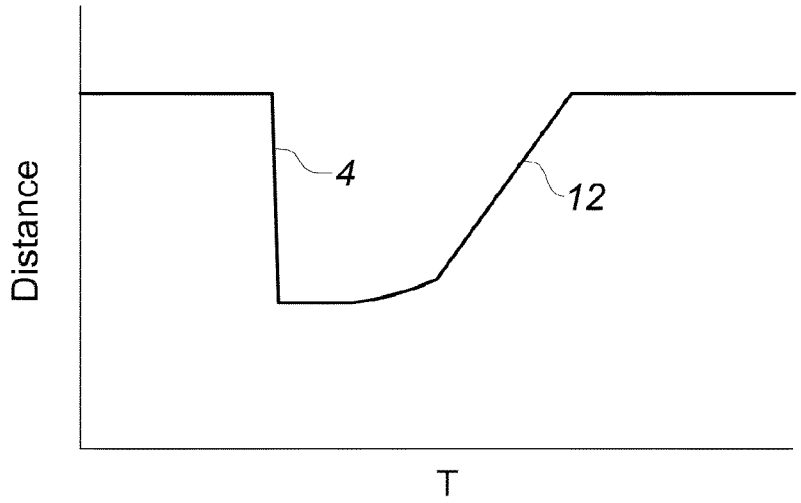


Fig. 7

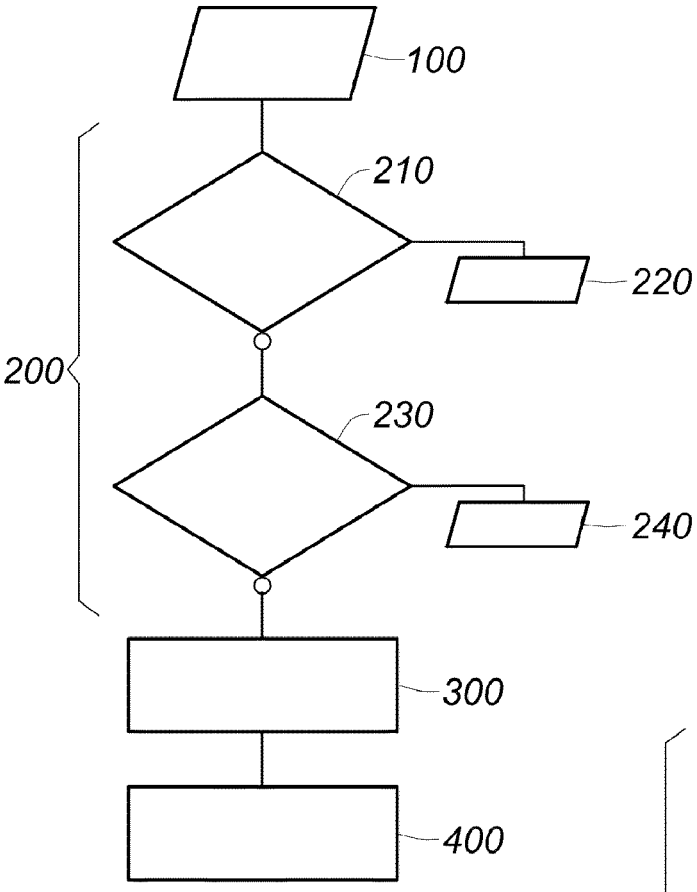

100
210
220
200
230
240
300
400

Fig. 8

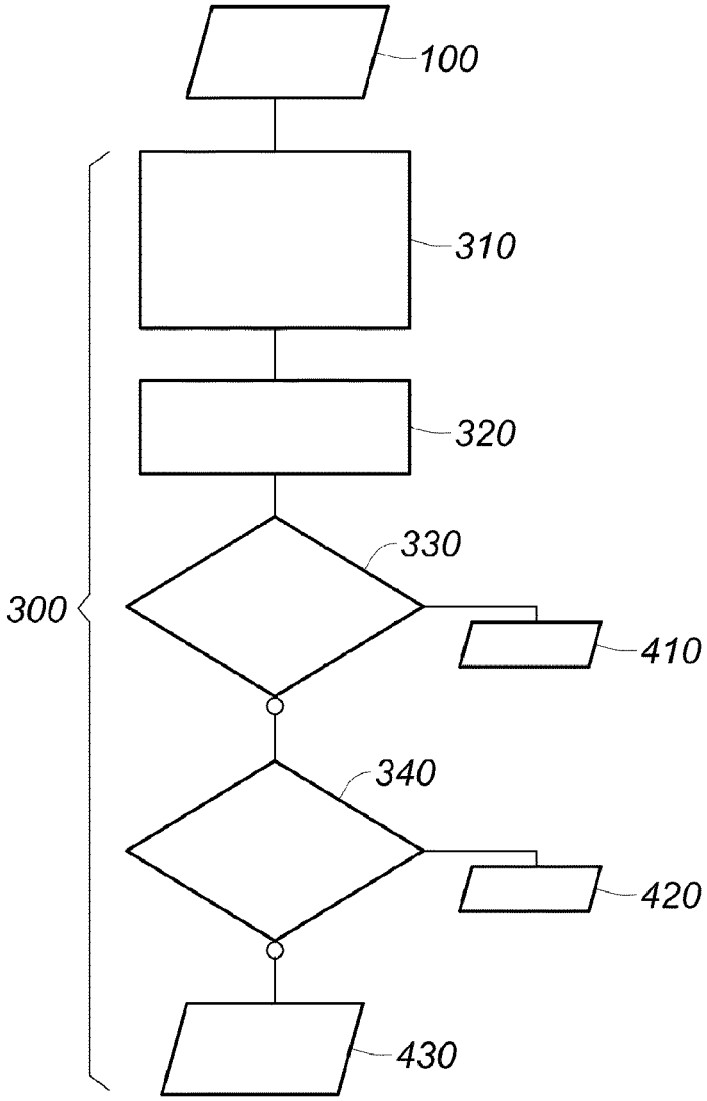

100
310
320
330
300
410
340
420
430

Fig. 9

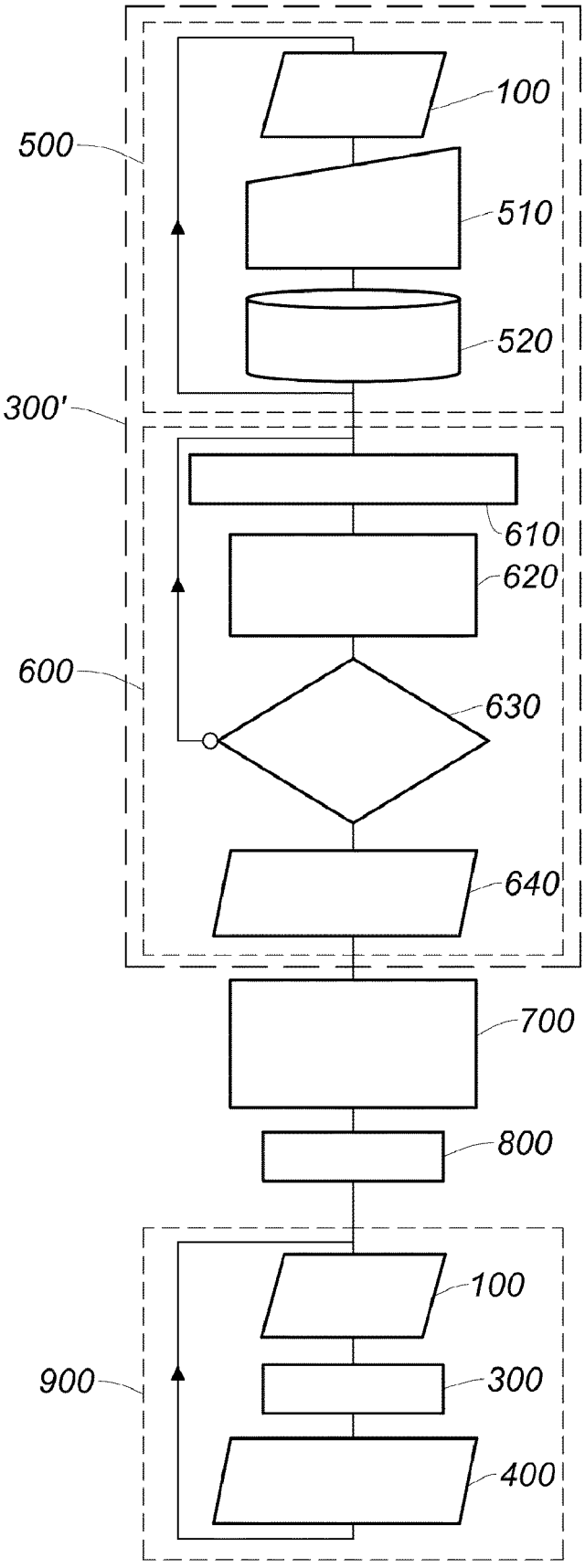


Fig. 10

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveauté) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.
Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

[x] Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

[x] Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

[x] Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

US 2013/016880 A1 (KAWAHATA YASUTAKA [JP])
17 janvier 2013 (2013-01-17)

WO 2017/114846 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE])
6 juillet 2017 (2017-07-06)

WO 2007/138025 A1 (NEURICAM SPA [IT];
CRESPI BRUNO [IT])
6 décembre 2007 (2007-12-06)

WO 2017/023202 A1 (VADARO PTE LTD [SG])
9 février 2017 (2017-02-09)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT