

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

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

2 977 353

21 N° d'enregistrement national : 11 55842

51 Int Cl<sup>8</sup> : G 06 Q 50/00 (2013.01), G 06 F 7/00, G 01 R 33/02,  
G 01 C 19/00

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 29.06.11.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 04.01.13 Bulletin 13/01.

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

60 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

71 Demandeur(s) : FRANCE TELECOM Société ano-  
nyme — FR.

72 Inventeur(s) : BERENGUER MARC, TEYSSIER  
HENRI et BOUZID MARIE-JEANNE.

73 Titulaire(s) : FRANCE TELECOM Société anonyme.

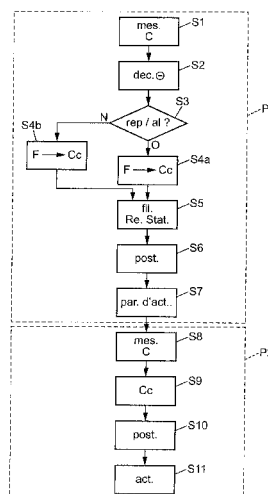
74 Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

54 TRAITEMENT DE DONNEES POUR L'IDENTIFICATION DE POSTURE.

57 L'invention se rapporte à un traitement de données  
traitement de données pour identifier une posture prise par  
une personne, comprenant des étapes :

- pour au moins une posture d'un ensemble de postures  
pouvant être prises par ladite personne, obtenir un en-  
semble de données statistiques spécifiques à ladite per-  
sonne et qui caractérisent des portions de signaux  
identifiées comme correspondant à ladite posture, lesdites  
portions de signaux étant obtenues à partir de signaux de  
mesure générés par un capteur de mouvement porté par la  
personne,

- utiliser lesdites données statistiques pour identifier, au  
moins une portion de signal, obtenue à partir d'un autre si-  
gnal de mesure généré par ledit capteur de mouvement por-  
té par la personne, correspondant à une posture dudit  
ensemble de postures.



FR 2 977 353 - A1



### Traitement de données pour l'identification de posture

La présente invention vise un traitement de données pour identifier une posture prise par une personne.

5 Des systèmes d'identification de posture sont notamment utilisés pour réaliser un suivi de l'activité d'une personne, par exemple dans le domaine de la santé. Un système d'identification d'activité comprend un dispositif de mesure destiné à être porté par la personne dont l'activité doit être suivie, le dispositif de mesure comprenant un capteur de mouvement, par exemple un capteur inertiel 3D.

10 Un procédé d'identification d'activité comprend une étape de réalisation de mesures de mouvement, à l'aide du capteur de mouvement, puis une étape de traitement des mesures de mouvement, pour identifier une activité de la personne. L'étape de traitement comprend généralement une opération de comparaison des mesures de mouvement avec des paramètres d'activité préalablement mémorisés, pour corrélérer une ou plusieurs posture(s) prises par la  
15 personne avec son activité.

Les paramètres d'activité peuvent être obtenus par la création d'une base de données générale visant à couvrir le plus grand nombre de configurations possibles. Un inconvénient est qu'une telle base de données est volumineuse, complexe à créer, et nécessite l'utilisation d'une mémoire de grande capacité.

20 Les paramètres d'activité peuvent en variante être obtenus par la mise en œuvre d'une phase d'apprentissage relative au couple capteur-personne. La phase d'apprentissage nécessite généralement que la personne exécute un certain nombre de scénarii prédéterminés. Un inconvénient est qu'une telle phase d'apprentissage est contraignante pour la personne.

25 En outre, l'étape de traitement est généralement spécifiquement adaptée à un type de capteur et/ou à une position particulière du capteur sur le corps de la personne suivie. En conséquence, les systèmes connus sont compliqués à mettre en œuvre et doivent être redéveloppés pour chaque application.

La présente invention vient améliorer la situation.

30 A cet effet, l'invention propose un procédé de traitement de données pour identifier une posture prise par une personne, comprenant des étapes :

- pour au moins une posture d'un ensemble de postures pouvant être prises par la personne, obtenir un ensemble de données statistiques spécifiques à la personne et qui caractérisent des portions de

signaux identifiées comme correspondant à la posture, les portions de signaux étant obtenues à partir de signaux de mesure générés par un capteur de mouvement porté par la personne,

- utiliser les données statistiques pour identifier, au moins une portion de signal, obtenue à partir d'un autre signal de mesure généré par le capteur de mouvement porté par la personne,
- 5 correspondant à une posture dudit ensemble de postures.

La présente invention peut ainsi permettre d'améliorer l'efficacité de la reconnaissance des postures.

Le procédé peut comprendre, au cours d'une phase d'apprentissage pendant laquelle sont générées lesdites données statistiques :

- 10 - recevoir un ensemble de signaux de mesure correspondant à des mesures de mouvement réalisées par un capteur de mouvement porté par la personne, selon trois axes d'un repère lié au capteur de mouvement,
  - pour chaque signal de mesure, convertir le signal de mesure en un signal de mesure corrigé défini dans un axe d'un repère d'un référentiel terrestre,
- 15 chacune desdites portions de signaux étant une portion d'un dit signal de mesure corrigé.

La mise en œuvre d'une identification et/ou d'un suivi d'activité peut ainsi être facilitée, notamment car la personne n'a pas à porter le capteur à une position spécifique, ni à réaliser des scénarii imposés pendant la phase d'apprentissage.

- 20 Un signal de mesure corrigé est obtenu par exemple en appliquant à un signal de mesure un facteur correcteur dépendant d'un angle de décalage entre un axe du repère lié au capteur de mouvement et un axe d'un repère d'un référentiel terrestre.

- 25 Par exemple, au cours de la phase d'apprentissage, pour au moins une posture d'un ensemble de postures pouvant être prises par la personne, on identifie dans les signaux de mesure corrigés des portions de signaux correspondant à la posture, et on compare les portions de signaux identifiées pour générer les données statistiques.

Le procédé peut comprendre une phase de fonctionnement comprenant une étape d'utilisation desdites données statistiques pour déterminer un découpage d'un signal de mesure corrigé en un ensemble de portions correspondant chacune à une posture.

- 30 Le procédé peut comprendre une étape pour déterminer, à partir du signal découpé, un ensemble de paramètres d'activité caractérisant des couples posture-activité de la personne, les paramètres d'activité étant utilisés pendant la phase de fonctionnement pour identifier l'activité de la personne.

L'ensemble de paramètres d'activité est par exemple déterminé en comparant le découpage avec des informations relatives à la personne.

L'étape de détermination des angles de décalage est réalisée par exemple en utilisant des filtres quaternions.

5 L'étape de détermination des angles de décalage peut comprendre une opération de comparaison des angles de décalage calculés pour déterminer si la position relative du capteur de mouvement par rapport à la personne est reproductible ou aléatoire.

10 Lorsque la position relative du capteur de mouvement par rapport à la personne est déterminée comme étant reproductible, un même facteur correcteur peut être appliqué sur chaque signal de mesure correspondant à des mesures de mouvement selon un axe du repère lié au capteur de mouvement.

Lorsque la position relative du capteur de mouvement par rapport à la personne est déterminée comme étant aléatoire, un facteur correcteur peut être calculé pour chaque signal de mesure.

15 La phase de fonctionnement peut comprendre une étape de comparaison du découpage obtenu avec les paramètres d'activité, pour déterminer si l'activité identifiée correspond à une activité attendue.

L'invention propose également un programme informatique comportant des instructions pour la mise en œuvre du procédé précité lorsque ce programme est exécuté par un processeur.

20 L'invention propose également un système d'identification de posture configuré pour :

- obtenir, pour au moins une posture d'un ensemble de postures pouvant être prises par une personne, un ensemble de données statistiques spécifiques à ladite personne et qui caractérisent des portions de signaux identifiées comme correspondant à ladite posture, lesdites portions de signaux étant obtenues à partir de signaux de mesure générés par un capteur de mouvement porté par la  
25 personne,

- utiliser lesdites données statistiques pour identifier, au moins une portion de signal, obtenue à partir d'un autre signal de mesure généré par ledit capteur de mouvement porté par la personne, correspondant à une posture dudit ensemble de postures.

30 Le système peut comporter un dispositif de mesure comprenant le capteur de mouvement configuré pour réaliser des mesures de mouvement selon les trois axes du repère lié au capteur de mouvement, le dispositif de mesure étant en outre configuré pour transmettre les signaux de mesure.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore à la lecture de la description qui va suivre. Celle-ci est purement illustrative et doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

- 5       - la Figure 1 est un schéma fonctionnel montrant un système d'identification d'activité selon un mode de réalisation de l'invention ;
- la Figure 2 est un organigramme illustrant les étapes d'un procédé d'identification d'activité selon un mode de réalisation de l'invention, cet organigramme pouvant représenter l'algorithme général du programme informatique au sens de l'invention ;
- 10      - la Figure 3 est un graphe représentant des signaux de mesure correspondant à des mesures de mouvement selon trois axes d'un repère ; et
- la Figure 4 est un graphe représentant un signal de mesure, et un ensemble de portions du signal de mesure correspondant chacune à une posture prise par la personne.

15       La figure 1 représente un système d'identification d'activité comprenant un dispositif de mesure 1 et un serveur 2.

      Le dispositif de mesure 1 comprend un capteur de mouvement 10, par exemple un capteur inertiel 3D comprenant, selon chacun des trois axes X, Y et Z d'un repère orthogonal R lié au dispositif de mesure 1, un accéléromètre, un magnétomètre et un gyroscope. Chacun de ces trois  
20      outils de mesure délivre trois séries de signaux de mesure correspondant chacune à un des trois axes X, Y et Z d'un repère orthogonal R lié au capteur de mouvement, et donc à l'outil de mesure considéré.

      Ce capteur de mouvement peut être un équipement spécifique, dédié à la mesure d'activité, ou faire partie d'un équipement plus complexe, présentant d'autres fonctionnalités, comme par  
25      exemple un téléphone mobile.

      Le dispositif de mesure 1 comprend en outre un module d'émission-réception 11 configuré pour permettre une communication de données entre le dispositif de mesure 1 et le serveur 2.

      Le serveur 2 comprend un module d'émission-réception 20 configuré pour permettre une communication de données entre le serveur 2 et le dispositif de mesure 1. Le serveur 2 comprend  
30      en outre une base de données 21, et un module de traitement 22, configuré pour identifier l'activité d'une personne, à partir de signaux de mesure provenant du dispositif 1, en utilisant des données mémorisées préalablement dans la base de données 21, comme décrit en détails ci-dessous.

La figure 2 représente les étapes d'un procédé d'identification d'activité d'une personne, selon un mode de réalisation de l'invention. Le procédé comprend une phase d'apprentissage P1 et une phase de fonctionnement P2.

5 La phase d'apprentissage P1 permet de déterminer des paramètres d'activité caractérisant, pour la personne portant le dispositif de mesure 1, des couples posture-activité. La phase d'apprentissage P1 comprend des étapes S1 à S7.

10 A l'étape S1, le capteur 10 réalise un ensemble de mesures de mouvement et fournit un ensemble de signaux de mesure C correspondant aux mesures de mouvement. Pendant l'étape S1, la personne porte le dispositif de mesure 1 sans contrainte particulière. En particulier, la personne peut choisir de porter le dispositif 1 dans une poche, à la ceinture, au niveau du torse, au niveau de la hanche, ou autre. De plus, la personne n'a pas à réaliser des scénarii prédéterminés mais peut au contraire effectuer ses activités habituelles.

15 Les signaux de mesure C comprennent au moins un signal de mesure  $C_X$  correspondant à des mesures de mouvement selon l'axe X, un signal de mesure  $C_Y$  correspondant à des mesures de mouvement selon l'axe Y, et un signal de mesure  $C_Z$  correspondant à des mesures de mouvement selon l'axe Z. Par exemple, chaque signal de mesure C correspond à un intervalle de temps d'enregistrement d'une journée.

Les mesures peuvent être réalisées à une fréquence d'échantillonnage fixe, voire variable si le capteur embarque un module de gestion adapté.

20 La figure 3 représente un signal de mesure  $C_{X1}$  correspondant à des mesures de mouvement selon l'axe X, un signal de mesure  $C_{Y1}$  correspondant à des mesures de mouvement selon l'axe Y et un signal de mesure  $C_{Z1}$  correspondant à des mesures de mouvement selon l'axe Z. Les trois signaux de mesure  $C_{X1}$ ,  $C_{Y1}$ ,  $C_{Z1}$  proviennent respectivement des trois accéléromètres du capteur 10, et forment un actigramme.

25 L'étape S1 est répétée sur plusieurs intervalles de temps d'enregistrement, par exemple sur quinze intervalles de temps correspondant chacun à une journée. Chaque actigramme comprend trois signaux de mesure  $C_{Xi}$ ,  $C_{Yi}$ ,  $C_{Zi}$  correspondant à un même intervalle de temps.

30 Les actigrammes sont transmis au serveur 1. La transmission peut être réalisée en temps réel. En variante, le dispositif 1 peut comporter une mémoire tampon et transmettre périodiquement des données relatives aux signaux de mesure  $C_{Xi}$ ,  $C_{Yi}$ ,  $C_{Zi}$ .

On appelle axes X', Y' et Z' trois axes formant un repère orthogonal dans le référentiel terrestre. Par exemple les axes X' et Y' sont parallèles au sol et l'axe Z' est vertical.

A l'étape S2, le serveur 1 détermine, pour chaque signal de mesure  $C_{Xi}$  correspondant à des mesures de mouvement selon l'axe X, un angle de décalage  $\Theta(X)_i$  entre l'axe X et l'axe X'. De

manière similaire, le serveur 1 détermine, pour chaque signal de mesure  $C_{Yi}$  correspondant à des mesures de mouvement selon l'axe Y, un angle de décalage  $\Theta(Y)_i$  entre l'axe Y et l'axe Y', et, pour chaque signal de mesure  $C_{Zi}$  correspondant à des mesures de mouvement selon l'axe Z, un angle de décalage  $\Theta(Z)_i$  entre l'axe Z et l'axe Z'.

5 L'étape S2 permet de déterminer une position relative du capteur 10, donc du dispositif de mesure 1, par rapport à la personne, c'est-à-dire de déterminer la manière dont la personne porte le dispositif de mesure 1.

L'étape S2 est par exemple réalisée en utilisant des filtres quaternions. De tels filtres sont notamment décrits dans la thèse de Hassen Fourati : « Contribution à l'estimation d'attitude chez l'animal ou l'homme par fusion de données inertielles et magnétiques : de la reconstitution de la posture vers la navigation à l'estime : une application au Bio-logging ».

Ces filtres quaternions sont appliqués aux signaux de mesures brutes obtenues par un outil de mesures et permettent de déterminer le décalage existant par rapport à un référentiel terrestre fixe, dans la mesure où l'accélération mesurée selon l'axe vertical terrestre correspond à la l'accélération due à la pesanteur terrestre dont l'amplitude est connue.

A l'étape S3, le serveur 1 compare entre eux les angles de décalage  $\Theta(X)_i$  calculés pour les différents signaux de mesure  $C_{Xi}$ . De même, le serveur 1 compare entre eux les angles de décalage  $\Theta(Y)_i$ , et compare entre eux les angles de décalage  $\Theta(Z)_i$ .

L'étape S3 permet de déterminer si la position relative du dispositif 1 est reproductible ou aléatoire, c'est-à-dire si la personne a l'habitude de porter le dispositif de mesure 1 toujours de la même manière ou au contraire de manière aléatoire.

Si la position relative du dispositif de mesure 1 est déterminée comme étant reproductible, le procédé passe à l'étape S4a, sinon le procédé passe à l'étape S4b.

A l'étape S4a, le serveur 1 détermine, pour chaque signal de mesure C, un signal de mesure corrigé  $C_C$ . L'étape S4a comprend une opération de calcul d'un facteur correcteur  $F_X$  selon l'axe X en fonction d'un décalage angulaire moyen entre l'axe X et l'axe X', une opération de calcul d'un facteur correcteur  $F_Y$  selon l'axe Y en fonction d'un décalage angulaire moyen entre l'axe Y et l'axe Y', et une opération de calcul d'un facteur correcteur  $F_Z$  selon l'axe Z en fonction d'un décalage angulaire moyen entre l'axe Z et l'axe Z'.

Un décalage angulaire moyen peut être déterminé en calculant la moyenne des angles de décalage  $\Theta(X)_i$  (respectivement  $\Theta(Y)_i$ ,  $\Theta(Z)_i$ ). Le facteur correcteur  $F_X$  (respectivement  $F_Y$ ,  $F_Z$ ) est ensuite appliqué sur chaque signal de mesure  $C_{Xi}$  (respectivement  $C_{Yi}$ ,  $C_{Zi}$ ) pour obtenir des signaux de mesure corrigés  $C_{C, Xi}$  (respectivement  $C_{C, Yi}$ ,  $C_{C, Zi}$ ).

A l'étape S4b, le serveur 1 détermine, pour chaque signal de mesure  $C$ , un signal de mesure corrigé  $C_C$ . L'étape S4b comprend, pour chaque signal de mesure  $C_{X_i}$ , (respectivement  $C_{Y_i}$ ,  $C_{Z_i}$ ), une opération de calcul d'un facteur correcteur  $F_{X_i}$  (respectivement  $F_{Y_i}$ ,  $F_{Z_i}$ ) en fonction de l'angle de décalage  $\Theta(X)_i$  (respectivement  $\Theta(Y)_i$ ,  $\Theta(Z)_i$ ) correspondant. Un facteur correcteur adapté est ainsi appliqué sur chaque signal de mesure pour obtenir un signal de mesure corrigé  $C_{C, X_i}$  (respectivement  $C_{C, Y_i}$ ,  $C_{C, Z_i}$ ).

La position relative du capteur 10 influe sur les signaux de mesure  $C$ . Les étapes S4a et S4b permettent de corriger les signaux de mesure  $C$  reçus en fonction de cette position relative, ce qui permet d'obtenir des signaux de mesure corrigés homogènes malgré les éventuels changements de position du capteur 10. Ainsi, les mesures de mouvement peuvent être exploitées même si la personne change son dispositif de mesure 1 de position entre deux enregistrements.

A l'étape S5, le serveur 1 filtre chaque signal de mesure corrigé  $C_C$  pour isoler des portions du signal de mesure déterminables comme correspondant respectivement à des postures particulières de la personne.

L'activité d'une personne peut être associée à un ensemble de postures. Par exemple, lors d'un suivi d'activité en intérieur, cinq postures permettent de couvrir environ 95% du spectre de l'activité enregistrée d'une personne. Ces cinq postures comprennent deux postures dynamiques (marche et transferts d'une posture à une autre) et trois postures statiques (debout, assis, couché). Pour des activités extérieures, des postures supplémentaires peuvent être ajoutées, par exemple la course, le vélo, les transports, etc.

L'étape S5 comprend par exemple une opération de mise en œuvre d'une transformée de Fourier rapide pour détecter une ou plusieurs postures dynamiques. Par exemple, une portion du signal de mesure corrigé  $C_C$  comprenant un grand nombre de variations peut être déterminée comme correspondant à de la marche.

L'étape S5 peut en outre comprendre une opération d'utilisation de différents outils d'analyse qui sont utilisés pour analyser les signaux de mesures règles afin de détecter dans ces signaux des portions correspondant à une posture.

Cette phase repose à la fois sur une analyse fréquentielle et temporelle des signaux de mesure. Pour l'analyse fréquentielle, une transformée en fréquence de type transformée de Fourier est appropriée pour la génération d'un spectre en fréquence.

Lorsque les signaux de mesure ont été corrigés et sont définis dans un référentiel terrestre, on analyse séparément les signaux de mesures selon l'axe vertical ( $z$ ) de ce référentiel et les signaux selon l'axe  $x$  ou  $y$  parallèle au sol.

Par exemple, une portion du signal de mesure corrigé  $C_C$  présentant peu de variations et une valeur moyenne nulle peut être déterminée comme correspondant à une position couchée de la personne. Une portion du signal de mesure corrigé  $C_C$  présentant peu de variations, et une valeur moyenne sensiblement égale à la valeur moyenne d'une portion déterminée comme correspondant à de la marche, peut être déterminée comme correspondant au fait que la personne est debout.

En pratique, il est procédé, dans un premier temps, à une analyse du spectre en fréquence de l'intégralité de chaque signal de mesure pour en extraire les fréquences caractéristiques dominantes : de manière connue, ces fréquences correspondent aux pics de plus forte amplitude dans le spectre en fréquence.

Pour les axes x et y, il apparaît qu'une fréquence particulière, dite fréquence de référence, est la fréquence dominante dans ce spectre en fréquence. Cette fréquence de référence caractérise les portions de signaux correspondant à la marche.

Dans un deuxième temps, on analyse chaque signal de mesure, portion par portion, et on génère pour chaque portion :

- d'une part, le spectre en fréquence de la portion, dont on extrait la ou les fréquences dominantes ;
- d'autre part, à partir de la portion de signal dans le domaine temporel, la valeur moyenne du signal et l'amplitude crête à crête du signal.

En outre, lorsqu'il s'agit d'un signal mesuré par un accéléromètre, la valeur du signal sur l'axe z dans la marche, la posture debout ou assise correspond au champ de pesanteur terrestre à la surface de la terre, le champ de pesanteur vaut approximativement  $9,81 \text{ m.s}^{-2}$ .

Pour distinguer les postures les unes des autres on applique des règles d'identification de posture basées sur plusieurs grandeurs physiques.

Pour détecter qu'une portion de signal correspond à la marche, on s'intéresse aux grandeurs physiques suivantes:

- à la fréquence dominante sur chaque axe x, y et z, qui correspond à la fréquence de référence identifiée dans le spectre du signal complet selon ces mêmes axes;
- à l'amplitude crête à crête des oscillations du signal sur l'axe x ou y ;
- à la valeur moyenne du signal sur l'axe x ou y ;
- à la valeur de l'accélération selon l'axe z, égale à celle de la pesanteur.

Un signal correspondant à la posture debout est un signal de valeur sensiblement constante, oscillant autour d'une valeur moyenne, mais nettement plus faiblement que dans la marche. Ainsi,

pour détecter qu'une portion de signal correspond à la posture debout, on s'intéresse aux grandeurs physiques suivantes:

- à la fréquence dominante sur chaque axe x, y et z : cette fréquence est nettement plus basse en moyenne que celle déterminée pour la marche;
- 5 - à l'amplitude crête à crête des oscillations du signal sur l'axe x ou y : cette amplitude est nettement plus basse en moyenne que celle déterminée pour la marche ;
- à la valeur moyenne du signal sur l'axe x ou y : cette valeur moyenne est sensiblement égale à la valeur moyenne déterminée pour la marche, et ce, même si pour la marche le signal présente des oscillations de plus grande amplitude et de plus grande fréquence ;
- 10 - à la valeur de l'accélération selon l'axe z, égale à celle de la pesanteur, comme dans la marche.

Un signal correspondant à la posture assise est un signal de valeur sensiblement constante, oscillant à peine autour d'une valeur moyenne, encore plus faiblement que dans le cas de la marche. Ainsi, pour détecter qu'une portion de signal correspond à la posture debout, on s'intéresse aux

15 grandeurs physiques suivantes:

- à la fréquence dominante sur chaque axe x, y et z: cette fréquence est très basse, nulle ou proche de zéro;
- à l'amplitude crête à crête des oscillations du signal sur l'axe x ou y : cette amplitude est plus basse en moyenne que celle déterminée pour la marche ou pour la station debout ;
- 20 - à la valeur moyenne du signal sur l'axe x ou y : cette valeur moyenne est différente de la valeur moyenne déterminée pour la marche ou de celle déterminée pour la posture debout ;
- à la valeur de l'accélération selon l'axe z, égale à celle de la pesanteur, comme dans la marche ou de la posture debout.

25 Dans la posture couchée, aucune accélération n'est détectée sur l'axe z. Le signal de mesure selon l'axe x ou y oscillant faiblement. On peut aussi détecter des variations d'amplitudes (accélérations) selon l'axe x ou y correspondant à la pesanteur terrestre lorsque la personne roule ou bouge tout en restant couchée. Ainsi, pour détecter qu'une portion de signal correspond à la posture debout, on s'intéresse aux mêmes grandeurs physiques que pour la posture assise, avec une différence toutefois pour l'accélération selon l'axe z. On s'intéresse ainsi aux grandeurs physiques

30 suivantes:

- à la fréquence dominante sur chaque axe x, y et z: cette fréquence est très basse, nulle ou proche de zéro;

- à l'amplitude crête à crête des oscillations du signal sur l'axe x ou y : cette amplitude est plus basse en moyenne que celle déterminée pour la marche ou pour la station debout ou assise;
- à la valeur moyenne du signal sur l'axe x ou y : cette valeur moyenne est différente de la valeur moyenne déterminée pour la marche ou de celle déterminée pour la posture debout ou assise ;
- à la valeur de l'accélération selon l'axe z, égale à zéro.

En complément de ces règles d'identification de posture qui viennent d'être décrites, on utilise des règles logiques, pour vérifier la cohérence des détections effectuées au moyen des outils d'analyse décrits ci-dessus. Cette opération consiste à vérifier que, pour une succession de portions consécutives de signaux de mesures, l'enchaînement de postures trouvé est un enchaînement possible. En effet, une personne ne passe de la posture « couchée » à la marche qu'en passant par la posture « assise », puis la posture debout « debout », et ce, même si ces postures intermédiaires sont prises de manière fugace.

Les seuls enchaînements de postures possibles (hors accident ou situation dans laquelle la personne tombe) sont définis dans le tableau ci-dessous, qui donne pour une posture de départ, la ou les postures d'arrivée possibles : les cases marquées d'une valeur « 1 » indiquant un posture d'arrivée possible, les cases marquées d'un « 0 » indiquant une posture d'arrivée impossible.

Posture d'arrivée ↙ Posture de Départ	coucher	assis	debout	marcher
coucher	1	1	0	0
assis	1	1	1	0
debout	0	1	1	1
marcher	0	0	1	1

En corrélant cette règle d'enchaînement de posture avec les analyses effectuées on arrive à identifier une posture pour la plupart des portions de signal. Lors de cette analyse, il est toutefois possible qu'aucune posture ne puisse être trouvée pour certaines portions de signaux sans que cela ait un impact pour la détection d'activité.

L'étape S5 comprend en outre, pour chaque posture parmi celles à identifier, une opération de détermination d'un ensemble de données statistiques caractéristiques d'une portion de signal correspondant à cette posture, pour l'ensemble capteur-position-personne. Cette opération est réalisée en comparant des portions des signaux de mesure corrigés  $C_C$  qui ont été associées à une même posture. Ces données statistiques sont par exemple la valeur moyenne et/ou l'écart type d'une grandeur physique, pertinente pour l'identification de la posture considérée.

Pour la marche, on génère des données statistiques (valeur moyenne et écart type) sur la fréquence dominante, l'amplitude crête à crête des oscillations et la valeur moyenne du signal. L'accélération mesurée selon l'axe z étant égale à la pesanteur terrestre, aucune statistique n'est utile pour cette grandeur physique.

Pour les postures debout, assise ou couchée, on génère des données statistiques (valeur moyenne et écart type) pour l'amplitude crête à crête des oscillations et la valeur moyenne du signal.

A l'étape S6, le serveur 1 utilise les données statistiques pour déterminer, pour chaque signal de mesure corrigé  $C_C$ , un découpage du signal de mesure corrigé  $C_C$  en un ensemble de portions correspondant chacune à une posture. Le résultat du découpage est appelé posturogramme.

A titre d'exemple, la figure 4 représente un signal de mesure corrigé  $C_C$  et un posturogramme correspondant. Le posturogramme comporte des portions  $P_{C1}$ ,  $P_{C2}$ , et  $P_{C3}$  qui correspondent à une position couchée de la personne, des portions  $P_{A1}$ ,  $P_{A2}$ ,  $P_{A3}$ ,  $P_{A4}$ , et  $P_{A5}$  qui correspondent à une position assise de la personne, et des portions  $P_{M1}$ ,  $P_{M2}$ ,  $P_{M3}$ ,  $P_{M4}$ ,  $P_{M5}$ , et  $P_{M6}$  qui correspondent à de la marche.

A l'étape S7, le serveur 1 compare les posturogrammes déterminés à l'étape S6 avec des informations fournies préalablement par la personne, pour déterminer un ensemble de paramètres d'activité caractéristiques de la personne. L'étape S7 est une étape de corrélation entre les postures détectées et l'activité correspondante.

Les informations qui doivent être fournies par la personne dépendent des activités que l'on souhaite identifier. Dans le domaine de la santé, ces activités peuvent comprendre, par exemple, s'alimenter, aller aux toilettes, faire sa toilette, s'habiller, se déplacer, etc. Ces activités sont issues de grilles normalisées, nommées les ADL (Activity of Daily Live) et sont utilisées pour l'évaluation de l'autonomie d'une personne. Les informations fournies peuvent notamment comprendre des informations relatives à des horaires habituellement associés avec les activités prédéfinies, par exemple une heure habituelle de lever, une heure habituelle de coucher, des heures de repas, etc.

L'étape S7 permet ainsi d'associer de manière probabiliste des postures à des activités. Par exemple, ce n'est pas parce qu'une personne est assise tous les matins après le lever qu'elle a

déjeuné, mais il y a une forte probabilité qu'elle l'ait fait si cela correspond aux informations qu'elle a fournies.

Les facteurs de correction  $F$ , les données statistiques et les paramètres d'activité sont mémorisés dans la base de données 21. Ces données sont spécifiques à la personne et permettent  
5 donc de réaliser un suivi d'activité de la personne plus fiable et plus efficace lors de la phase de fonctionnement. Elles servent de données de référence pour la mise en œuvre de la phase de fonctionnement.

La phase de fonctionnement P2 comprend des étapes S8 à S11.

A l'étape S8, le capteur 10 réalise un ensemble de mesures de mouvement et fournit un  
10 ensemble de signaux de mesure  $C$  correspondant aux mesures de mouvement. Pendant l'étape S8, la personne porte le dispositif de mesure 1 sans contrainte particulière.

Les signaux de mesure  $C$  comprennent au moins un signal de mesure  $C_X$  correspondant à  
15 des mesures de mouvement selon l'axe  $X$ , un signal de mesure  $C_Y$  correspondant à des mesures de mouvement selon l'axe  $Y$  et un signal de mesure  $C_Z$  correspondant à des mesures de mouvement selon l'axe  $Z$ .

Les signaux de mesure  $C$  sont transmis au serveur 1. La transmission peut être réalisée en temps réel. En variante, le dispositif 1 peut comporter une mémoire tampon et transmettre périodiquement des données relatives aux signaux de mesure.

A l'étape S9, le serveur 1 détermine, pour chaque signal de mesure  $C$ , un signal de mesure  
20 corrigé  $C_C$ .

Lorsque la position relative du dispositif de mesure 1 a été déterminée comme étant reproductible lors de la phase d'apprentissage, le facteur correcteur  $F$  appliqué peut être celui calculé lors de la phase d'apprentissage P1, c'est-à-dire le facteur correcteur  $F_X$  (respectivement  $F_Y$ ,  
25  $F_Z$ ).

Lorsque la position relative du dispositif de mesure 1 a été déterminée comme étant aléatoire lors de la phase d'apprentissage, l'étape S9 comprend, pour chaque signal de mesure  $C$ , une opération de calcul d'un angle de décalage  $\Theta$ , et une opération de calcul d'un facteur correcteur  $F$  à partir de l'angle de décalage  $\Theta$ . Le facteur correcteur  $F$  est ensuite appliqué sur le signal de mesure  $C$  correspondant pour obtenir le signal de mesure corrigé  $C_C$ .

A l'étape S10, le serveur 1 utilise les données statistiques déterminées lors de la phase  
30 d'apprentissage P1 pour découper chaque signal de mesure corrigé  $C_C$  en un ensemble de portions correspondant chacune à une posture, c'est-à-dire pour déterminer un posturogramme correspondant au signal  $C_C$ .

Dans ce but, le serveur 1 identifie des portions de signaux identifiés comme correspondant à une posture par application des mêmes outils d'analyse et des mêmes règles logiques que dans la phase d'apprentissage. Puis il génère pour ces portions de signal des données statistiques.

5 Enfin, le serveur 1 compare les données statistiques obtenues pendant la phase d'apprentissage avec les données statistiques obtenues pendant la phase de fonctionnement.

Cette comparaison permet d'améliorer l'efficacité de la reconnaissance des postures : elle permet de confirmer ou d'infirmer que la détection de posture par les outils d'analyse et règles logiques est correcte. Elle permet également de faire détecter une évolution progressive dans le temps d'au moins une donnée statistique associée à une posture. Dans une telle situation cas, on met à jour les données statistiques de référence mémorisées dans la base de données 21.

Par exemple, si la personne surveillée a du mal à marcher et a tendance à tomber sur le côté droit, l'amplitude des oscillations détectées pendant la marche va, dans le repère terrestre, changer de valeur moyenne selon un axe au moins horizontal au moins (x et/ou y) et augmenter d'amplitude selon l'axe vertical.

15 A l'étape S11, le serveur 1 compare les posturogrammes déterminés à l'étape S10 avec les paramètres d'activité mémorisés dans la base de données 21, pour déterminer si les activités identifiées correspondent aux activités attendues. Par exemple, le serveur 1 peut quantifier, pour chaque activité identifiée, un écart existant par rapport à une activité attendue correspondante (écart d'horaire, de durée, etc.), afin de déterminer un indice d'activité de la personne.

20 Le procédé d'identification d'activité permet ainsi d'identifier automatiquement l'activité d'une personne et de réaliser un suivi d'activité d'une personne à partir de n'importe quel type de capteur inertiel, dédié ou embarqué sur un autre appareil (par exemple un téléphone ou un Smartphone), quelque soit la manière dont la personne porte le capteur 10, et quelque soient les postures de la personne et la manière dont elle les réalise.

25 Le procédé d'identification peut être utilisé dans le domaine de la santé, par exemple pour le suivi d'activité de personnes à leur domicile dans le cadre du MAD (Maintien à Domicile). Le procédé peut également être utilisé dans d'autres domaines, par exemple dans le domaine professionnel pour réaliser un suivi d'activité d'une personne en déplacement, en véhicule, à pied, ou en vélo, ou pour le suivi d'un employé en poste de travail isolé, ou pour le suivi dans des installations industrielles ou commerciale lorsque l'on doit connaître le couple déplacement-direction, etc. Le procédé d'identification peut également être utilisé dans le domaine sportif pour suivre l'évolution de l'activité d'un athlète.

30 La durée de la phase d'apprentissage, le type de postures détectées, le type d'activités suivies, etc. peuvent être adaptés en fonction de l'application.

Bien entendu, la présente invention ne se limite pas aux formes de réalisation décrites ci-avant à titre d'exemples ; elle s'étend à d'autres variantes. Par exemple, le procédé d'identification d'activité peut être mis en œuvre directement dans le dispositif de mesure.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de traitement de données pour identifier une posture prise par une personne, comprenant des étapes :

5

- pour au moins une posture d'un ensemble de postures pouvant être prises par ladite personne, obtenir un ensemble de données statistiques spécifiques à ladite personne et qui caractérisent des portions de signaux identifiées comme correspondant à ladite posture, lesdites portions de signaux étant obtenues à partir de signaux de mesure générés par un capteur de mouvement (10) porté par la

10

personne,

- utiliser lesdites données statistiques pour identifier, au moins une portion de signal, obtenue à partir d'un autre signal de mesure généré par ledit capteur de mouvement (10) porté par la personne, correspondant à une posture dudit ensemble de postures.

15

2. Procédé selon la revendication 1, comprenant, au cours d'une phase d'apprentissage pendant laquelle sont générées lesdites données statistiques :

- recevoir un ensemble de signaux de mesure (C) correspondant à des mesures de mouvement réalisées par un capteur de mouvement (10) porté par la personne, selon trois axes d'un repère lié au capteur de mouvement ,

20

- pour chaque signal de mesure, convertir le signal de mesure en un signal de mesure corrigé ( $C_C$ ) défini dans un axe d'un repère d'un référentiel terrestre, chacune desdites portions de signaux étant une portion d'un dit signal de mesure corrigé.

25

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel un dit signal de mesure corrigé est obtenu en appliquant à un signal de mesure un facteur correcteur (F) dépendant d'un angle de décalage entre un axe du repère lié au capteur de mouvement et un axe d'un repère d'un référentiel terrestre.

30

4. Procédé selon la revendication 2, dans lequel, au cours de ladite phase d'apprentissage, pour au moins une posture d'un ensemble de postures pouvant être prises par la personne, on identifie dans les signaux de mesure corrigés des

portions de signaux correspondant à ladite posture, et on compare les portions de signaux identifiées pour générer lesdites données statistiques.

- 5 5. Procédé selon la revendication 2, comprenant une phase de fonctionnement comprenant une étape d'utilisation desdites données statistiques pour déterminer un découpage d'un signal de mesure corrigé ( $C_C$ ) en un ensemble de portions correspondant chacune à une posture.
- 10 6. Procédé selon la revendication 5, comprenant une étape pour déterminer, à partir du signal découpé, un ensemble de paramètres d'activité caractérisant des couples posture-activité de la personne, lesdits paramètres d'activité étant utilisés pendant la phase de fonctionnement pour identifier l'activité de la personne.
- 15 7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'ensemble de paramètres d'activité est déterminé en comparant ledit découpage avec des informations relatives à la personne.
- 20 8. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'étape de détermination des angles de décalage est réalisée en utilisant des filtres quaternions.
- 25 9. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'étape de détermination des angles de décalage comprend une opération de comparaison des angles de décalage ( $\Theta$ ) calculés pour déterminer si la position relative du capteur de mouvement (10) par rapport à la personne est reproductible ou aléatoire.
- 30 10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que, lorsque la position relative du capteur de mouvement (10) par rapport à la personne est déterminée comme étant reproductible, un même facteur correcteur (F) est appliqué sur chaque signal de mesure (C) correspondant à des mesures de mouvement selon un axe du repère lié au capteur de mouvement.

11. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que, lorsque la position relative du capteur de mouvement (10) par rapport à la personne est déterminée comme étant aléatoire, un facteur correcteur (F) est calculé pour chaque signal de mesure.
- 5 12. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que la phase de fonctionnement comprend une étape de comparaison du découpage obtenu avec lesdits paramètres d'activité, pour déterminer si l'activité identifiée correspond à une activité attendue.
- 10 13. Programme informatique comportant des instructions pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 1 lorsque ce programme est exécuté par un processeur.
14. Système d'identification de posture configuré pour :
- 15 - obtenir, pour au moins une posture d'un ensemble de postures pouvant être prises par une personne, un ensemble de données statistiques spécifiques à ladite personne et qui caractérisent des portions de signaux identifiées comme correspondant à ladite posture, lesdites portions de signaux étant obtenues à partir de signaux de mesure générés par un capteur de mouvement (10) porté par la personne,
- 20 - utiliser lesdites données statistiques pour identifier, au moins une portion de signal, obtenue à partir d'un autre signal de mesure généré par ledit capteur de mouvement (10) porté par la personne, correspondant à une posture dudit ensemble de postures.
- 25 15. Système selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de mesure (1) comprenant le capteur de mouvement (10) configuré pour réaliser des mesures de mouvement selon les trois axes du repère lié au capteur de mouvement, le dispositif de mesure étant en outre configuré pour transmettre les signaux de mesure.

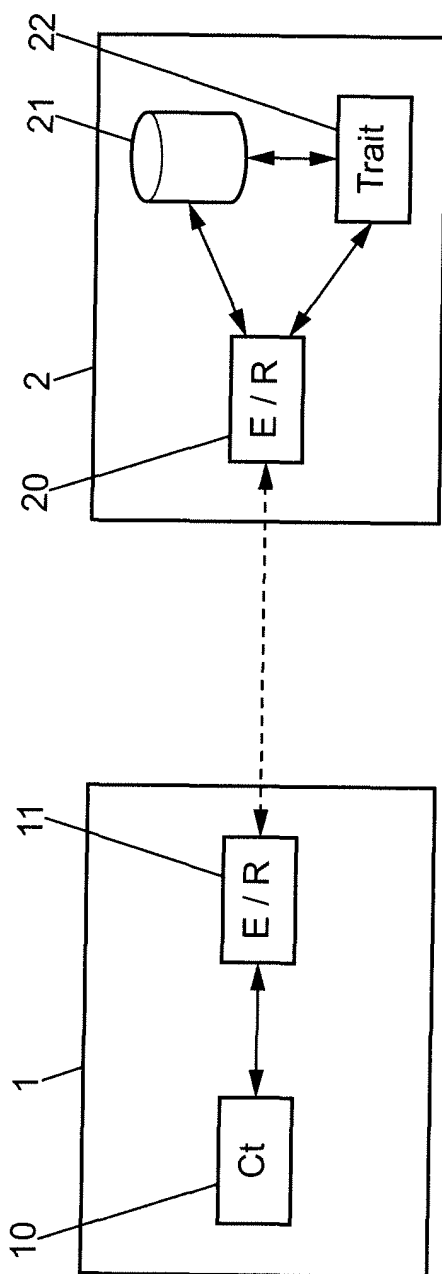
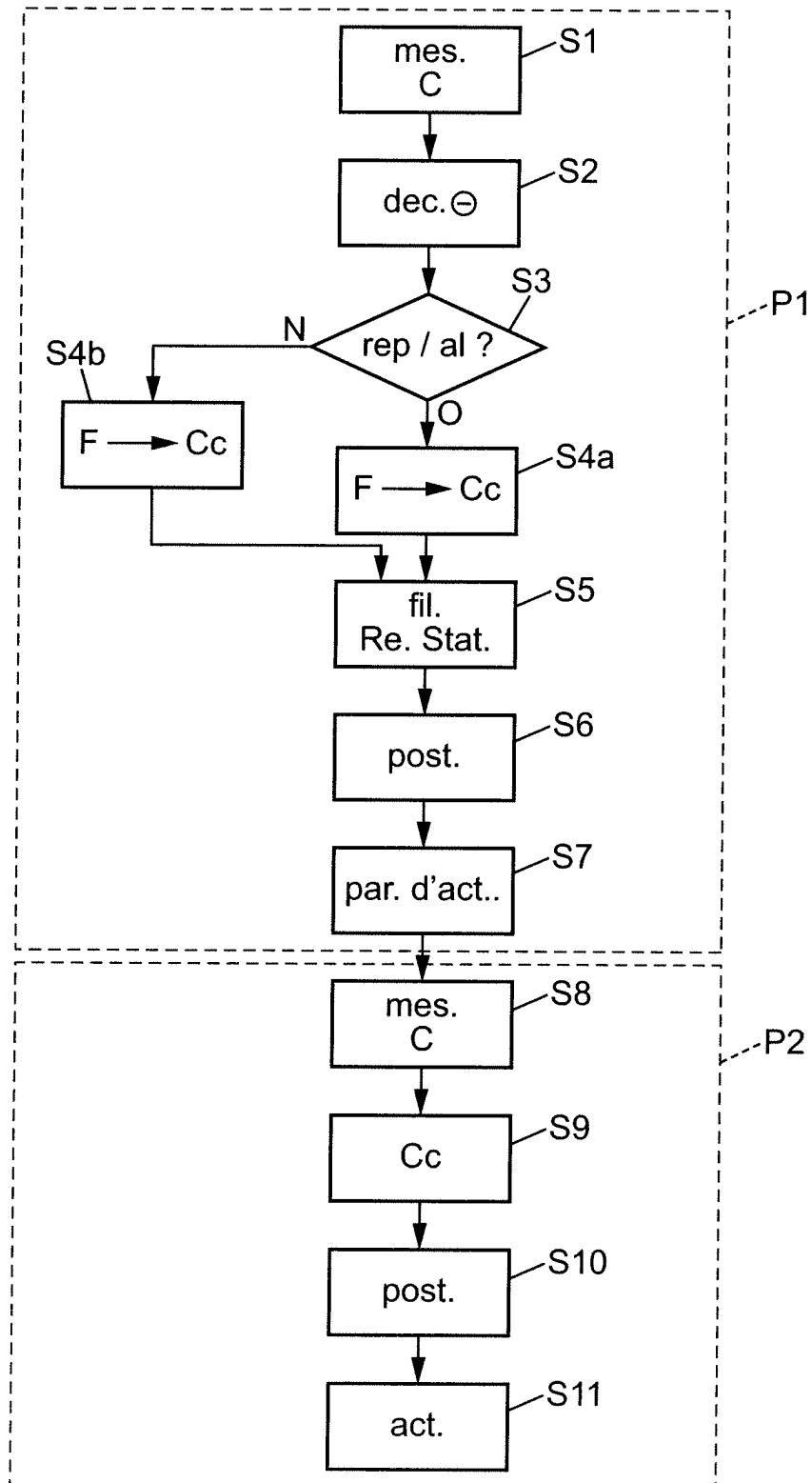


FIG. 1

2/4



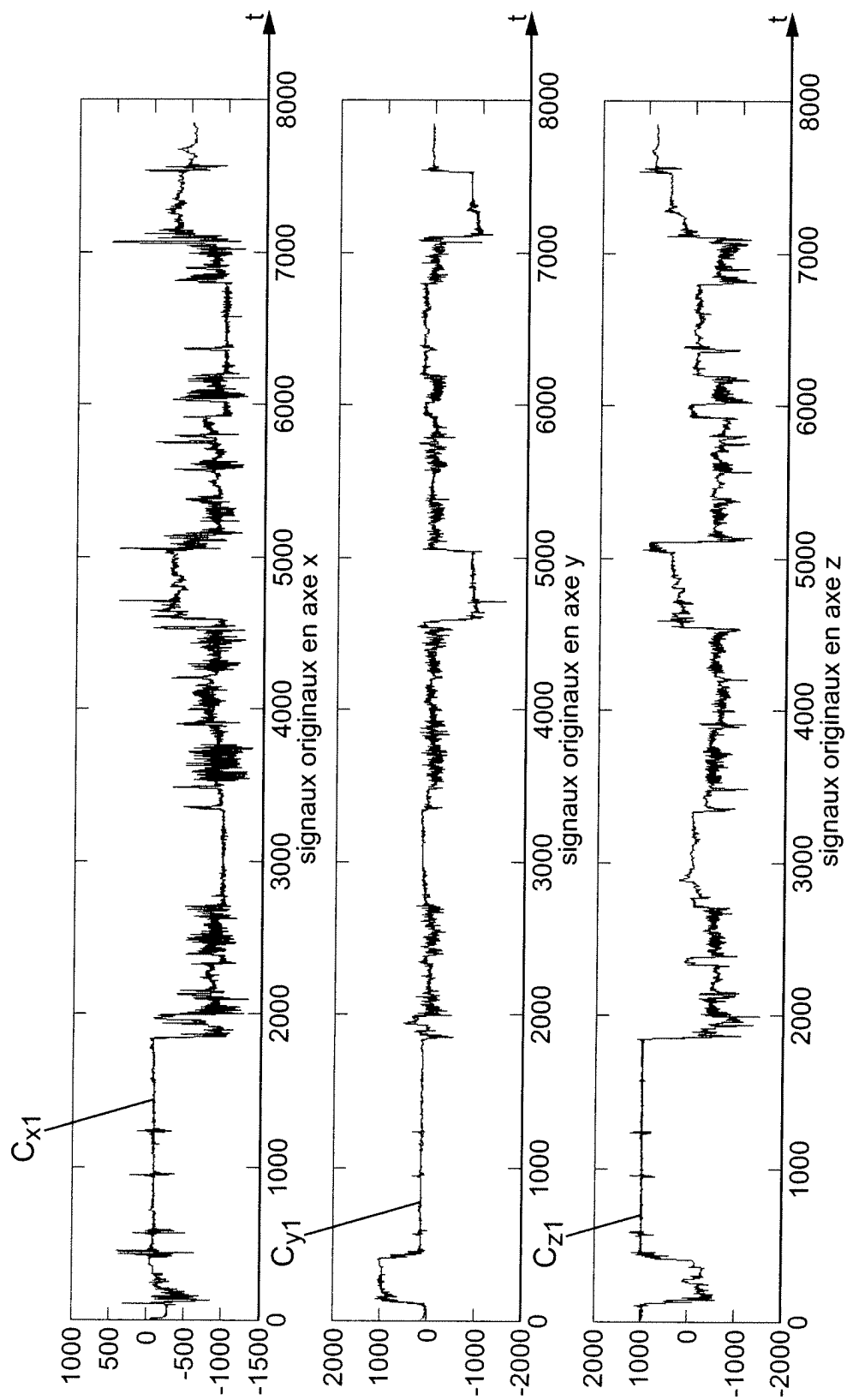


FIG. 3

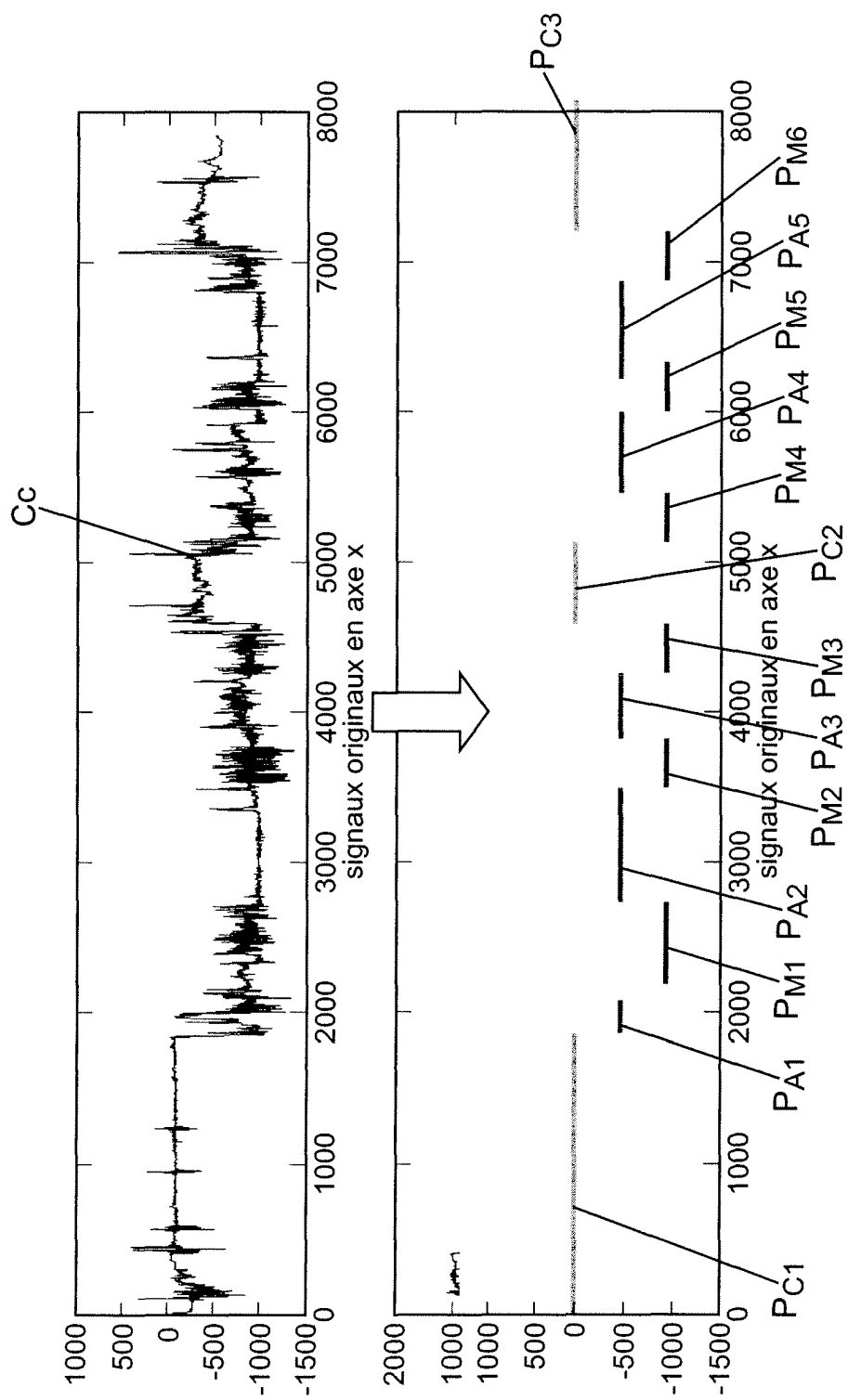


FIG. 4



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

FA 752997  
FR 1155842

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2010/069795 A1 (KANG CHIA HAO [TW] ET AL) 18 mars 2010 (2010-03-18) * abrégé * * alinéas [0015] - [0017], [0028] - [0032]; figures 1-3 *	1-4,8-15	G06Q50/00 G06F7/00 G01R33/02 G01C19/00
X	EP 2 018 825 A1 (ECOLE POLYTECH [CH]) 28 janvier 2009 (2009-01-28) * abrégé * * alinéas [0009], [0016] - [0043]; figures 1-7 *	1-3,5-15	
X	PARASCHIV-IONESCU A ET AL: "Ambulatory system for the quantitative and qualitative analysis of gait and posture in chronic pain patients treated with spinal cord stimulation", GAIT & POSTURE, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, vol. 20, no. 2, 1 octobre 2004 (2004-10-01), pages 113-125, XP004641647, ISSN: 0966-6362, DOI: 10.1016/J.GAITPOST.2003.07.005	1,13-15	
A	* le document en entier *	2-12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) A61B
X	US 2007/249968 A1 (MIESEL KEITH A [US] ET AL) 25 octobre 2007 (2007-10-25)	1,13-15	
A	* le document en entier *	2-12	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
7 février 2012		Juárez Colera, M	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		.....	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1155842 FA 752997**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **07-02-2012**

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

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2010069795 A1	18-03-2010	JP 2010069282 A TW 201012436 A US 2010069795 A1	02-04-2010 01-04-2010 18-03-2010
EP 2018825 A1	28-01-2009	AUCUN	
US 2007249968 A1	25-10-2007	US 2007249968 A1 US 2010305665 A1	25-10-2007 02-12-2010