



SPF ECONOMIE, P.M.E.,
CLASSES MOYENNES & ENERGIE

NUMERO DE PUBLICATION : 1014144A3
NUMERO DE DEPOT : 2001/0290
Classif. Internat. : G01P
Date de délivrance le : 06 Mai 2003

Le Ministre de l'Economie,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;
Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;
Vu le procès verbal dressé le 27 Avril 2001 à 14H25 à l'Office de la Propriété Intellectuelle

ARRETE:

ARTICLE 1.- Il est délivré à : VISEE Christian
avenue Général Lemah 35, B-7022 HYON(BELGIQUE)

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : METHODE ET DISPOSITIF POUR EVALUER UN PARAMETRE D'UN OBJET EN MOUVEMENT.

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Bruxelles, le 06 Mai 2003
PAR DELEGATION SPECIALE :

L. WUYTS
CONSEILLER

Méthode et dispositif pour évaluer un paramètre d'un objet en mouvement.

5

La présente invention a pour objet une méthode et un dispositif pour évaluer un paramètre relatif au déplacement d'un objet à partir d'images.

10 On connaît par le document US 4,495,589 une méthode de détermination de la vitesse d'un avion, dans lequel on prend au temps t_1 une photo aérienne du sol et au temps t_2 une deuxième photo aérienne, dans lequel on recherche la zone de la photo prise au temps t_2 qui correspond à une zone de la photo prise au temps t_1 . Sur base de ces photos, on détermine la distance de glissement de la photo prise au
15 temps t_2 par rapport à la photo prise au temps t_1 . En connaissant la différence de temps $(t_2 - t_1)$, l'altitude de l'avion et la distance de glissement des photos, on détermine une vitesse de déplacement de l'avion.

Cette méthode nécessite une analyse fine des deux photos pour déterminer la zone de recoupement des photos. La méthode selon le document US 4,495,589 n'a pas
20 un grand degré de précision lorsque le sol ou les objets sont proches de la caméra étant donné la grande différence d'angle des deux prises de vue d'une même zone. De plus, la méthode n'est pas à même de donner une vitesse quasi instantanée de l'avion et évaluée de façon continue. Dans cette méthode on compare des parties d'images, enregistrées par un seul capteur linéaire, prises avec des angles de prise
25 de vue variable et très différents.

On connaît par le document US 4,671,650 un appareil similaire à celui représenté dans US 4,495,589, si ce n'est qu'on prend des images d'énergie de radiation du sol par deux caméras matricielles.

30

La présente invention vise une méthode simple pour déterminer un paramètre relatif au déplacement relatif d'un objet par rapport à un capteur, par exemple pour

déterminer une période de temps, une distance, une vitesse, un angle et/ou une accélération dudit objet. En particulier, on mesure une période de temps pour déterminer à partir de celle-ci soit une vitesse, soit une distance, soit une accélération.

5

Selon l'invention, la méthode pour mesurer un paramètre associé au déplacement relatif d'un objet par rapport à un dispositif de mesure est une méthode :

10 dans laquelle au moyen du dispositif de mesure, on prend, à partir d'un premier temps déterminé, une série de premières images linéaires successives, à intervalle de temps déterminé, et au moins à partir d'un deuxième temps déterminé postérieur au premier temps déterminé, une deuxième image linéaire ou une série de deuxièmes images linéaires de l'objet en déplacement relatif, ladite ou lesdites deuxièmes images linéaires étant prises dans une direction
15 formant un angle avec la direction de prise de la première image, lesdites première et deuxième images linéaires étant des images décalées l'une de l'autre,

20 dans laquelle on forme ainsi (a) un premier développement d'images en fonction du temps constitué d'au moins une série de premières images linéaires décalées dans le temps prises à partir du premier temps déterminé, et (b) un deuxième développement d'image- constitué au moins par une deuxième image linéaire prise à un temps postérieur au premier temps déterminé, de façon avantageuse d'une série de deuxièmes images linéaires décalées prises à intervalle de temps déterminé,

25 dans laquelle on compare au moins partiellement une ou des images linéaires du premier développement avec au moins une partie d'une image linéaire du deuxième développement pour déterminer la partie d' image linéaire décalée du premier développement qui correspond le mieux à une partie d'une image linéaire du deuxième développement et pour déterminer au
30 moins un desdits paramètres pour lequel au moins une partie de la première image décalée correspond le mieux à une partie d'une deuxième image linéaire.

Avantageusement, les premières images linéaires sont prises à intervalles de temps réguliers ou sensiblement réguliers ou non réguliers. L'intervalle de temps
5 séparant deux prises de vues peut être variable ou non, mais est de préférence sensiblement constant. L'intervalle de temps séparant la prise de deux images linéaires peut être très petit, par exemple inférieur à la seconde, en particulier inférieur à 0,1 seconde, avantageusement inférieur à 0,01 seconde, de préférence inférieure à 0,001 seconde, tel que par exemple 0,0001 seconde, 0,000005 seconde,
10 voire encore moins tel 0,000001 seconde.

Lorsque l'on prend une série de deuxièmes images linéaires décalées, on prend les deuxièmes images à intervalles de temps réguliers ou non. L'intervalle de temps séparant deux prises de vues peut être variable ou non, mais est de préférence
15 sensiblement constant. L'intervalle de temps séparant la prise de deux images linéaires peut être très petit, par exemple inférieur à la seconde, en particulier inférieur à 0,1 seconde, avantageusement inférieur à 0,01 seconde, de préférence inférieure à 0,001 seconde, tel que par exemple 0,0001 seconde, 0,000005 seconde, voire encore moins tel 0,000001 seconde. L'intervalle de temps entre deux prises
20 de deuxièmes images linéaires est par exemple sensiblement égal à l'intervalle de temps entre deux prises de premières images linéaires. Selon une forme de réalisation particulière, l'intervalle de temps entre deux prises de deuxièmes images linéaires est soit inférieur, soit supérieur (avantageusement supérieur, par exemple deux fois supérieurs) à l'intervalle de temps entre deux prises de premières images
25 linéaires.

De préférence, on prend les premières images linéaires dans une première direction et la ou les deuxièmes images linéaires dans une deuxième direction, ladite deuxième direction formant un angle avec ladite première direction inférieur à 10° ,
30 de façon avantageuse inférieur à 5° , de préférence inférieur à 3°

De façon avantageuse dans la méthode selon l'invention,

On prend au moyen du dispositif de mesure, à partir d'un premier temps déterminé, une série de premières images linéaires successives, à intervalle de temps déterminé, et au moins à partir d'un deuxième temps déterminé postérieur au premier temps déterminé, une série de deuxièmes images linéaires de l'objet en
5 déplacement relatif,

on forme ainsi (a) un premier développement d'images en fonction du temps constitué d'au moins une série de premières images linéaires décalées dans le temps prises à partir du premier temps déterminé, et (b) un deuxième développement d'images constitué d'une série de deuxièmes images linéaires
10 décalées prises à intervalle de temps déterminé, et

on compare au moins partiellement une ou des images linéaires du premier développement avec au moins une partie d'une ou d'images linéaires du deuxième développement pour déterminer la partie d'une ou d'images linéaires décalées du premier développement qui correspond le mieux à une partie d'une ou d'images
15 linéaires du deuxième développement et pour déterminer au moins un desdits paramètres pour lequel au moins une partie d'une première image linéaire décalée correspond le mieux à une partie d'une deuxième image linéaire.

Selon une méthode particulière, on prend une série de groupes de premières
20 images linéaires décalés de l'objet en mouvement relatif à partir d'un premier temps déterminé, lesdits groupes d'images étant décalés dans le temps (par exemple pris à intervalle régulier ou non, mais prédéfini), et au moins un groupe de deuxièmes images linéaires pris à un temps postérieur au premier temps déterminé, de façon avantageuse une série de groupes de deuxièmes images linéaires décalés,
25 au moins pris à partir d'un temps postérieur au premier temps déterminé et à intervalle de temps déterminé (constant ou non, de préférence constant),

on forme (a) un premier développement d'images en fonction du temps constitué au moins partiellement d'une série de groupes de premières images linéaires prises à partir d'un premier temps déterminé, et (b) un groupe de
30 deuxièmes images ou, de manière avantageuse, un deuxième développement constitué au moins partiellement d'une série de groupes de deuxièmes images

linéaires en fonction du temps pris sous un angle différent par rapport à la direction de vue du groupe de premières images linéaires, et

on compare au moins partiellement une partie de groupes d'images linéaires du premier développement avec au moins une partie d'un ou de groupes de
5 deuxièmes images linéaires, de façon avantageuse de groupes de deuxièmes images linéaires du deuxième développement, pour déterminer la partie du groupe d'images linéaires du premier développement qui correspond le mieux à une partie du groupe de deuxièmes images linéaires ou à une partie d'un groupe de deuxièmes images linéaires et pour déterminer le paramètre pour lequel au moins une partie
10 d'un groupe d'images linéaire du premier développement correspond le mieux à une partie du groupe de deuxièmes images linéaires ou à une partie d'un groupe de deuxièmes images linéaires du deuxième développement

De préférence,

15 on détermine au moins pour une partie d'images linéaires du premier développement un facteur de correspondance ou un écart de correspondance avec une deuxième image linéaire ou plusieurs images linéaires d'au moins une partie du deuxième développement,

on détermine le maximum du facteur de correspondance ou le minimum d'écart
20 de correspondance pour déterminer l'image linéaire décalée ou le groupe d'images linéaires décalées du premier développement qui correspond le mieux à une deuxième image linéaire ou à un groupe de deuxièmes images linéaires ou à un groupe de deuxièmes images linéaires du deuxième développement, et

on détermine le paramètre pour lequel une image linéaire ou un groupe
25 d'images linéaires du premier développement correspond le mieux à une deuxième image linéaire ou à un groupe de deuxièmes images linéaires du deuxième développement.

Selon une forme de réalisation avantageuse, on filtre au moins partiellement la ou
30 les images linéaires et/ou le premier et/ou deuxième développement avant de déterminer la première image linéaire ou le groupe de premières images linéaires

dont une partie au moins correspond le mieux à une partie d'une deuxième image linéaire ou à un groupe de deuxièmes images linéaires.

Par exemple, dans une méthode selon l'invention, on détermine la distance entre le
5 dispositif de mesure et l'objet en déplacement relatif par rapport au dispositif de mesure ou on place le dispositif de mesure à une distance connue au moins pour un temps donné par rapport à l'objet en déplacement relatif par rapport au dispositif de mesure.

De façon avantageuse, on détermine une vitesse relative de l'objet par rapport au
10 dispositif de mesure ou capteur à partir :

- du décalage ou ΔT ou de la période de temps séparant la prise d'une première image linéaire décalée ou d'un premier groupe d'images linéaires décalé et la prise d'une deuxième image linéaire ou d'un groupe d'images linéaires, pour lequel au moins une partie d'une première image linéaire
15 décalée ou d'un groupe de premières images linéaires décalé correspond le mieux à une partie d'une deuxième image linéaire ou groupe de deuxièmes images linéaires,
- de la distance (D_i) entre l'objet et le capteur , et
- de la différence angulaire (α) entre les directions de prise d'images
20 linéaires.

Selon une variante de la méthode suivant l'invention, on détermine la distance séparant l'objet et le capteur à partir :

- du décalage ou ΔT ou de la période de temps séparant la prise d'une première
25 image linéaire décalée ou d'un premier groupe d'images linéaires décalé et la prise d'une deuxième image linéaire ou d'un groupe d'images linéaires, pour lequel au moins une partie d'une première image linéaire décalée ou d'un groupe de premières images linéaires décalé correspond le mieux à une partie d'une deuxième image linéaire ou groupe de deuxièmes images linéaires,
- 30 - de la différence angulaire (α) entre les directions de prise d'images linéaires (1A,1B),

- de la vitesse relative séparant l'objet du capteur.

Selon une particularité d'une méthode suivant l'invention, on effectue pour une ou des images linéaires (ou groupe d'images linéaires) une compensation fonction de
5 la distribution de la lumière sur le capteur et/ou de différences de sensibilités des pixels d'éléments linéaires du capteur et/ou de différences ou variations induisant des erreurs systématiques dans la comparaison des images linéaires ou groupes d'images linéaires.

10 Quand on détermine une vitesse de déplacement, l'erreur provient essentiellement d'une variation de la distance objet/capteur, tandis que lorsqu'on détermine une distance objet/capteur, l'erreur provient essentiellement d'une variation de la vitesse relative de l'objet par rapport au capteur.

15 Selon une particularité particulièrement avantageuse, la ou les premières images linéaires ou deuxièmes images linéaires sont formées chacune d'une série de pixels, par exemple plus de 100 pixels, avantageusement plus de 500 pixels, de préférence plus de 1000 pixels, par exemple de 5000 à 8000 pixels, voire beaucoup plus.

20

L'invention a encore pour objet un dispositif de mesure pour la mise en oeuvre d'une méthode selon l'invention, ledit dispositif comportant au moins :

un ensemble capteur (1) prenant au moins une première image linéaire (1A) par un premier moyen capteur et au moins une série de deuxièmes images linéaires
25 (1B) par un deuxième moyen capteur, en particulier prises à des temps successifs, lesdites deuxièmes images linéaires étant prises sous un angle différent par rapport à la première image linéaire ,

un moyen (11) générant une série de premières images (1A) décalées dans le temps (RtdX) ,

30 un comparateur (6) recevant des signaux de l'ensemble capteur (1) et du moyen (11) générant une série de premières images décalées dans le temps, ce comparateur comparant au moins partiellement la série de premières images

décalées dans le temps avec au moins une deuxième image linéaire et déterminant pour au moins une partie de la série de premières images décalées un facteur de correspondance ou un écart de correspondance avec au moins une partie d'une deuxième image linéaire, ce comparateur étant programmé ou associé à un

5 processeur déterminant un paramètre correspondant à un maximum du facteur de correspondance ou un minimum d'écart de correspondance entre au moins une partie d'une première image linéaire décalée dans le temps et au moins une partie d'une deuxième image linéaire.

10

De façon avantageuse, le premier moyen capteur est agencé pour prendre une image linéaire ou un groupe d'images linéaires dans une première direction, tandis que le deuxième moyen capteur est agencé pour prendre une image linéaire ou un

groupe d'images linéaires dans une deuxième direction, ladite deuxième direction

15 formant un angle avec ladite première direction inférieur à 10° , de façon avantageuse inférieur à 5° , de préférence inférieur à 3° .

Selon une forme de réalisation particulière, l'ensemble capteur (1) prend des images linéaires sous forme d'un ensemble de pixels et attribue à chaque pixel ou à

20 une série de pixels une valeur paramétrique, en particulier une différence de potentiel, ledit ensemble comportant en outre un moyen correcteur de la valeur paramétrique attribuée à des pixels ou groupes de pixels de deuxième image linéaire ou groupe de deuxièmes images linéaires et/ou de premières images

linéaires décalées dans le temps ou groupes de premières images linéaires décalés

25 dans le temps, en fonction de la distribution de la lumière et/ou de différences ou variations induisant des erreurs systémiques dans la comparaison des images et/ou de différences de sensibilité d'un ou des moyens capteurs.

En particulier, le dispositif comporte un capteur au moins bi-linéaire définissant un

30 plan de captation d'image et une lentille de focalisation focalisant une image de l'objet en déplacement relatif sur ledit plan de captation du capteur.

Selon une autre particularité avantageuse, le dispositif comporte :

- un capteur présentant au moins une premier moyen captant une première rangée de pixel d'une image et un deuxième moyen captant une deuxième rangée de pixels de l'image au moins partiellement distants de pixels de la première rangée (la distance séparant lesdites rangées est par exemple un multiple de la taille d'un pixel, lesdites rangées étant de préférence parallèles entre elles),
- une mémoire retard qui mémorise au moins partiellement une première rangée de pixels et qui émet avec des retards prédéterminés les valeurs mémorisées correspondant à ladite première rangée de pixels,
- un comparateur recevant des signaux du capteur correspondant aux valeurs des pixels de la deuxième rangée au cours du temps, et des signaux provenant de la mémoire retard, ledit comparateur étant programmé ou étant associé à un processeur pour déterminer le retard à attribuer à la première rangée de pixels pour lequel les valeurs mémorisées correspondant à ladite première rangée de pixels correspondent le mieux aux valeurs de la deuxième rangée de pixels.

De préférence, le comparateur détermine, pour des retards prédéterminés par la mémoire retard, une différence de valeur de pixels entre les pixels de la première rangée pris à des moments différents et la valeur des pixels de la deuxième rangée et émet des signaux comportant des différences de valeurs de pixels associées à des retards prédéterminés vers un processeur déterminant par interpolation ou extrapolation ou approximation ou itération successive le délai ou le paramètre pour lequel la différence de valeur de pixels est minimale.

Selon une forme de réalisation possible, le dispositif comporte une lentille de focalisation comprenant une lentille cylindre et/ou des lentilles de focalisation distinctes pour chaque moyen captant une rangée de pixels et/ou un ou plusieurs filtres pour les images linéaires.

Selon un détail avantageux, le dispositif comporte un moyen de contrôle de qualité du délai ou paramètre déterminé par le processeur, ce moyen comportant avantageusement un moyen pour déterminer un facteur de qualité à partir de signaux provenant du processeur et un atténuateur recevant le facteur de qualité

déterminé et pondérant le délai ou paramètre déterminé par le processeur en fonction du facteur de qualité. Le facteur de qualité est par exemple un degré de probabilité qui est utilisé pour pondérer les différents délais déterminés. Une telle pondération est par exemple effectuée au moyen d'un filtre de Kalman.

5

Avantageusement, le dispositif comporte un filtre passe bas pour atténuer notamment des erreurs dues à la forme tri- dimensionnelle de l'objet en déplacement relatif et d'autres bruits haute fréquence introduit dans les mesures.

10 L'ensemble capteur reçoit avantageusement des signaux provenant du comparateur ou du processeur ou de l'atténuateur pour adapter la fréquence de prise d'images linéaires et/ou un incrément de retard.

L'ensemble capteur est avantageusement un ensemble qui prend au moins une
15 première image linéaire au moins bi - colore et au moins une deuxième image linéaire au moins bi - colore.

Par exemple, l'ensemble capteur capte 5 images linéaires ou plus de cinq images linéaires. Par exemple, l'ensemble capteur est constitué de 2 senseurs linéaires ou
20 de plus de deux senseurs linéaires, en particulier deux ou plus de deux senseurs linéaires pour le contrôle de la vitesse et 3 senseurs linéaires couleurs pour l'acquisition d'images en couleur.

Des particularités et détails de l'invention ressortiront de la description suivante
25 dans laquelle il est fait référence aux dessins ci-annexés. Dans ces dessins :

La figure 1 est vue schématique représentant le dispositif de mesure utilisé pour déterminer la vitesse d'un objet en déplacement.

La figure 2 est une vue schématique d'un dispositif de mesure.

30 La figure 3 est un graphe montrant la détermination du minima de différence entre les images linéaires.

La figure 1 montre schématiquement un dispositif de mesure de vitesse de déplacement d'un objet. A la figure 1, on a représenté le capteur fixe. Toutefois, il est évident que le capteur aurait pu être mobile par rapport à l'objet ou que l'objet et la capteur auraient pu être mobiles.

5

Le dispositif comporte :

- un capteur bi linéaire 1 prenant deux images linéaires parallèles 1A et 1B ;
- une lentille 2 focalisant l'image de l'objet en déplacement 3, ledit objet se déplaçant dans la direction D parallèle au plan dans lequel s'étend les capteurs d'images linéaires 1A et 1B ; et
- un processeur 4 pour le traitement des images linéaires.

10

Lors du déplacement de l'objet 3 devant le capteur 1, une partie de l'objet passe dans un premier temps devant les senseurs de l'image 1A et dans un deuxième temps devant les senseurs de l'image 1B. Dans la forme de réalisation représentée, l'objet 3 se déplace dans une direction parallèle au plan dans lequel s'étend les senseurs des images 1A et 1B. Les senseurs des images linéaires 1A,1B sont parallèles entre eux, mais prennent des images dans des directions distinctes formant entre elles un angle de moins de 3°. Les senseurs ou capteurs sont distants l'un de l'autre d'une faible distance, par exemple d'une distance correspondant à moins de 10 fois la taille d'un pixel, de préférence de moins de 5 fois la taille d'un pixel.

15

20

Le capteur 1 dispose d'une série de senseurs (par exemple placés en rangées) pour définir chaque image linéaire en une série de pixels dont le degré de gris (blanc/gris/noir) est défini par un voltage ou différence de potentiel. Chaque image linéaire est par exemple défini par 512 à 2000 pixels, voire plus tel que 5000, 8000 ou encore plus.

25

Le processeur 4 reçoit des signaux du capteur pour définir les images linéaires. Le fonctionnement de ce processeur sera maintenant décrit plus en détail.

30

Les senseurs de l'image 1A envoient des paramètres fonction du degré de gris de l'image linéaire 1A prise au temps t_1 et des images linéaires successives prises à intervalles de temps t_2 prédéfinis (par exemple $t_2 = 0,001$ seconde, voire moins). Ces paramètres sont stockés dans une mémoire 11 associé à un moyen définissant des retards Rtd , correspondant aux intervalles de temps t_2 , par exemple par
5 incrément ($RtdX = rtd \times X$). Ces paramètres sont filtrés (filtre 5) pour éliminer le bruit de fond et pour améliorer la différentiation des points ou pixels de l'image ou pour accroître le contraste de l'image ou de points de l'image linéaire. Ces paramètres avec un retard $Rtd1$, $Rtd2$, $Rtd3$, etc. sont envoyés vers le comparateur
10 6.

Les senseurs de l'image 1B envoient sensiblement en continu des paramètres fonction du gris de l'image linéaire 1B, par exemple à partir du temps t_3 qui est éventuellement égal à t_1 , mais qui est de préférence supérieur à t_1 , par exemple
15 égal à $t_1 +$ un nombre de fois un incrément. Les senseurs envoient par exemple pour chaque pixel 5000 paramètres par seconde, voire plus. Après filtrage (filtre 5) de ces paramètres, ils sont envoyés au comparateur 6.

Dans ce comparateur, on détermine la différence de gris entre les pixels de l'image
20 1B et les pixels de l'image 1A, pour différents retards (14 rtd, 15 rtd, 16 rtd, 17 rtd, 18 rtd) et on détermine pour chaque retard un degré de différence.

Avantageusement, plusieurs fonctions « degré de différence » correspondant chacune à des images linéaires 1B successives sont cumulées ou additionnées de façon à améliorer le facteur de qualité de la fonction résultante. Le nombre de
25 fonctions cumulées varie par exemple entre 1 et 100, voire plus. Par interpolation de la fonction résultante « degré de différence » versus retard, le comparateur détermine le minimum de la fonction et dès lors le retard (16 rtd dans le cas présent) pour obtenir une image linéaire 1A correspondant le mieux à l'image 1B. Ce retard correspond alors au temps nécessaire pour que la partie de l'objet 3 prise
30 en photo par les senseurs de l'image 1A se trouve en face des senseurs de l'image 1B.

Si l'objet subit lors de son déplacement des variations de position dans une direction perpendiculaire à la direction D et parallèle au plan dans lequel s'étendent les senseurs 1A et 1B, le comparateur déterminera pour chaque retard plusieurs fonctions « degrés de différence » en décalant de 1 à plusieurs pixels l'image linéaire 1A retardée par rapport à l'image linéaire 1B. Dans ce cas, seul le minimum des minimums des fonctions « degré de différence » sera retenu pour déterminer le retard.

En connaissant la distance séparant les senseurs des images 1A et 1B, la distance séparant les senseurs et l'objet 3 et l'angle entre les directions de prise des images linéaires 1A et 1B, il est alors possible de déterminer une vitesse de déplacement de l'objet 3. Etant donné que la distance séparant les deux senseurs est faible, la mesure de la vitesse est quasi instantanée.

La distance séparant les senseurs de l'objet en mouvement, peut être détectée par un ou des systèmes connus 12, tels que radar de position, etc. Ce système 12 envoie par exemple des signaux (fonction de la distance) vers le comparateur 6 pour que ce dernier calcule une vitesse de déplacement.

D'autre part, si la vitesse de l'objet est connue, en connaissant la distance séparant les senseurs 1A et 1B et l'angle entre les directions de prise des images linéaires 1A et 1B, il est possible de déterminer la distance objet/senseur quasi instantanément et donc de déterminer la forme tridimensionnelle de l'objet. De façon avantageuse les images linéaires sont décomposées en plusieurs segments. Chaque segment est constitué par exemple de 200 pixels, avantageusement de moins de 100 pixels, voire encore moins. La comparaison des segments d'images linéaires 1A et 1B permet de déterminer les variations distance objet/senseur dans la direction parallèle aux senseurs linéaires.

Dans la forme de réalisation, le processeur comporte en outre un moyen 7 pour déterminer un facteur de qualité du délai déterminé. Un tel facteur est par exemple déterminé par la forme de la courbe « degré de différence » versus délai ou plus exactement par la dérivée première ou deuxième de cette courbe. Ce facteur sera faible si la forme de la courbe « degré de différence » versus délai est plate ou

sensiblement plate ou aléatoire (courbe non significative). Si ce facteur est trop petit, le délai déterminé correspondant au minimum de la courbe « degré de différence » versus délai est considéré comme incorrect. Par exemple, ce facteur de précision ou de qualité attribue un poids pour chaque délai qui correspond par exemple à l'écart par rapport à la courbe du second ordre qui s'approche au mieux de la fonction discrète « degré de différence » et détermine une probabilité ou degré de probabilité que le délai correspondant au minimum de la courbe soit bien le minimum de cette courbe.

10 Ce moyen 7 envoie un signal vers un atténuateur 8 pour pondérer l'écart de vitesse mesuré (ou l'écart de distance mesuré dans le cas d'une détermination de distance capteur/objet) en fonction de la fiabilité des mesures.

On a décrit ci-avant la détermination de la vitesse de l'objet 3 en un moment déterminé. Il est clair que l'on peut déterminer cette vitesse en différents moments successifs.

Pour ce faire, les senseurs de l'image 1A prennent une série d'images à intervalle de temps régulier ou non. Les paramètres de ces différentes images sont alors analysés de manière successive de la manière décrite avant. Dans ce cas, le facteur de qualité et l'atténuateur 8 sont utilisés pour réduire l'influence d'une valeur peu précise sur l'évolution de la vitesse. Par exemple, au cas où la précision est considérée comme trop faible, la vitesse mesurée précédemment est maintenue. Par exemple, on peut appliquer un filtre récursif de Kalman où chaque mesure est pondérée en fonction de sa variance.

25 Si l'objet 3 n'expose pas une surface plane et parallèle au plan des senseurs des images 1A et 1B, des erreurs de mesures dépendant de la forme tridimensionnelle de l'objet sont générées. Pour réduire l'influence de ces erreurs, il est avantageux d'adapter la vitesse calculée progressivement à la valeur du signal sortant de l'atténuateur 8. Cette adaptation de la vitesse est réalisée au moyen d'un filtre 9 qui est du type passe bas. Ce filtre 9 atténue toutes sources de bruit haute

fréquence perturbant les mesures. Dans le cas des mesures de distance de l'objet, ce filtre réduit l'influence des variations de vitesse relative de l'objet.

Enfin, il peut être avantageux d'avoir un « feed-back » de la vitesse mesurée sur la
5 vitesse de prise d'images 1A et 1B. Ainsi, il est avantageux de contrôler la vitesse de prise d'images 1A et/ou 1B en fonction de la vitesse mesurée. En effet, lorsque la vitesse de l'objet 3 est faible, la vitesse de prise de vue d'images 1A peut être faible. Au plus élevée sera la fréquence de prise d'images linéaires 1A et 1B, au plus grande sera la précision de la mesure de vitesse.

10 Ce « feed-back » 10 de la vitesse mesurée sur la vitesse de prise d'images est avantageusement utilisé dans le cas où ce dispositif de mesure de vitesse sert à piloter un capteur tri-linéaire couleurs. En ajustant la vitesse d'acquisition des images linéaires couleur à la vitesse de l'objet en déplacement, le décalage des trois images couleurs est fixe et correspond à la distance inter-ligne du capteur lorsque
15 les images ont des pixels carrés.

Ce « feed-back » est aussi avantageusement utilisé dans le cas où ce dispositif de mesure sert à piloter un capteur TDI (Time delay integration). Ce capteur nécessite de part son fonctionnement une excellente synchronisation entre la vitesse de prise d'images linéaires d'objet en déplacement. Cela permet d'utiliser
20 ce capteur pour la prise d'images d'objet se déplaçant à vitesse variable ou inconnue.

Les formes de réalisation représentées ci-avant sont décrites à titre d'exemple
25 uniquement.

Il est clair que de nombreuses modifications sont possibles.

Ainsi, les capteurs 1A et 1B au lieu d'être des capteurs mono linéaires peuvent être des capteurs constitués de plusieurs lignes, par exemple de 2 à 20 images lignes, en
30 particulier de 3 à 10 lignes, c'est-à-dire des capteurs pour prendre un groupe d'images linéaires. L'utilisation d'images comprenant un groupe limité d'images linéaires permet de déterminer pour chaque image linéaire de l'image 1B le délai

correspondant au meilleur degré de correspondance. On détermine ainsi pour chaque image linéaire de l'image 1A le délai de correspondance optimal, et dès lors on peut déterminer un délai optimal moyen sur base des délais optimums déterminés.

5

Les senseurs 1A et 1B sont par exemple des senseurs en noir et blanc. Toutefois, il peut être avantageux de prendre des images linéaires en une ou des couleurs différentes, par exemple en rouge, en bleu et en vert. L'utilisation d'image de couleur particulière ou différente permet par exemple si l'objet a une couleur particulière de mieux déterminer la position de l'image par rapport au bruit de fond. Il peut être également intéressant de déterminer pour des images linéaires 1B de couleur différente de déterminer pour chacune des couleurs le délai pour lequel le degré de correspondance est le meilleur. Il est possible ainsi de déterminer soit un délai moyen sur les couleurs ou de conserver le délai d'une couleur pour lequel le degré de précision est le meilleur.

15

Au lieu d'utiliser des senseurs 1A et 1B de couleur, il est possible d'utiliser des senseurs infra rouges, de radiation, etc. Des images infra rouges semblent être utiles pour déterminer la vitesse de déplacement d'une partie chaude de l'objet en déplacement, par exemple d'un réacteur, etc.

20

Le comparateur utilise un ou des procédés ou algorithmes de comparaison connus, tels que la somme des valeurs absolues des différences des pixels de deux images. De tels algorithmes sont par exemple décrit dans Computer Vision (Prentice Hall).

25

Le filtre 5 est avantageusement un filtre permettant d'accroître le contraste de l'image, de réduire le bruit de fond, d'améliorer la différenciation, un tel filtre est par exemple un filtre passe – haut. Un filtre 5 permet d'améliorer le fonctionnement du comparateur 6.

30

L'ensemble capteur d'images peut être réalisé en technologie CCD ou CMOS, ou autres. Cet ensemble capteur peut être constitué d'un senseur matriciel adressable

ligne par ligne et dont l'exposition à la lumière se fait au même moment pour chaque ligne, ce capteur pouvant être considéré comme un capteur constitué de plusieurs capteurs linéaires.

- 5 La méthode et le dispositif suivant l'invention trouvent de nombreuses applications, telles que la détermination de la vitesse d'objets en mouvement, la prise d'image virtuelle 3D (scanner de bâtiments existants), etc.

Revendications

- 5 1. Méthode pour mesurer un paramètre correspondant à un déplacement relatif d'un objet par rapport à un dispositif de mesure, ce paramètre étant choisi parmi une période de temps, une distance, une vitesse, une accélération et un angle,
- dans laquelle au moyen du dispositif de mesure, on prend, à partir d'un
10 premier temps déterminé, une série de premières images linéaires successives, à intervalle de temps déterminé, et au moins à partir d'un deuxième temps déterminé postérieur au premier temps déterminé, une deuxième image linéaire ou une série de deuxièmees images linéaires de l'objet en déplacement relatif, ladite ou lesdites deuxièmees images linéaires étant prises dans une direction
15 formant un angle avec la direction de prise de la première image, lesdites première et deuxième images linéaires étant des images décalées l'une de l'autre,
- dans laquelle on forme ainsi (a) un premier développement d'images en fonction du temps constitué d'au moins une série de premières images linéaires
20 décalées dans le temps prises à partir du premier temps déterminé, et (b) un deuxième développement d'image- constitué au moins par une deuxième image linéaire prise à un temps postérieur au premier temps déterminé, de façon avantageuse d'une série de deuxièmees images linéaires décalées prises à intervalle de temps déterminé,
- 25 dans laquelle on compare au moins partiellement une ou des images linéaires du premier développement avec au moins une partie d'une image linéaire du deuxième développement pour déterminer la partie d'image linéaire décalée du premier développement qui correspond le mieux à une partie d'une image linéaire du deuxième développement et pour déterminer au moins un
30 desdits paramètres pour lequel au moins une partie de la première image décalée correspond le mieux à une partie d'une deuxième image linéaire.

2. Méthode suivant la revendication 1, caractérisée en ce qu'on prend les premières images linéaires dans une première direction et la ou les deuxièmes images linéaires dans une deuxième direction, ladite deuxième direction formant un angle avec ladite première direction inférieur à 10° , de façon
5 avantageuse inférieur à 5° , de préférence inférieur à 3° .

3. Méthode suivant la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce qu'au moyen du dispositif de mesure, on prend, à partir d'un premier temps déterminé, une série de premières images linéaires successives, à intervalle de temps déterminé, et
10 au moins à partir d'un deuxième temps déterminé postérieur au premier temps déterminé, une série de deuxièmes images linéaires de l'objet en déplacement relatif,

En ce qu'on forme ainsi (a) un premier développement d'images en fonction du temps constitué d'au moins une série de premières images linéaires
15 décalées dans le temps prises à partir du premier temps déterminé, et (b) un deuxième développement d'image constitué d'une série de deuxièmes images linéaires décalées prises à intervalle de temps déterminé, et

En ce qu'on compare au moins partiellement une ou des images linéaires du premier développement avec au moins une partie d'une ou d'images
20 linéaires du deuxième développement pour déterminer la partie d'une ou d'images linéaires décalées du premier développement qui correspond le mieux à une partie d'une ou d'images linéaires du deuxième développement et pour déterminer au moins un desdits paramètres pour lequel au moins une
25 partie d'une première image linéaire décalée correspond le mieux à une partie d'une deuxième image linéaire.

4. Méthode suivant lune des revendications 1 à 3,
dans laquelle on prend une série de groupes de premières images linéaires
30 décalés de l'objet en mouvement relatif à partir d'un premier temps déterminé, lesdits groupes étant décalés dans le temps, et au moins un groupe de deuxièmes images linéaires pris à un temps postérieur au premier temps déterminé, de façon

avantageuse une série de groupes de deuxièmes images linéaires décalés, au moins pris à partir d'un temps postérieur au premier temps déterminé et à intervalle de temps déterminé,

dans laquelle on forme (a) un premier développement d'images en fonction
5 du temps constitué au moins partiellement d'une série de groupes de premières images linéaires prises à partir d'un premier temps déterminé, et (b) un groupe de deuxièmes images ou, de manière avantageuse, un deuxième développement constitué au moins partiellement d'une série de groupes de deuxièmes images linéaires en fonction du temps pris sous un angle différent par rapport à la direction
10 de vue de du groupe de premières images linéaires,

dans laquelle on compare au moins partiellement une partie de groupes d'images linéaires du premier développement avec au moins une partie d'un ou de groupes de deuxièmes images linéaires, de façon avantageuse de groupes de deuxièmes images linéaires du deuxième développement, pour déterminer la partie
15 du groupe d'images linéaires du premier développement qui correspond le mieux à une partie du groupe de deuxièmes images linéaires ou à une partie d'un groupe de deuxièmes images linéaires et pour déterminer le paramètre pour lequel au moins une partie d'un groupe d'images linéaire du premier développement correspond le mieux à une partie du groupe de deuxièmes images linéaires ou à une partie d'un
20 groupe de deuxièmes images linéaires du deuxième développement.

5. Méthode suivant l'une des revendications 1 à 4,

dans laquelle on détermine au moins pour une partie d'images linéaires du premier développement un facteur de correspondance ou un écart de
25 correspondance avec une deuxième image linéaire ou avec une ou plusieurs images linéaires d'au moins une partie du deuxième développement ou avec un groupe d'images linéaires,

dans laquelle on détermine le maximum du facteur de correspondance ou le minimum d'écart de correspondance pour déterminer l'image linéaire décalée ou le
30 groupe d'images linéaires du premier développement décalées qui correspond le mieux à une image linéaire ou à un groupe de deuxièmes images linéaires ou à un groupe de deuxièmes images linéaires du deuxième développement et on détermine

le paramètre pour lequel une image linéaire ou un groupe d'images linéaires du premier développement correspond le mieux à une deuxième image linéaire ou à un groupe de deuxièmes images linéaires du deuxième développement.

5 6. Méthode suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'on filtre au moins partiellement l'image ou les images linéaires et/ou le premier et/ou deuxième développement avant de déterminer la première image linéaire décalée ou le premier groupe d'images linéaires décalées dont une partie au moins correspond le mieux à une partie d'une deuxième image linéaire ou d'un
10 deuxième groupe d'images linéaires.

7. Méthode suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'on effectue pour une ou des images linéaires une compensation fonction de la distribution de la lumière sur le capteur et/ou de différences de sensibilités des
15 pixels d'éléments linéaires du capteur et/ou de différences ou variations induisant des erreurs systématiques dans la comparaison des images linéaires ou groupes d'images linéaires.

8. Méthode suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée
20 en ce que pour déterminer une vitesse relative ou une accélération relative de l'objet par rapport au capteur, on détermine la distance entre le dispositif de mesure et l'objet en déplacement relatif par rapport au dispositif de mesure ou en ce qu'on place le dispositif de mesure à une distance connue au moins pour un temps donné par rapport à l'objet en déplacement relatif par rapport au dispositif de mesure.

25

9. Méthode suivant la revendication précédente, caractérisée en ce qu'on détermine une vitesse relative de l'objet par rapport au capteur à partir :

du décalage ou ΔT ou de la période de temps séparant la prise d'une première image linéaire décalée ou d'un premier groupe d'images linéaires décalé et la prise
30 d'une deuxième image linéaire ou d'un groupe d'images linéaires, pour lequel au moins une partie d'une première image linéaire décalée ou d'un groupe de

premières images linéaires décalé correspond le mieux à une partie d'une deuxième image linéaire ou groupe de deuxièmes images linéaires

de la distance (D_i) entre l'objet et le capteur ,

de la différence angulaire (α) entre les directions de prise d'images linéaires

5 (1A,1B).

10. Méthode suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce qu'on détermine la distance séparant l'objet du capteur à partir :

- 10 - du décalage ou ΔT ou de la période de temps séparant la prise d'une première image linéaire décalée ou d'un premier groupe d'images linéaires décalé et la prise d'une deuxième image linéaire ou d'un groupe d'images linéaires, pour lequel au moins une partie d'une première image linéaire décalée ou d'un groupe de premières images linéaires décalé correspond le mieux à une partie d'une deuxième image linéaire ou groupe de deuxièmes images linéaires,
- 15 - de la différence angulaire (α) entre les directions de prise d'images linéaires (1A,1B),
- de la vitesse relative séparant l'objet du capteur.

11. Méthode suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la ou les premières images linéaires ou deuxièmes images linéaires sont formées chacune d'une série de pixels.

12. Dispositif de mesure pour la mise en oeuvre d'une méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, ledit dispositif comportant au moins :

- 25 un ensemble capteur (1) prenant au moins une première image linéaire (1A) par un premier moyen capteur et au moins une série de deuxièmes images linéaires (1B) par un deuxième moyen capteur, en particulier prises à des temps successifs, lesdites deuxièmes images linéaires étant prises sous un angle différent par rapport à la première image linéaire ,
- 30 un moyen (11) générant une série de premières images (1A) décalées dans le temps ($RtdX$) ,

un comparateur (6) recevant des signaux de l'ensemble capteur (1) et du moyen (11) générant une série de premières images décalées dans le temps, ce comparateur comparant au moins partiellement la série de premières images décalées dans le temps avec au moins une deuxième image linéaire et déterminant pour au moins une partie de la série de premières images décalées un facteur de correspondance ou un écart de correspondance avec au moins une partie d'une deuxième image linéaire, ce comparateur étant programmé ou associé à un processeur déterminant un paramètre correspondant à un maximum du facteur de correspondance ou un minimum d'écart de correspondance entre au moins une partie d'une première image linéaire décalée dans le temps et au moins une partie d'une deuxième image linéaire.

13. Dispositif suivant la revendication 12, caractérisé en ce que le premier moyen capteur est agencé pour prendre une image linéaire ou un groupe d'images linéaires dans une première direction, tandis que le deuxième moyen capteur est agencé pour prendre une image linéaire ou un groupe d'images linéaires dans une deuxième direction, ladite deuxième direction formant un angle avec ladite première direction inférieur à 10° , de façon avantageuse inférieur à 5° , de préférence inférieur à 3° .

14. Dispositif suivant la revendication précédente, caractérisé en ce que l'ensemble capteur (1) prend des images linéaires sous forme d'un ensemble de pixels et attribue à chaque pixel ou à une série de pixels une valeur paramétrique, en particulier une différence de potentiel, ledit ensemble comportant en outre un moyen correcteur de la valeur paramétrique attribuée à des pixels ou groupes de pixels de deuxième image linéaire ou groupe de deuxièmes images linéaires et/ou de premières images linéaires décalées dans le temps ou groupes de premières images linéaires décalés dans le temps, en fonction de la distribution de la lumière et/ou de différences ou variations induisant des erreurs systématiques dans la comparaison des images et/ou de différences de sensibilité d'un ou des moyens capteurs.

15. Dispositif suivant l'une des revendications 12 ou 14, caractérisé en ce qu'il comporte un capteur au moins bi-linéaire définissant un plan de captation d'image et une lentille de focalisation focalisant une image de l'objet en déplacement relatif sur ledit plan de captation du capteur.

5

16. Dispositif suivant l'une des revendications 12 à 15, caractérisé en ce qu'il comporte :

un capteur (1) présentant au moins un premier moyen captant une première rangée de pixels d'une image et un deuxième moyen captant une deuxième rangée de pixels de l'image au moins partiellement distants de la première rangée de pixels,

10

une mémoire retard (11) qui mémorise au moins partiellement une première rangée de pixels et qui émet avec des retards prédéterminés les valeurs mémorisées correspondant à ladite première rangée de pixels,

15

un comparateur (6) recevant des signaux du capteur correspondant aux valeurs des pixels de la deuxième rangée au cours du temps, et des signaux provenant de la mémoire retard, ledit comparateur étant programmé ou étant associé à un processeur pour déterminer le retard à attribuer à la première rangée de pixels pour lequel les valeurs mémorisées correspondant à ladite première rangée de pixels correspondent le mieux aux valeurs de la deuxième rangée de pixels.

20

17. Dispositif suivant la revendication précédente, caractérisé en ce que le comparateur (6) détermine, pour des retards prédéterminés ($RtdX$) par la mémoire retard, une différence de valeur de pixels entre les pixels de la première rangée pris à des moments différents et la valeur des pixels de la deuxième rangée et émet des signaux comportant des différences de valeurs de pixels associées à des retards prédéterminés vers un processeur déterminant par interpolation ou extrapolation ou approximation ou itération successive le délai pour lequel la différence de valeur de pixels est minimale.

25

30

18. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 12 à 17, caractérisé en ce qu'il comporte une lentille de focalisation comprenant une lentille cylindre.

19. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 12 à 18, caractérisé en ce qu'il comporte des lentilles de focalisation distinctes pour chaque moyen captant une rangée de pixels.

5

20. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 12 à 19, caractérisé en ce qu'il comporte un ou plusieurs filtres (5) pour les images linéaires (1A,1B).

21. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 12 à 20, caractérisé en ce qu'il comporte un moyen de contrôle de qualité du paramètre déterminé par le processeur, ce moyen comportant avantageusement un moyen pour déterminer un facteur de qualité à partir de signaux provenant du processeur et un atténuateur recevant le facteur de qualité déterminé et pondérant le paramètre déterminé par le processeur en fonction du facteur de qualité.

15

22. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 12 à 21, caractérisé en ce qu'il comporte un filtre passe bas pour atténuer des erreurs dues à la forme tri-dimensionnelle de l'objet en déplacement relatif et/ou des bruits haute fréquence introduit dans les mesures.

20

23. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 12 à 22, caractérisé en ce que l'ensemble capteur reçoit des signaux provenant du comparateur ou du processeur ou de l'atténuateur pour adapter la fréquence de prise d'images linéaires et/ou un incrément de retard.

25

24. Dispositif suivant l'une des revendications 12 à 23, caractérisé en ce que l'ensemble capteur prend au moins une première image linéaire au moins bicolore ou linéaire RGB et au moins une deuxième image linéaire au moins bi – colore ou linéaire RGB.

30

25. Dispositif suivant la revendication précédente, caractérisé en ce que l'ensemble capteur comporte 2 senseurs linéaires ou plus de deux senseurs linéaires ou un senseur matriciel adressable ligne par ligne.

27

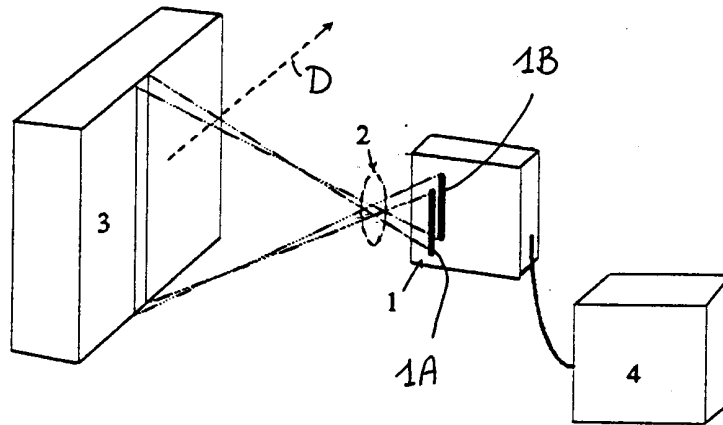


FIG 1

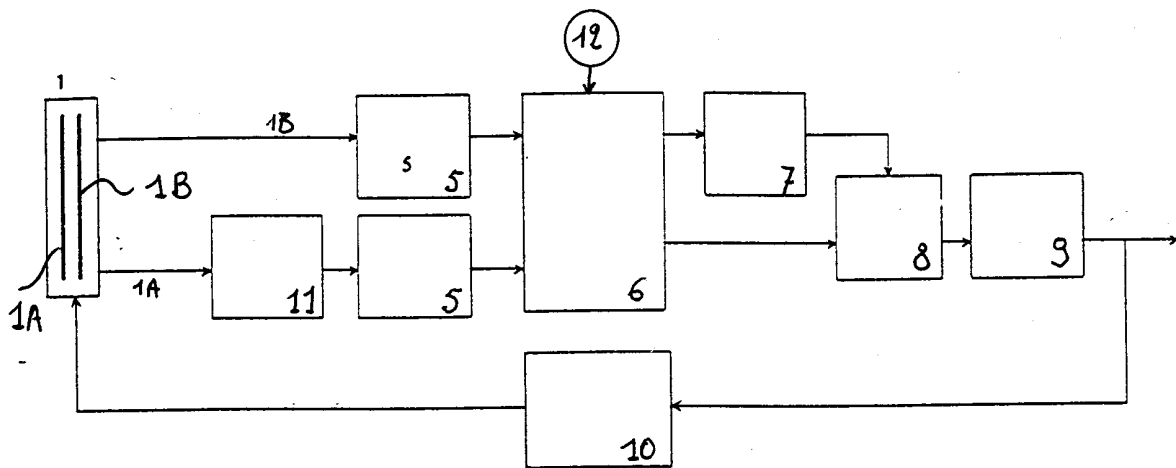


FIG 2

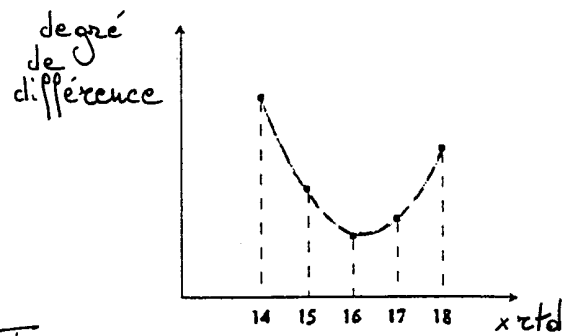


FIG 3



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 8340
BE 200100290

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
X	WO 96 22537 A (HARDIN LARRY C) 25 juillet 1996 (1996-07-25) * page 19, ligne 17 - page 21, ligne 23; figures 13-16 * * page 3, ligne 19 - ligne 28 * ---	1,2,4,5, 8-14,16, 25	G01P3/80 G01P3/68
A	US 6 118 132 A (TULLIS BARCLAY J) 12 septembre 2000 (2000-09-12) * colonne 9, ligne 57 - colonne 10, ligne 16; figure 8A * ---	1,12	
D,A	US 4 495 589 A (HIRZEL EDGAR A) 22 janvier 1985 (1985-01-22) ---		
D,A	US 4 671 650 A (HIRZEL EDGAR A ET AL) 9 juin 1987 (1987-06-09) -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
			G01P
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
28 janvier 2002		Pflugfelder, G	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	