

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 15.01.98.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 16.07.99 Bulletin 99/28.

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) : CARLUS MAGNUS LIMITED — GI et PIRIM PATRICK — FR.

⑦2 Inventeur(s) : PIRIM PATRICK.

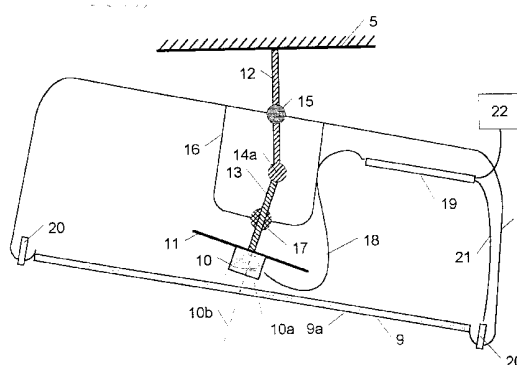
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET HARLE ET PHELIP.

⑤4 PROCÉDE ET DISPOSITIF POUR SURVEILLER EN CONTINU L'ÉTAT DE VIGILANCE DU CONDUCTEUR D'UN VÉHICULE AUTOMOBILE, AFIN DE DÉTECTER ET PRÉVENIR UNE TENDANCE ÉVENTUELLE À L'ENDORMISSEMENT DE CELUI-CI.

⑤7 Le procédé et le dispositif selon l'invention mettent en oeuvre un ensemble capteur optoélectronique 10 - unité électronique 19, disposé à l'intérieur du véhicule automobile, le capteur étant orienté vers la tête du conducteur en place dans celui-ci en même temps que le rétroviseur intérieur qui comporte un miroir sans tain 9 derrière lequel est disposé le capteur 10.

Ils réalisent, après détection de la présence d'un conducteur en place dans le véhicule, la cadrage d'abord du visage entier, puis des yeux, de celui-ci dans les trames du signal vidéo débité par le capteur 10, grâce à l'unité électronique 19, et ensuite la détermination des durées successives des clignements des yeux, celles-ci étant comparées à un seuil compris entre une telle durée pour une personne éveillée et une telle durée pour une personne somnolente et un signal (émis par une alarme 22) apte à éveiller le conducteur étant déclenché lorsque la durée de ses clignements dépasse ledit seuil.



La présente invention a pour objet un procédé et un dispositif pour surveiller en continu l'état de vigilance du conducteur d'un véhicule automobile, afin de détecter et prévenir une tendance éventuelle à l'endormissement de celui-ci.

On sait qu'une proportion non négligeable, sinon importante, des accidents sur route résultent de l'endormissement, total ou partiel (sommolence), du conducteur d'un véhicule automobile (auto particulière, auto utilitaire, camionnette, camion), avec pour résultat de nombreux morts et blessés.

On voit donc l'intérêt, humain et économique, à éviter l'endormissement d'un conducteur en provoquant une alarme, notamment sonore, dès que celui-ci tend à s'assoupir, afin de l'éveiller.

Pour détecter la tendance à l'endormissement d'un conducteur, on a proposé sur un véhicule automobile

- d'une part, de détecter la variation de l'actionnement du volant par un conducteur qui tend à s'endormir et
- d'autre part, de détecter la variation des déplacements verticaux des paupières d'un conducteur qui tend à s'endormir.

La présente invention met en œuvre une détection du second type (surveillance des déplacements des paupières) et elle est basée sur une constatation physiologique, à savoir la modification de la durée des clignements des yeux, ainsi qu'éventuellement des intervalles de temps entre deux clignements successifs, donc la cadence des clignements, lorsqu'une personne passe de l'état éveillé à l'état de somnolence précédant l'endormissement de celui-ci : la durée des clignements d'œil d'une personne est de l'ordre de 100 à 200 ms (millisecondes) lorsqu'elle est éveillée et de l'ordre de 500 à 800 ms lorsqu'elle somnole, tandis que l'intervalle de temps séparant deux clignements successifs, qui est sensiblement constant à l'état éveillé, varie dans une plage relativement large à l'état somnolent. C'est la variation de la durée des clignements qui est essentiellement mise en œuvre dans le cadre de l'invention.

Le procédé et le dispositif selon l'invention décèlent l'augmentation de la durée des clignements des yeux du conducteur et déclenchent une alarme, sonore ou autre, lorsque cette durée dépasse un seuil déterminé, compris en particulier entre 200 et 500 ms, par exemple égal à 350 ms, ce seuil étant éventuellement modifiable en fonction de la physiologie du conducteur.

Dans la demande de brevet français N° 96.09420 déposée le 26 juillet 1996 et la demande de brevet international (P.C.T.) PCT/FR97 /01354 déposée le 22 juillet 1997, en invoquant la priorité de ladite demande de brevet français, l'inventeur de ces deux demandes étant également l'inventeur de la présente invention, on a décrit un procédé et un
5 dispositif, fonctionnant en temps réel, pour le repérage et la localisation d'une zone en mouvement relatif dans une scène, ainsi que pour la détermination de la vitesse et de la direction du déplacement.

Parmi les applications envisagées de ce procédé et ce dispositif, on a décrit, dans lesdites demandes de brevet, la mise en œuvre de ceux-ci pour l'observation et la
10 surveillance d'une zone constituée par la tête d'un conducteur automobile, afin de détecter et prévenir l'endormissement de celui-ci.

Selon cette application particulière des procédé et dispositif desdites demandes de brevet :

- on produisait un signal vidéo représentatif, en temps réel, des images successives des
15 yeux du conducteur ;
- on traitait ce signal vidéo pour, successivement et en continu,
 - détecter, dans l'image des yeux de ce conducteur, les déplacements verticaux des paupières représentatifs du clignement de celles-ci ;
 - déterminer la cadence de ces déplacements verticaux et
 - 20 • repérer les cadences inférieures à un certain seuil, qui correspond sensiblement à la cadence de clignement à l'état éveillé du conducteur ; et
- on déclenchait une alarme en cas de franchissement de ce seuil vers le bas par lesdites cadences, afin d'éveiller le conducteur.

La présente invention a pour objet des perfectionnements aux procédé et dispositif
25 des demandes de brevet précitées, en ce qui concerne leur application à la surveillance d'un conducteur automobile, afin de détecter sa tendance éventuelle à l'endormissement.

L'invention a tout d'abord pour objet un procédé pour surveiller en continu l'état de vigilance du conducteur d'un véhicule automobile, afin de détecter et prévenir une tendance éventuelle à l'endormissement de celui-ci,

30 qui consiste

- à produire un signal vidéo représentatif, en temps réel, des images successives d'au moins le visage du conducteur ;
- à traiter ce signal, successivement et en continu, pour

- détecter, dans ce signal, la portion correspondant effectivement à l'image de la tête du conducteur,
 - déterminer la valeur d'un paramètre relatif au clignement des paupières, qui se modifie notablement lors du passage de l'état éveillé à l'état somnolent du conducteur de part et d'autre d'un seuil, et
 - repérer, en temps réel, le franchissement, par la valeur de ce paramètre, de ce seuil représentatif du passage de l'état éveillé à l'état somnolent du conducteur ; et
 - à déclencher, en réponse au franchissement de ce seuil, une alarme apte à réveiller le conducteur ;
- 10 et qui est caractérisé en ce que
- d'une part, le signal vidéo est produit en utilisant un capteur optoélectronique solidaire d'un rétroviseur du véhicule automobile et ayant son axe optique de réception des rayons lumineux dirigé vers la tête du conducteur lorsque le rétroviseur est correctement orienté ; et
 - 15 - d'autre part, le traitement dudit signal vidéo consiste, après avoir détecté la présence du conducteur à sa place, à, successivement et en continu,
 - détecter, à partir dedit signal vidéo, les déplacements horizontaux du conducteur, afin de cadrer le visage de celui-ci dans les trames correspondantes successives du signal vidéo,
 - 20 • détecter, à partir dudit signal vidéo, les déplacements verticaux dans le visage, ainsi cadré, du conducteur, afin de cadrer les yeux de celui-ci,
 - déterminer, à partir dudit signal vidéo, les durées successives des clignements des yeux, ainsi cadrés, de celui-ci, ces durées constituant le dit paramètre,
 - comparer ces durées successives des clignements, ainsi déterminées, à un seuil
 - 25 représentatif du passage de l'état éveillé à l'état somnolent du conducteur, et
 - déclencher, lorsque les durées de clignement dépassent vers le haut ledit seuil, une alarme apte réveiller le conducteur.

Avantageusement ledit capteur est placé dans le boîtier du rétroviseur derrière la glace de celui-ci qui est constituée par un miroir sans tain.

- 30 De préférence, on détecte la présence du conducteur à sa place en déterminant le nombre de pixels correspondants dans les trames successives de même nature du signal vidéo pour lesquels un déplacement significatif est détecté et en comparant ce nombre au nombre total de pixels par trame du signal vidéo, afin de déterminer si le rapport entre le

nombre de pixels représentant un déplacement et le nombre total de pixels par trame dépasse un seuil représentatif du passage de l'absence de conducteur à sa place à la présence d'un conducteur à sa place.

Le procédé peut, dans des modes de réalisation préférés, comprendre en outre une
5 ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- entre les phases de détection des déplacements horizontaux, afin de cadrer le visage du conducteur, et de détection des déplacements verticaux, afin de cadrer les yeux de celui-ci, on prévoit une phase de cadrage large des yeux en se limitant à une portion du visage cadré englobant les yeux et leur environnement immédiat, par application du
10 rapport anthropométrique entre ladite portion et le visage entier d'une personne ;
- simultanément à la phase de détermination des durées de clignement des yeux, on prévoit une phase de détermination des intervalles de temps séparant deux clignements successifs de ceux-ci et on déclenche une alarme renforcée dès que ces intervalles de temps présentent une irrégularité qui dépasse un seuil déterminé ;
- 15 - on réactualise en continu les données concernant au moins un des paramètres suivants : déplacements horizontaux, déplacements verticaux, durées des clignements des yeux, intervalles entre clignements successifs, afin de perfectionner les approximations des valeurs normales de ces paramètres pour le conducteur effectivement présent et à l'état éveillé ;
- 20 - les différentes phases successives du procédé sont réalisées au moyen de programmes informatiques successifs portant sur le traitement des valeurs successives des pixels correspondants des trames de même nature du signal vidéo obtenu à partir dudit capteur.

La présente invention a également pour objet un dispositif pour surveiller en
25 continu l'état de vigilance du conducteur d'un véhicule automobile, afin de détecter et prévenir une tendance éventuelle à l'endormissement de celui-ci, qui met en œuvre le procédé susvisé et qui est caractérisé en ce qu'il comprend, en combinaison :

- un capteur optoélectronique, qui, en combinaison avec une électronique associée, élabore, en réponse à la réception de rayons lumineux, un signal vidéo à trames de
30 même nature, ou correspondantes, successives, ledit capteur étant solidaire d'un rétroviseur du véhicule et ayant son axe optique de réception des rayons lumineux dirigé vers la tête du conducteur lorsque le rétroviseur est correctement orienté ;

- des moyens pour détecter la présence du conducteur à sa place dans le véhicule, et pour élaborer un signal de présence ;
- des moyens, activés par ce signal de présence, pour détecter, à partir dudit signal vidéo, les déplacements horizontaux de dit conducteur, afin de cadrer le visage de celui-ci dans les trames correspondantes successives de même nature dudit signal vidéo, et pour élaborer un signal de fin de cadrage de visage ;
- des moyens, activés par ledit signal de fin de cadrage du visage, pour détecter, à partir de la portion des trames successives de même nature dudit signal vidéo correspondant au cadrage du visage, les déplacements verticaux dans le visage, ainsi cadré, du conducteur, afin de cadrer les yeux de celui-ci dans ladite portion des trames de ce signal, et pour élaborer un signal de fin de cadrage des yeux du conducteur ;
- des moyens, activés par ledit signal de fin de cadrage des yeux, pour déterminer, à partir de la portion des trames successives de même nature dudit signal vidéo correspondant au cadrage des yeux, les durées successives des clignements des yeux du conducteur ;
- des moyens pour comparer ces durées successives des clignements, ainsi déterminées, à un seuil représentatif du passage de l'état éveillé à l'état somnolent du conducteur ; et
- des moyens pour déclencher, lorsque les durées des clignements dépassent ledit seuil, une alarme apte à réveiller le conducteur.

Avantageusement, dans ledit dispositif, ledit capteur est placé dans le boîtier du rétroviseur derrière le miroir de celui-ci, qui est un miroir sans tain.

De préférence, lesdits moyens pour détecter la présence du conducteur à sa place et pour élaborer un signal de présence sont constitués par des moyens pour déterminer le nombre de pixels dans les trames successives de même nature dudit signal vidéo pour lesquels un déplacement significatif est détecté, des moyens pour comparer ledit nombre au nombre total de pixels par trame du signal vidéo, afin de déterminer si le rapport entre le nombre de pixels correspondant à un déplacement et le nombre total de pixels par trame dépasse un seuil représentatif du passage de l'état d'absence de conducteur à sa place à l'état de présence d'un conducteur à sa place.

Le dispositif peut, dans des modes de réalisation préférés, comprendre en outre un ou plusieurs des moyens suivants, à savoir :

- des moyens, activés par ledit signal de fin de cadrage du visage, pour sélectionner, dans ladite portion des trames successives dudit signal vidéo correspondant au cadrage du

- visage, une portion réduite correspondant à un cadrage large, ou grossier, des yeux du conducteur englobant les yeux et leur environnement immédiat par application du rapport anthropométrique entre ledit cadrage large et le visage entier d'une personne et des moyens pour élaborer un signal de fin de cadrage large des yeux, ce signal activant
- 5 lesdits moyens pour détecter les déplacements verticaux dans le visage du conducteur ;
- des moyens, fonctionnant en parallèle avec lesdits moyens pour déterminer les durées successives des clignements des yeux et donc activés par ledit signal de fin de cadrage des yeux, pour déterminer les intervalles de temps séparant deux clignements successifs et pour déclencher une alarme renforcée dès que ces intervalles de temps
- 10 présentent une irrégularité qui dépasse un seuil déterminé ;
- des moyens pour réactualiser en continu les données concernant au moins un des paramètres suivants : déplacements horizontaux, déplacements verticaux, durées des clignements des yeux, intervalles entre clignements successifs, afin de perfectionner les approximations des valeurs normales du paramètre impliqué pour le conducteur
- 15 effectivement présent et à l'état éveillé.

Avantageusement l'ensemble capteur – unité électronique de traitement est réalisé comme décrit et illustré dans les deux demandes de brevet susmentionnées.

L'invention a également pour objet, à titre de produit industriel nouveau, un rétroviseur de véhicule automobile, caractérisé en ce que son miroir est constitué par une glace

20 sans tain et en ce qu'il comporte, derrière cette glace, un capteur optoélectronique qui coopère avec une unité électronique telle que décrite dans la demande de brevet français N° 96.09420 déposée le 26 juillet 1996 et la demande de brevet international (P.C.T.) PCT/FR97/01354 déposée le 22 juillet 1997, cette unité étant également disposée à l'intérieur du rétroviseur et étant apte à déclencher un dispositif d'alarme dès que ladite

25 unité détermine que les mouvements verticaux des paupières d'une personne regardant la face avant de ladite glace correspondent à une durée des clignements des yeux qui dépasse un seuil prédéterminé inclus dans l'intervalle temporel compris entre la durée des clignements d'une personne éveillée et celle d'une personne qui somnole.

De préférence ledit rétroviseur porte au moins une diode électroluminescente au

30 moins dans l'infra-rouge qui est activée au moins lorsque la luminosité ambiante devient insuffisante pour éclairer le visage du conducteur, ledit capteur optoélectronique étant sensible, entre autres, aux radiations infra-rouges émises par ladite diode.

On va décrire maintenant un mode de réalisation préféré d'un dispositif selon l'invention, mettant en œuvre le procédé selon l'invention, ainsi que certaines variantes de celui-ci, avec référence aux dessins annexés, sur lesquels :

Les figures 1 et 2 sont des vues, respectivement de côté et par-dessus, illustrant schématiquement la tête d'un conducteur de véhicule automobile et ses axes de vision vers l'avant et vers l'arrière.

La figure 3 illustre schématiquement la disposition classique du miroir d'un rétroviseur intérieur dans un véhicule automobile et les différents axes de vision du conducteur, cette figure correspondant à l'état de la technique.

Les figures 4 et 5 représentent respectivement l'ensemble et les articulations d'un rétroviseur avec le capteur optoélectronique et son électronique associée dans le cadre de l'invention.

La figure 6 illustre le champ du capteur optoélectronique prévu dans le rétroviseur des figures 4 et 5.

Les figures 7 et 8 représentent la manière de cadrer le visage du conducteur en place.

Les figures 9 et 10 représentent la manière de cadrer les yeux du conducteur en place.

Les figures 11 et 12 sont relatives à la mesure de la durée des clignements des yeux du conducteur et des intervalles temporels séparent deux clignements successifs.

La figure 13 représente l'ordinogramme des phases successives de fonctionnement.

En se référant tout d'abord aux figures 1 à 6, on va commencer la description détaillée du mode de réalisation préféré de l'invention par celle du dispositif optique et mécanique avec le capteur optoélectronique (micro-caméra vidéo ou capteur MOS avec lentille incorporée) et son ensemble électronique associé, constitué essentiellement par une ou plusieurs puces, qui transforme l'image captée par le capteur en un signal vidéo qui est traité afin de détecter une tendance à l'endormissement du conducteur en place, observé par ledit capteur.

En effet l'invention utilise essentiellement la variation de la durée des clignements des yeux d'une personne lors du passage de l'état éveillé à l'état somnolent ou assoupi de celle-ci : une personne éveillée cligne, à intervalles relativement réguliers, des paupières, et donc des cils, en 100 à 200 ms environ, tandis que la durée des clignements de cette personne à l'état somnolent passe à 500 à 800 ms environ, les intervalles entre clignements augmentant et étant variables.

Dans le signal vidéo en provenance du capteur optoélectronique à 50 ou 60 trames correspondantes (de même nature) par seconde, on réalise une détection toutes les 20 ms ou 16,66 ms respectivement, ce qui permet de distinguer facilement des durées de 100 à 200 ms ou de 500 à 800 ms (5 à 10 trames pour l'état éveillé ou au contraire 25 à 40 trames pour l'état somnolent dans le cas de 50 trames de même nature par seconde) et donc de distinguer l'état éveillé de l'état somnolent ou assoupi d'une personne.

Pour une utilisation d'une telle distinction dans le cas du conducteur d'un véhicule automobile, il est désirable de visualiser au mieux la face du conducteur, c'est-à-dire de diriger l'axe optique d'entrée ou réception dudit capteur vers le visage de celui-ci. Le moyen prévu dans le mode de réalisation préféré de l'invention consiste à profiter du fait qu'un conducteur dirige le rétroviseur de son véhicule vers son visage de manière qu'il ait une vue vers l'arrière du véhicule par réflexion sur le miroir du rétroviseur.

On rappelle, avec référence aux figures 1 à 3, le fonctionnement des rétroviseurs classiques logés à l'intérieur d'un véhicule en position centrale, en étant fixés, avec possibilité d'ajustement de l'orientation de leur miroir, sur une portion de la carrosserie à l'intérieur du véhicule.

Les figures schématiques 1 et 2 montrent, vue de côté et de dessus respectivement, la tête T d'un conducteur qui peut observer la rue ou route sur laquelle se trouve son véhicule, d'une part, devant lui (flèche 1) et, d'autre part, derrière lui (flèches $2a$ et $2b$) grâce au miroir 3 du rétroviseur convenablement orienté. Lesdites flèches 1, $2a$, $2b$ représentent le parcours des rayons lumineux, $2b$ correspondant au rayon réfléchi sur le miroir 3.

En considérant maintenant la figure schématique 3, qui représente le miroir 3 du rétroviseur, miroir fixé par un bras 4 sur une portion 5 de la carrosserie à l'intérieur du véhicule, avec possibilité d'orientation, on retrouve les axes de visée ou flèches 1, $2a$, $2b$ des figures 1 et 2. On peut noter que les axes ou flèches 1 et $2b$ sont parallèles et sont dirigés suivant la direction de la rue ou de la route.

Sur cette figure 3, on a également représenté, mais en traits interrompus, l'axe optique 6 perpendiculaire à la face $3a$ du miroir 3 d'un rétroviseur intérieur qui divise l'angle formé par les directions $2a$ et $2b$ en deux moitiés égales (angles a et b égaux) d'après les lois de la réflexion, et l'axe 7 perpendiculaire à l'axe $2b$ et donc parallèle à la portion de support 5, l'angle c entre les directions 7 et $3a$ étant égal aux angles b et a .

Ces principes de fonctionnement des rétroviseurs intérieurs étant rappelés, on va maintenant avec référence aux figures 4 et 5, exposer le montage mécanique permettant de diriger effectivement l'axe optique d'entrée du capteur optoélectronique vers le visage du conducteur en place, en profitant du fait que le miroir 3 d'un rétroviseur est orienté par le conducteur en place, lorsque cela n'est pas déjà le cas, pour que l'axe 2a de visée par le

5 conducteur soit dirigé vers la tête T de celui-ci. En effet, si l'axe optique d'entrée du capteur est effectivement dirigé vers la face de conducteur, le signal vidéo produit par celui-ci contiendra les informations nécessaires pour déterminer la durée des clignements des yeux de celui-ci.

10 Tout d'abord dans le cadre du mode de réalisation préféré de l'invention, le rétroviseur 8 comprend, contrairement au rétroviseurs classiques, une glace sans tain 9 (figure 4) dont la face 9a dirigée vers le conducteur joue le même rôle que la face 3a du miroir 3 d'un rétroviseur classique (figure 3), mais qui permet à un capteur 10 (constitué par une micro-caméra électronique ou un capteur MOS à lentille incorporée), porté par un

15 support 11 (tournant avec le miroir sans tain 9), de recevoir au moins l'image du visage du conducteur en place lorsque le miroir sans tain 9 (avec le rétroviseur 8) est convenablement orienté par le conducteur pour percevoir la rue ou la route derrière lui ou est déjà ainsi orienté (comme c'est le cas pour le miroir classique 3 de la figure 3).

L'articulation mécanique type Cardan, illustrée sur les figures 4 et 5 (cette dernière

20 figure étant une vue plus détaillée d'une portion de la figure 4), permet l'orientation automatique correcte du support 11, avec le capteur 10, par le conducteur lorsqu'il règle son rétroviseur ou lorsque celui-ci est déjà réglé, et donc de la face réceptrice 10a du capteur 10 pour qu'elle reçoive l'image du visage du conducteur en place, son axe optique d'entrée 10b étant dirigé vers la tête du conducteur en place du fait de l'angle entre le miroir 9 et le

25 support 11 du capteur 10.

A cet effet l'articulation pour le support 11 comprend deux tiges 12 et 13 articulées librement entre elles par une rotule 14a (figure 4) ou un manchon 14b (figure 5.). La tige 12 est fixée à une portion 5 de la carrosserie par une de ses extrémités et traverse le boîtier du rétroviseur 8 grâce à la rotule 15 (constituée par une bille et deux calottes sensiblement

30 hémisphériques) avant de pénétrer par son autre extrémité dans le manchon 14b ou être fixée à la rotule 14a, tandis que la tige 13 porte rigidement, à une extrémité, le support 11 du capteur 10 et traverse l'étrier 16 du rétroviseur 8 grâce à une rotule creuse 17 (à bille traversée par un canal dans lequel est engagée la tige 13 et tournant dans deux calottes

sensiblement hémisphériques portées par l'étrier 16) avant de rejoindre par son autre extrémité la rotule 14a ou le manchon 14b.

Une telle articulation, qui maintient en permanence un angle approprié entre le miroir 9 et le support 11, permet à la fois l'orientation habituelle du rétroviseur intérieur par le conducteur et l'orientation du support 11 du capteur 10 pour que la face 10a de ce capteur reçoive l'image d'au moins le visage du conducteur en place lorsque le rétroviseur est convenablement orienté.

Le capteur optoélectronique 10 débite par un conducteur 18 dans une unité électronique d'analyse 19 (avantageusement constituée par un boîtier à puce ou puces logé à l'intérieur du rétroviseur 8) le signal vidéo qu'il élabore à partir de l'image qu'il reçoit sur sa face 10a.

On peut prévoir des diodes électroluminescentes 20 pour émettre, en direction du conducteur en place, lorsque le rétroviseur est correctement orienté, un rayonnement infrarouge apte à éclairer au moins le visage de conducteur en place, lorsque la lumière d'ambiance (y compris celle du tableau de bord) est insuffisante pour le fonctionnement correct du capteur 10, qui dans ce cas doit être sensible au rayonnement infrarouge, et de son unité électronique 19 ; l'excitation, éventuellement progressive, de ces diodes est, par exemple, contrôlée par l'unité électronique 19 grâce à une cellule photoélectrique (non représentée) ou en réponse à des signaux de pixels (dans le signal vidéo) d'intensité insuffisante (comme représenté schématiquement par le conducteur 21).

L'alarme activée, en cas d'endormissement du conducteur, par l'unité électronique 19 est illustrée schématiquement en 22 sur la figure 4, sur laquelle on n'a pas illustré les alimentations du capteur 10, de l'unité électronique 19 et des diodes 20, pour simplifier cette figure.

L'unité 19 pourrait, en variante, être disposée hors du boîtier du rétroviseur.

On va maintenant exposer le traitement, dans l'unité électronique d'analyse 19, du signal vidéo issu du capteur optoélectronique 10 (à micro-caméra électronique ou capteur MOS avec lentille incorporée suivie d'une unité électronique), ce signal vidéo comportant une succession de trames correspondantes (de même nature) à la cadence de 50 ou 60 telles trames par seconde (soit les trames paires ou bien impaires dans le cas d'un signal à deux trames entrelacées par image, soit les trames uniques dans le cas d'un signal à une seule trame par image) ; ce traitement a pour objet de réaliser la surveillance de la vigilance du conducteur en place en déterminant, en temps réel et en continu, la durée des clignements

de ses yeux et en déclenchant, en cas de tendance du conducteur à l'endormissement (révélée par la variation de cette durée), un signal d'alarme apte à éveiller celui-ci.

Le procédé et le dispositif, selon la présente invention mettant en œuvre, pour repérer et localiser une zone en mouvement (à savoir successivement le conducteur, son visage et ses yeux, en particulier ses paupières) et déterminer la direction et éventuellement la vitesse de ce mouvement, le procédé et le dispositif selon les demandes de brevet sus-

5 visées, dont les descriptions sont incorporées dans la présente description détaillée par référence, il est utile de résumer le processus décrit dans ces demandes de brevet.

Dans ces demandes, le signal vidéo (produit par une caméra vidéo ou autre

10 capteur), qui comprend une succession de trames de même nature (constituées par les trames correspondantes, soit paires, soit impaires, dans le cas d'un système vidéo à deux trames entrelacées par image, soit les trames successives dans le cas d'un système vidéo à trame unique par image), est traité pour successivement

- déduire, des variations de la valeur ou intensité de chaque pixel entre une trame et la

15 trame correspondante antérieure,

 - d'une part, un signal binaire, noté *DP*, dont les deux valeurs possibles sont représentatives, l'une, d'une variation significative de la valeur du pixel et, l'autre, d'une non-variation significative de cette valeur, valeurs notées par exemple «1» et «0» respectivement, et

- 20 • d'autre part, un signal numérique, noté *CO*, à nombre réduit de valeurs possibles, ce signal étant représentatif de la grandeur de cette variation de la valeur du pixel ;
- répartir suivant une matrice, par roulement, des valeurs de ces deux signaux *DP* et *CO* pour une même trame qui défile à travers la matrice ; et
- déduire, de cette répartition matricielle, le déplacement recherché et ses paramètres

25 (localisation, direction et vitesse).

Cette dernière opération de détection du déplacement met en préférence en œuvre, selon ces demandes de brevet précitées,

- la formation d'histogrammes, suivant deux axes, par exemple *Ox* et *Oy* orthogonaux, d'au moins les signaux *DP* et *CO*, répartis matriciellement dans l'opération précédente,

30 et

- le repérage, dans chacun des histogrammes relatifs à *DP* et *CO*, d'un domaine de variation significative de *CO* avec simultanément *DP* = «1».

La présente invention, réalise successivement, par mise en œuvre du procédé et dispositif selon les demandes de brevet précitées, dont on vient de résumer le processus,

- dans une phase préliminaire, la détection de la présence d'un conducteur en place ;
- dans une première phase, le cadrage du visage du conducteur dans les trames de même nature, ou correspondantes, successives du signal vidéo ;
- dans une deuxième phase, le cadrage des yeux du conducteur à l'intérieur du cadrage du visage ;
- dans une troisième phase, la détermination des durées successives des clignements des yeux du conducteur, et éventuellement la détermination des intervalles de temps séparant deux clignements successifs ;
- dans une quatrième phase, la comparaison des durées des clignements à un certain seuil, avec génération d'un signal d'alarme apte à éveiller le conducteur dès que cette comparaison révèle le dépassement vers le haut de ce seuil par cette durée, et éventuellement la comparaison des variations temporelle des intervalles de temps entre deux clignements successifs à un autre seuil, avec génération d'un signal d'alarme renforcé dès que cette comparaison révèle le dépassement vers le haut de ce dernier seuil.

On va décrire maintenant plus en détail la réalisation de chacune de ces cinq phases par le procédé et le dispositif selon l'invention.

La phase préliminaire, qui détecte la présence d'un conducteur en place et amorce la première phase de cadrage du visage, est déclenchée par un contacteur actionné manuellement ou autrement, notamment par mise en œuvre des procédé et dispositif des demandes de brevet précitées ; elle commence effectivement avec le réglage du rétroviseur pour orienter la face avant 9a du miroir sans tain 9 de celui-ci (figure 4) vers le conducteur afin qu'il aperçoive dans ce miroir la rue ou route derrière lui, au cas il y a besoin d'un tel réglage.

La figure 6 illustre, entre les directions 23a et 23b, le champ 23 du capteur 10, la tête T du conducteur devant se trouver, du fait du réglage du rétroviseur intérieur 8, tel que décrit avec référence aux figures 4 et 5, à l'intérieur et dans la zone centrale de ce champ conique 23. Ce champ peut être relativement étroit, étant donné que les déplacements de la tête T du conducteur au cours de la conduite sont limités (sauf rares exceptions) ; la limitation du champ améliore la sensibilité du dispositif étant donné que l'image du visage du conducteur, qui est reçue par la face 10a du capteur correctement orienté en même

temps que le miroir 9, occupe alors une place relativement importante dans les trames du signal vidéo ; elle est donc représentée par un nombre de pixels qui est une fraction notable du nombre total des pixels par trame.

Sur la figure 6 on retrouve les directions ou rayons lumineux 1, 2a et 2b de la figure 3.

La mise en place du conducteur est avantageusement détectée par les déplacements de sa tête, en particulier de son visage, pour venir en position de conduite, par mise en œuvre du procédé et du dispositif selon les deux demandes de brevet précitées qui permettent de détecter les déplacements, comme rappelé brièvement ci-dessus.

En fait l'arrivée du conducteur à sa place et le déplacement de sa tête *T* en résultant sont révélés par le nombre important de pixels du signal vidéo pour lesquels le signal binaire *DP* a la valeur «1» correspondant à une variation significative de la valeur du pixel entre deux trames correspondantes successives et le signal numérique *CO* a une valeur relativement élevée.

Le rapport du nombre de tels pixels (avec *DP* et *CO* ayant les valeurs définies ci-dessus) au nombre total de pixels d'une trame, lors de la mise en place du conducteur, dépend de la dimension du champ de vision du capteur de part et d'autre de la tête *T* en place pour la conduite. En cas de champ de vision étroit (angle réduit entre 23a et 23b figure 6), on peut considérer par exemple, que si plus de la moitié des pixels «en déplacement» d'une trame ont un *DP* et un *CO* avec les valeurs sus-avancées, il y a mise en place du conducteur. On peut alors considérer un seuil de 50 % entre le nombre de pixels «en déplacement» et le nombre total de pixels d'une trame et dans ce cas la phase préliminaire se termine par la production, lorsque ce seuil est dépassé vers le haut, d'un drapeau «1» de présence qui amorce la suite du traitement du signal vidéo, en commençant par la première phase. Bien entendu le seuil retenu pour le déclenchement du drapeau «1» peut être différent de 50 %, en tenant compte du champ de vision du capteur 10.

En variante, le drapeau «1» de présence amorçant la première phase peut être produit par une commande externe à l'unité électronique 19, mais déclenchant celle-ci, par exemple provoquée par l'actionnement de la clé de contact, le bouclage de la ceinture de sécurité du conducteur ou le fléchissement du siège du conducteur sous son poids.

Lorsque la présence du conducteur a été révélée et le drapeau «1» de présence généré, la première phase de traitement du signal vidéo peut commencer. Elle consiste, comme indiqué précédemment, à cadrer le visage du conducteur dans le signal vidéo en

éliminant les portions superflues, en haut, en bas, à droite et à gauche de la tête dans l'image perçue par le détecteur 10.

A cet effet, par mise en œuvre du procédé et du dispositif selon l'invention, ce sont les déplacements horizontaux, c'est-à-dire de la droite vers la gauche et inversement, qui sont détectés, car la tête d'un conducteur a tendance à se déplacer horizontalement plutôt
5 que verticalement, c'est-à-dire de haut en bas et inversement.

On extrait, donc, du flot des données représentées dans les trames correspondantes successives du signal vidéo, un signal de déplacement horizontal, en position, sens et éventuellement vitesse, grâce à la matrice roulante des valeurs de DP et CO , et on l'analyse par
10 sélection suivant deux axes de coordonnées privilégiés, par exemple les axes classiques Ox et Oy des coordonnées cartésiennes, par mise en œuvre des moyens de formation d'histogrammes des demandes de brevet précitées.

La comptabilisation, en fin de trames, des pixels représentatifs d'un déplacement horizontal permet de détecter des pics de déplacement le long des bords du visage, pour
15 lesquels les variations de luminosité, donc de valeur de pixel, sont les plus importantes, aussi bien en projection horizontale suivant Ox qu'en projection verticale suivant Oy par exemple.

Ceci est illustré sur la figure 7 sur laquelle on a représenté les axes Ox et Oy , ainsi que les histogrammes $24x$, suivant Ox , et $24y$, suivant Oy , c'est-à-dire en projection
20 horizontale et verticale respectivement.

Les pics $25a$ et $25b$, de l'histogramme $24x$, et $25c$ et $25d$, de l'histogramme $24y$, délimitent, par leur coordonnées respectives $26a$, $26b$, $26c$, $26d$, un cadre limité par les droites Ya , Yb , Xc , Xd qui renferme le visage V du conducteur entouré par les ondulations
25 respectives $27a$, $27b$, $27c$, $27d$ qui illustrent les légers mouvements du conducteur dans les zones de plus grande variation des intensités des pixels, lors de ses mouvements.

Le repérage des coordonnées $26a$, $26b$, $26c$ et $26d$, correspondant aux quatre pics $25a$, $25b$, $25c$ et $25d$ des deux histogrammes $24x$ et $24y$, permet donc de mieux définir et cadrer l'emplacement du visage V du conducteur dans la zone Z et d'éliminer, pour la suite du traitement du signal vidéo, les portions supérieure, inférieure, de droite et de gauche par
30 rapport au cadre Xc , Xd , Ya , Yb , comme illustré sur la figure 8 par des zones hachurées encadrant le visage V , ce qui permet d'accroître la précision, et éventuellement la cadence, de l'analyse portant sur la zone centrale Z , non hachurée, encadrée par les droites Xc , Xd , Ya , Yb et contenant le visage V .

Cette opération de cadrage du visage entier est renouvelée à intervalles réguliers, par exemple toutes les dix trames du signal vidéo, et les valeurs moyennes (au cours du temps) des coordonnées $26a$, $26b$, $26c$, $26d$, sont déterminées, en redéfinissant le cadre, légèrement variable, mais relativement stable, Xc , Xd , Ya , Yb autour du visage V . On
 5 constate donc que la position dudit cadre (avec la zone limitée pour l'analyse ultérieure) est très robuste, c'est-à-dire stable au cours du temps.

Un nouveau drapeau «1» de visage cadré est produit après établissement du cadrage du visage V du conducteur.

La production de ce drapeau déclenche la deuxième phase, qui consiste à réduire
 10 encore plus le cadre du traitement, à savoir à celui des yeux du conducteur.

Cette deuxième phase comporte, de préférence, une opération préliminaire consistant à utiliser, dans l'unité électronique 19, le rapport anthropométrique habituel entre la zone des yeux et l'ensemble du visage chez un être humain, notamment dans le sens vertical, la zone des yeux occupant seulement une portion limitée du visage entier.

15 L'unité électronique 19 détermine alors, dans cette opération préliminaire, par ratio un cadre Z' plus limité, incluant les yeux U du conducteur, dans le cadre précédent Z du visage V , limité par Ya , Yb , Xc , Xd , ce cadre Z' étant, comme illustré sur la figure 9 défini par les droites $Y'a$, $Y'b$, $X'c$ et $X'd$ à l'intérieur du cadre Ya , Yb , Xc , Xd (zone Z).

On élimine ainsi les zones hachurées externes (simples hachures) sur la figure 9
 20 pour ne conserver que le cadre Z' , ce qui facilite le cadrage définitif des yeux dans la deuxième phase et augmente sa précision et la vitesse de sa détermination.

Après la fin de cette opération préliminaire si elle existe, ce qui génère un drapeau «1» de cadrage grossier des yeux, ou directement après la première phase de traitement, c'est-à-dire respectivement en réponse à l'apparition du drapeau «1» de cadrage grossier
 25 des yeux ou du drapeau «1» de visage cadré respectivement, l'unité électronique 19 effectue la deuxième phase de cadrage effectif plus serré des yeux du conducteur en détectant, dans la matrice des DP et CO , les emplacements de pixels pour lesquels $DP = 1$ et CO présente une valeur élevée, notamment pour des déplacements dans le sens vertical du fait que les paupières clignent de haut en bas et inversement.

30 Lorsque le nombre de tels emplacements de pixels atteint un certain seuil dans le cadre $Y'a$, $Y'b$, $X'c$, $X'd$ (zone Z') dans le cas où l'opération préliminaire est prévue ou dans le cadre Ya , Yb , Xc , Xd (zone Z) en l'absence d'une telle opération préliminaire, ce seuil étant par exemple de 20 % par rapport au nombre total de pixels dans le cadre $Y'a$, $Y'b$, $X'c$,

$X'd$ dans le premier cas et de 10 % par rapport au nombre total de pixels dans le cadre $Y'a$, $Y'b$, $X'c$, $X'd$ dans le second cas, un drapeau «1» de cadrage fin des yeux est généré ; ce drapeau indique en fait que les paupières du conducteur sont actives, car il est provoqué par les clignements des yeux du conducteur ; mouvements dans le sens vertical repérés de la même manière que les déplacements horizontaux du visage du conducteur dans la première phase.

Sur la figure 10 on a illustré le cadre éventuel $Y'a$, $Y'b$, $X'c$, $X'd$, définissent la zone Z' de cadrage grossier des yeux du conducteur, ainsi que les histogrammes $28x$ selon l'axe Ox et $28y$ suivant l'axe Oy des déplacements verticaux des paupières du conducteur, c'est-à-dire des pixels de la matrice révélant, par leur DP et leur CO , de tels déplacements. Ces histogrammes $28x$ et $28y$, qui correspondent aux histogrammes $24x$ et $24y$ des déplacements horizontaux du visage du conducteur, illustrés sur la figure 7, déterminent, par leurs pics $29a$, $29b$, $29c$, $29d$, des droites horizontales $X''c$ et $X''d$ et des droites verticales $Y''a$ et $Y''b$ définissant, à l'intérieur de la zone Z' , une zone Z'' qui encadre les yeux du conducteur dont les déplacements des bords sont indiqués en $30a$ et $30b$ pour un œil et $30c$ et $30d$ pour l'autre œil.

La position du cadre $Y''a$, $Y''b$, $X''c$, $X''d$ est réactualisée par détermination des valeurs moyennes au cours du temps, par exemple toutes les dix trames, des coordonnées des pics $29a$, $29b$, $29c$, $29d$ et, à partir de la production du drapeau «1» de cadrage fin des yeux, ce sont seulement les pixels compris dans le cadre limité de la zone Z'' qui sont traités dans la troisième phase déclenchée par ce drapeau (la zone Z'' étant figurée en blanc sur la figure 9).

Dans cette troisième phase sont déterminées les durées des clignements des yeux, et éventuellement les intervalles de temps séparant deux clignements successifs, en perfectionnant l'analyse des déplacements verticaux des paupières dans la zone Z'' par traitement dans l'unité électronique 19 des portions des trames successives du signal vidéo correspondant à cette zone Z'' , ce qui permet une grande précision.

Sur la figure 11 on a illustré dans un système de coordonnées suivant trois directions orthogonales entre elles, à savoir OQ sur laquelle on a porté CO , c'est-à-dire les intensités de la variation de la valeur de pixel, correspondant au mouvement vertical des paupières, Ot sur laquelle on a porté les intervalles de temps entre deux clignements successifs et Oz sur laquelle on a porté les durées des clignements, donc trois paramètres

différents permettant de déterminer le passage de l'état éveillé à l'état endormi du conducteur. Deux clignements successifs C_1 et C_2 sont représentés sur la figure 11.

La figure 12 illustre par la courbe C , sur la portion (a), la variation, dans le temps suivant Ot du nombre de pixels par trame en mouvement vertical significatif (pour lesquels
5 $DP = 1$ et CO a une valeur relativement importante), les pics successifs P_1, P_2, P_3 du nombre de pixels en mouvement correspondant à des clignements.

Les trames correspondantes successives relatives à la courbe C sont représentées, schématiquement et en partie, sur la portion (b) de la figure 12, par des traits verticaux, tels que 31, dont les pics P_1, P_2, P_3 sont encadrés par des rectangles R_1, R_2, R_3 respectivement,
10 les deux portions (a) et (b) de la figure 12 étant disposées, l'une sous l'autre, en synchronisme temporel. Sur cette figure 12 on a représenté enfin les durées des clignements (5,6,5) et les intervalles de temps (14, 17) entre clignements successifs, en nombre de trames, valeurs qui correspondent à l'état éveillé du conducteur.

L'unité électronique 19, dans cette troisième phase, calcule les durées successives
15 des clignements des yeux et les intervalles de temps successifs entre deux clignements consécutifs et fait une analyse statistique bi-dimensionnelle entre les durées successives des clignements et les intervalles entre clignements. Elle établit si les durées des clignements dépassent un certain seuil, par exemple 350 ms, et dans ce cas déclenchent un drapeau «1» de seuil de clignement dépassé et éventuellement si les intervalles de temps
20 entre deux clignements successifs sont relativement constants ou au contraire significativement variables dans le temps, et dans le second cas déclenchent un drapeau «1» d'intervalles entre clignements variables.

Le premier drapeau sert à déclencher une alarme, sonore par exemple, apte à réveiller le conducteur, tandis que le second drapeau renforce l'alarme, par exemple en
25 augmentant le niveau sonore.

L'ordinogramme annexé à titre de planche 6 (figure 13) résume les différentes phases successives.

Le dialogue avec l'extérieur est réalisé, de préférence en mode série (CAN – VAN).

Le rétroviseur des figures 4 et 5 convient aussi bien pour un conducteur occupant le
30 siège gauche que le siège droit, pour les pays à conduite à droite, et peut éventuellement être un rétroviseur extérieur, notamment du côté du conducteur.

Comme il va de soi, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation préféré décrit et illustré, ni à ses variantes mentionnées ci-dessus ; l'invention englobe au contraire

les modifications, variantes et perfectionnement entrant dans le cadre des définitions de l'invention données dans le préambule et les revendications jointes.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour surveiller en continu l'état de vigilance du conducteur d'un véhicule automobile, afin de détecter et prévenir une tendance éventuelle à l'endormissement de celui-ci,
- 5 qui consiste
- à produire un signal vidéo représentatif, en temps réel, des images successives d'au moins le visage du conducteur ;
 - à traiter ce signal, successivement et en continu, pour
- 10
- détecter, dans ce signal, la portion correspondant effectivement à l'image de la tête du conducteur,
 - déterminer la valeur d'un paramètre relatif au clignement des paupières, qui se modifie notablement lors du passage de l'état éveillé à l'état somnolent du conducteur de part et d'autre d'un seuil, et
- 15
- repérer, en temps réel, le franchissement, par la valeur de ce paramètre, de ce seuil représentatif du passage de l'état éveillé à l'état somnolent du conducteur ; et
 - à déclencher, en réponse au franchissement de ce seuil, une alarme apte à réveiller le conducteur ;
- 20 et qui est caractérisé en ce que
- d'une part, le signal vidéo est produit en utilisant un capteur optoélectronique solidaire d'un rétroviseur du véhicule automobile et ayant son axe optique de réception des rayons lumineux dirigé vers la tête du conducteur lorsque le rétroviseur est correctement orienté ; et
- 25
- d'autre part, le traitement dudit signal vidéo consiste, après avoir détecté la présence du conducteur à sa place, à, successivement et en continu ,
 - détecter, à partir dudit signal vidéo, les déplacements horizontaux du conducteur, afin de cadrer le visage de celui-ci dans les trames correspondantes successives du signal vidéo,
- 30
- détecter, à partir dudit signal vidéo, les déplacements verticaux dans le visage, ainsi cadré, du conducteur, afin de cadrer les yeux de celui-ci,

- déterminer, à partir dudit signal vidéo, les durées successives des clignements des yeux, ainsi cadrés, de celui-ci, ces durées constituant le dit paramètre,
 - comparer ces durées successives des clignements, ainsi déterminées, à un seuil représentatif du passage de l'état éveillé à l'état somnolent du conducteur, et
 - déclencher, lorsque les durées de clignement dépassent vers le haut le dit seuil, une alarme apte réveiller le conducteur.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit capteur est placé dans le boîtier du rétroviseur derrière la glace de celui-ci qui est constituée par un miroir sans tain.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'on détecte la présence du conducteur à sa place en déterminant le nombre de pixels correspondants dans les trames successives de même nature du signal vidéo pour lesquels un déplacement significatif est détecté et en comparant ce nombre au nombre total de pixels par trame du signal vidéo, afin de déterminer si le rapport entre le nombre de pixels représentant un déplacement et le nombre total de pixels par trame dépasse un seuil représentatif du passage de l'absence de conducteur à sa place à la présence d'un conducteur à sa place.
4. Procédé selon la revendication 1, 2, ou 3 caractérisé en ce qu'entre les phases de détection des déplacements horizontaux, afin de cadrer le visage du conducteur, et de détection des déplacements verticaux, afin de cadrer les yeux de celui-ci, on prévoit une phase de cadrage large des yeux en se limitant à une portion du visage cadré englobant les yeux et leur environnement immédiat, par application du rapport anthropométrique entre ladite portion et le visage entier d'une personne.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce, simultanément à la phase de détermination des durées des clignements des yeux, on prévoit une phase de détermination des intervalles de temps séparant deux clignements successifs de ceux-ci et on déclenche une alarme renforcée dès que ces intervalles de temps présentent une irrégularité qui dépasse un seuil déterminé.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on réactualise en continu les données concernant au moins un des paramètres suivants : déplacements horizontaux, déplacements verticaux, durées des clignements des yeux, intervalles entre clignements successifs, afin de perfectionner les approximations des

valeurs normales de ces paramètres pour le conducteur effectivement présent et à l'état éveillé.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les différentes phases successives du procédé sont réalisées au moyen de programmes informatiques successifs portant sur le traitement des valeurs successives des pixels correspondants des trames de même nature du signal vidéo obtenu à partir dudit capteur.
8. Dispositif pour surveiller en continu l'état de vigilance du conducteur d'un véhicule automobile, afin de détecter et prévenir une tendance éventuelle à l'endormissement de celui-ci, qui met en œuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 et qui est caractérisé en ce qu'il comprend, en combinaison :
 - un capteur optoélectronique (10), qui, en combinaison avec une électronique associée (19), élabore, en réponse à la réception de rayons lumineux, un signal vidéo à trames de même nature, ou correspondantes, successives, ledit capteur étant solidaire d'un rétroviseur (8) du véhicule et ayant son axe optique (10b) de réception des rayons lumineux dirigé vers la tête (T) du conducteur lorsque le rétroviseur est correctement orienté ;
 - des moyens pour détecter la présence du conducteur à sa place dans le véhicule, et pour élaborer un signal de présence ;
 - des moyens, activés par ce signal de présence, pour détecter, à partir dudit signal vidéo, les déplacements horizontaux de dit conducteur, afin de cadrer le visage (V) de celui-ci dans les trames successives de même nature dudit signal vidéo, et pour élaborer un signal de fin de cadrage de visage ;
 - des moyens, activés par ledit signal de fin de cadrage du visage, pour détecter, à partir de la portion des trames successives de même nature dudit signal vidéo correspondant au cadrage du visage, les déplacements verticaux dans le visage, ainsi cadré, du conducteur, afin de cadrer les yeux (U) de celui-ci dans ladite portion des trames de ce signal, et pour élaborer un signal de fin de cadrage des yeux du conducteur ;
 - des moyens, activés par ledit signal de fin de cadrage des yeux, pour déterminer, à partir de la portion des trames successives de même nature dudit signal vidéo correspondant au cadrage des yeux, les durées successives des clignements des yeux du conducteur ;

- des moyens pour comparer ces durées successives des clignements, ainsi déterminées, à un seuil représentatif du passage de l'état éveillé à l'état somnolent du conducteur ; et
 - des moyens pour déclencher, lorsque les durées des clignements dépassent ledit seuil, une alarme (22) apte à réveiller le conducteur.
- 5
9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que ledit capteur (10) est placé dans le boîtier du rétroviseur (8) derrière le miroir de celui-ci, qui est un miroir (9) sans tain.
10. Dispositif selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que lesdits moyens pour
- 10 détecter la présence du conducteur à sa place et pour élaborer un signal de présence sont constitués par des moyens pour déterminer le nombre de pixels dans les trames successives de même nature dudit signal vidéo pour lesquels un déplacement significatif est détecté, des moyens pour comparer ledit nombre au nombre total de pixels par trame du signal vidéo, afin de déterminer si le rapport entre le nombre de
- 15 pixels correspondant à un déplacement et le nombre total de pixels par trame dépasse un seuil représentatif du passage de l'état d'absence de conducteur à sa place à l'état de présence d'un conducteur à sa place.
11. Dispositif selon la revendication 8, 9 ou 10, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens, activés par ledit signal de fin de cadrage du visage, pour sélectionner, dans
- 20 ladite portion des trames successives dudit signal vidéo correspondant au cadrage du visage, une portion réduite correspondant à un cadrage large, ou grossier, des yeux du conducteur englobant les yeux et leur environnement immédiat par application du rapport anthropométrique entre ledit cadrage large et le visage entier d'une personne et des moyens pour élaborer un signal de fin de cadrage large des yeux, ce signal activant
- 25 lesdits moyens pour détecter les déplacements verticaux dans le visage du conducteur.
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens, fonctionnant en parallèle avec lesdits moyens pour déterminer les durées successives des clignements des yeux et donc activés par ledit signal de fin de cadrage des yeux, pour déterminer les intervalles de temps séparant
- 30 deux clignements successifs et pour déclencher une alarme renforcée dès que ces intervalles de temps présentent une irrégularité qui dépasse un seuil déterminé.
13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour réactualiser en continu les données concernant au

moins un des paramètres suivants: déplacements horizontaux, déplacements verticaux, durées des clignements des yeux, intervalles entre clignements successifs, afin de perfectionner les approximations des valeurs normales du paramètre impliqué pour le conducteur effectivement présent et à l'état éveillé.

5

14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'ensemble capteur opto-électronique (10) - unité électronique (19) produit un signal vidéo comportant une succession de trames correspondantes de même nature à succession de lignes constituées par une succession de pixels et traite ledit signal vidéo pour successivement:

10

- déduire, des variations de la valeur ou intensité de chaque pixel entre une trame et la trame correspondante antérieure,

15

- d'une part, un signal binaire, noté *DP*, dont les deux valeurs possibles sont représentatives, l'une, d'une variation significative de la valeur du pixel et, l'autre, d'une non-variation significative de cette valeur, et

- d'autre part, un signal numérique, noté *CO*, à nombre réduit de valeurs possibles, ce signal étant représentatif de la grandeur de cette variation de la valeur du pixel;

20

- répartir suivant une matrice, par roulement, des valeurs de ces deux signaux *DP* et *CO* pour une même trame qui défile à travers la matrice; et

- déduire, de cette répartition matricielle, le déplacement recherché et ses paramètres de localisation et de direction.

25

15. Rétroviseur de véhicule automobile, caractérisé en ce que son miroir est constitué par une glace sans tain (9) et en ce qu'il comporte, derrière cette glace, un capteur avec optoélectronique (10) qui coopère avec une unité électronique (19) également disposée à l'intérieur du rétroviseur et en ce que l'ensemble capteur opto-électronique (10) - unité électronique (19) produit un signal vidéo comportant une succession de trames correspondantes de même nature à succession lignes constituées par une succession de pixels et traite ledit signal vidéo pour successivement:

30

- déduire, des variations de la valeur ou intensité de chaque pixel entre une trame et la trame correspondante antérieure,

35

- d'une part, un signal binaire, noté *DP*, dont les deux valeurs possibles sont représentatives, l'une, d'une variation significative de la valeur du pixel et,

- d'autre part, un signal numérique, noté *CO*, à nombre réduit de valeurs possibles, ce signal étant représentatif de la grandeur de cette variation de la valeur du pixel;
 - répartir suivant une matrice, par roulement, des valeurs de ces deux signaux *DP* et *CO* pour une même trame qui défile à travers la matrice;
 - déduire, de cette répartition matricielle, le déplacement recherché et ses paramètres de localisation et de direction; et
 - déclencher un dispositif d'alarme (22) dès que ladite unité détermine que les mouvements verticaux des paupières d'une personne regardant la face avant (9a) de ladite glace correspondent à une durée des clignements des yeux qui dépasse un seuil prédéterminé inclus dans l'intervalle temporel compris entre la durée des cliquements d'une personne éveillée et celle d'une personne qui somnole.
- 10
- 15
16. Rétroviseur de véhicule automobile selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'il porte en outre au moins une diode (20) électroluminescente au moins dans l'infra-rouge qui est activée au moins lorsque la luminosité ambiante devient insuffisante pour éclairer le visage du conducteur et en ce que ledit capteur optoélectronique (10) est sensible, entre autres, aux radiations infra-rouges émises par ladite diode.

2/6

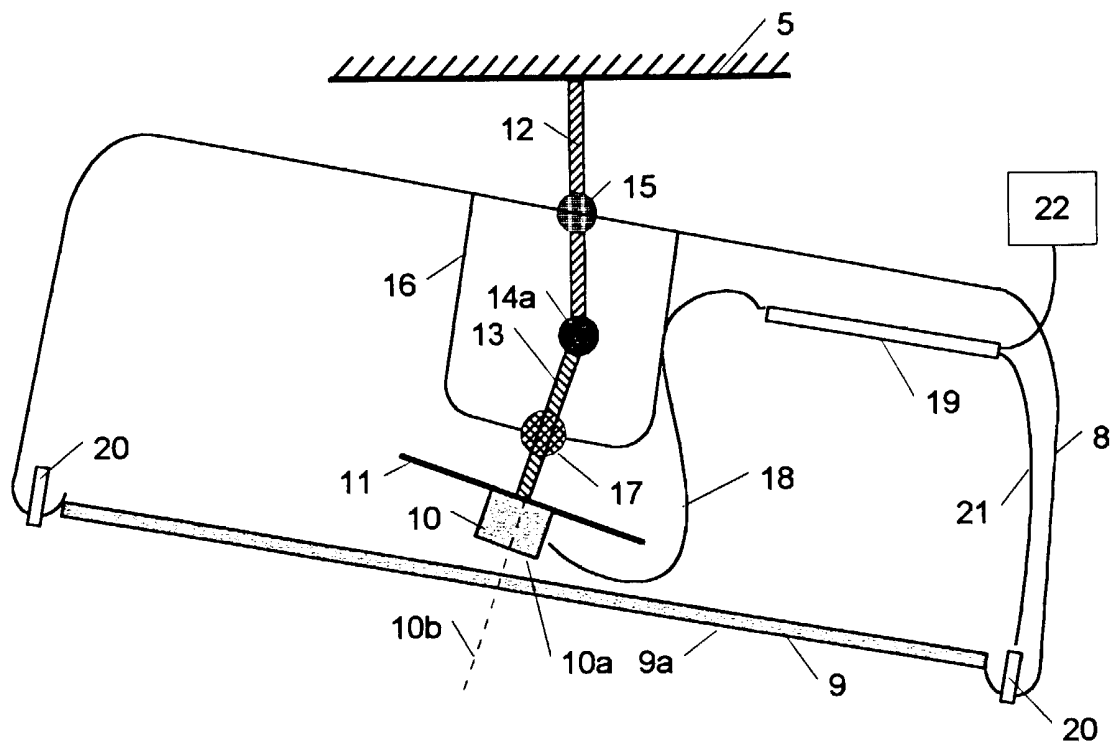


Fig. 4

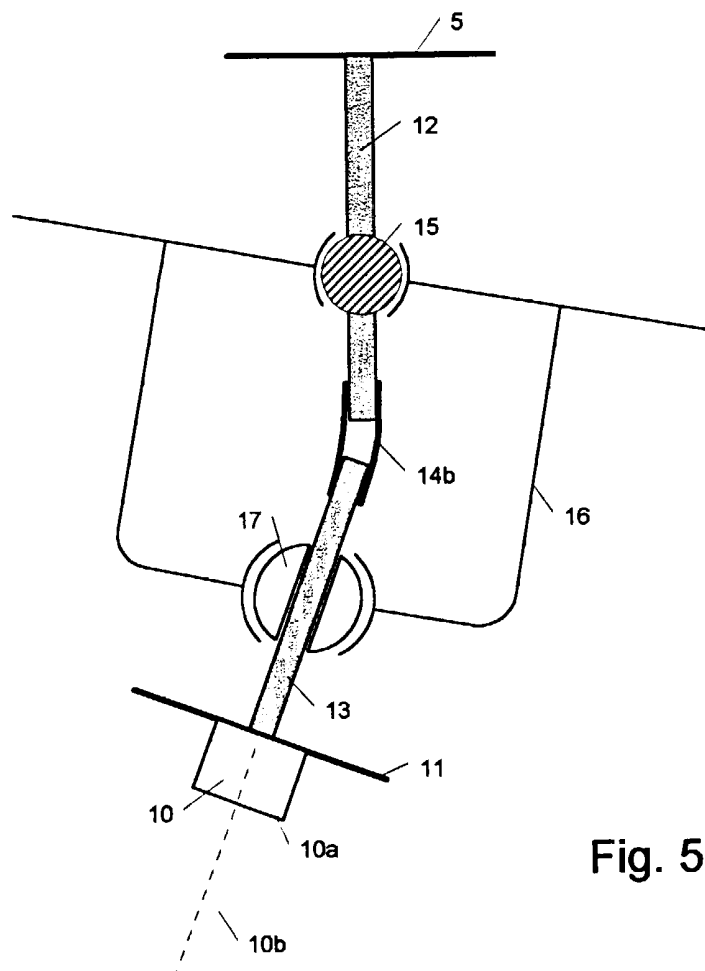
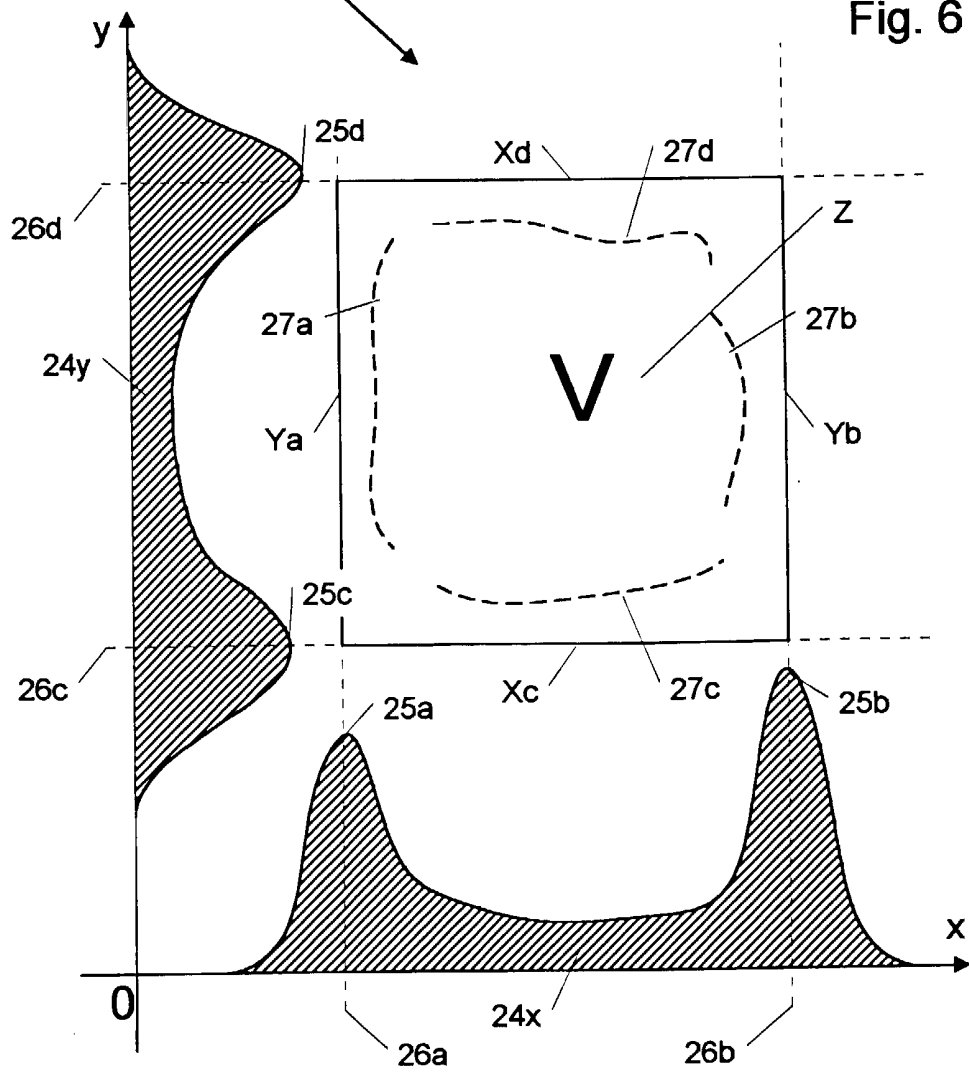
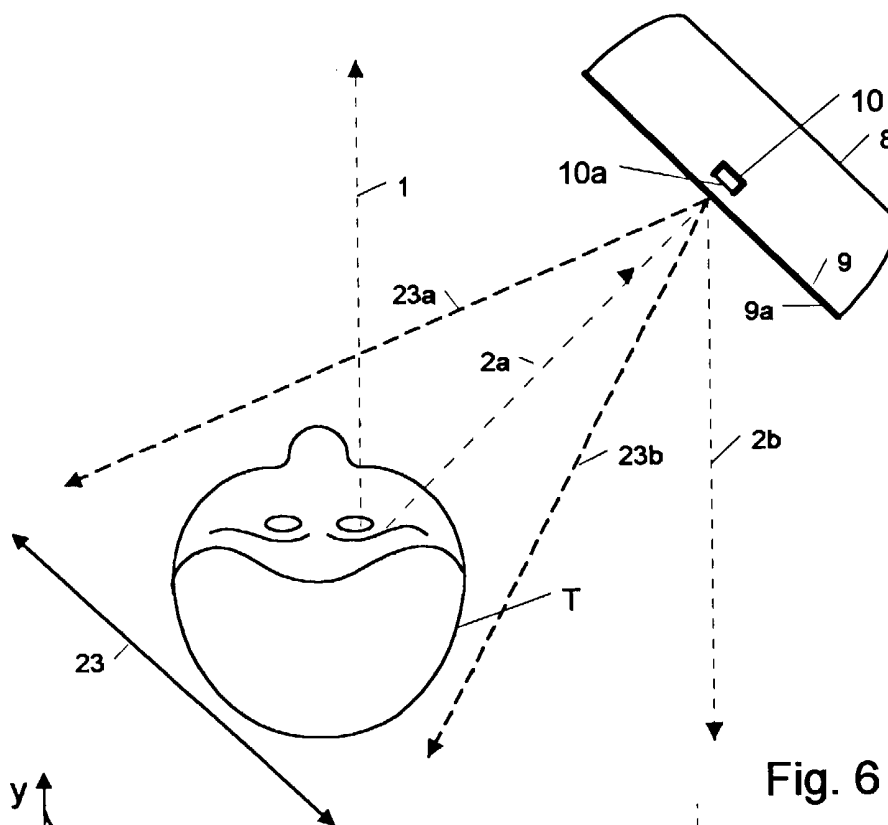


Fig. 5

3/6



4/6

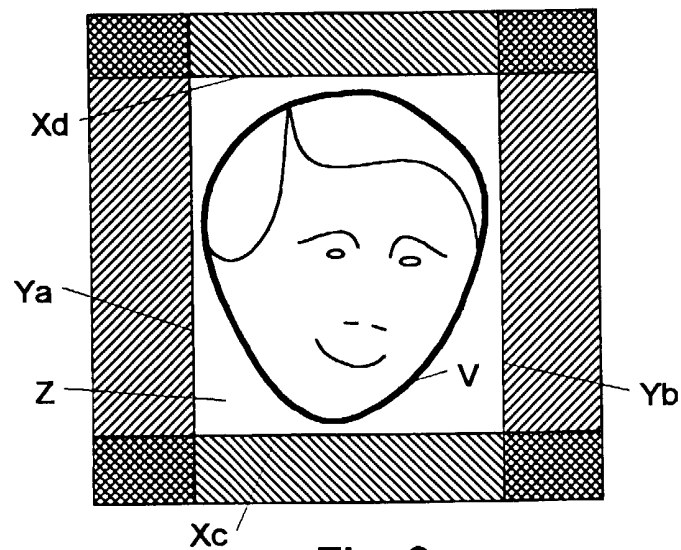


Fig. 8

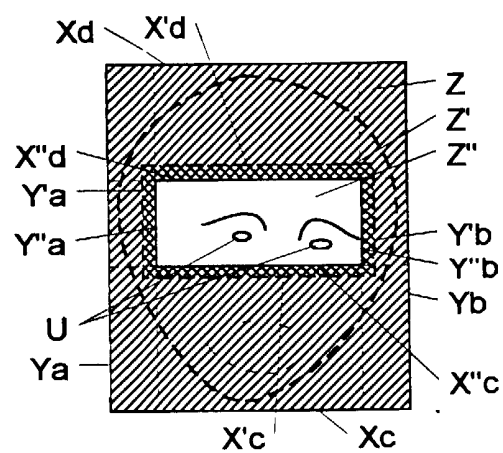


Fig. 9

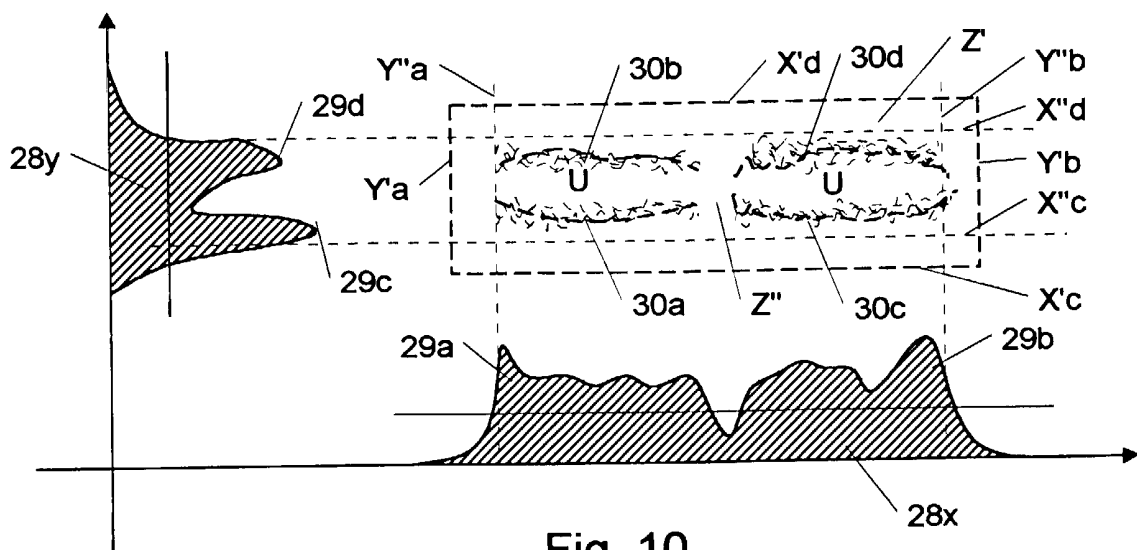


Fig. 10

5/6

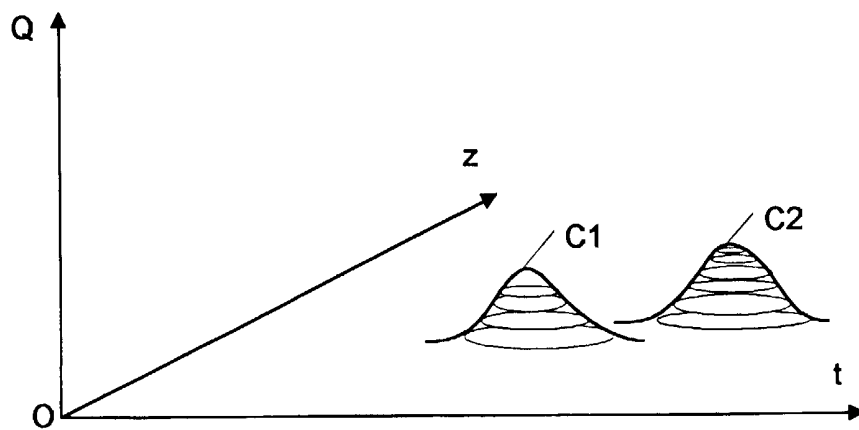
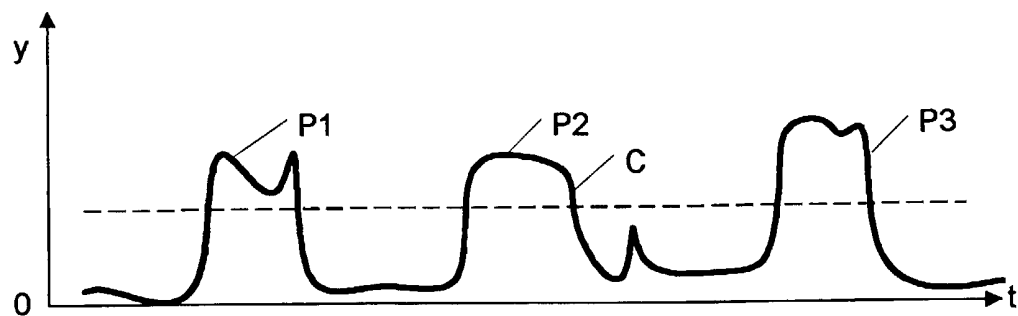
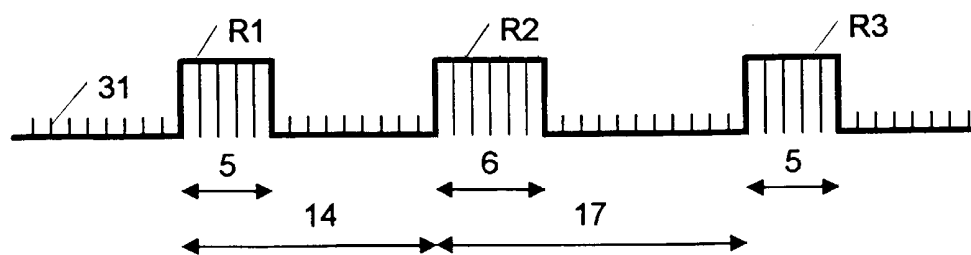


Fig. 11



(a)



(b)

Fig. 12

6/6

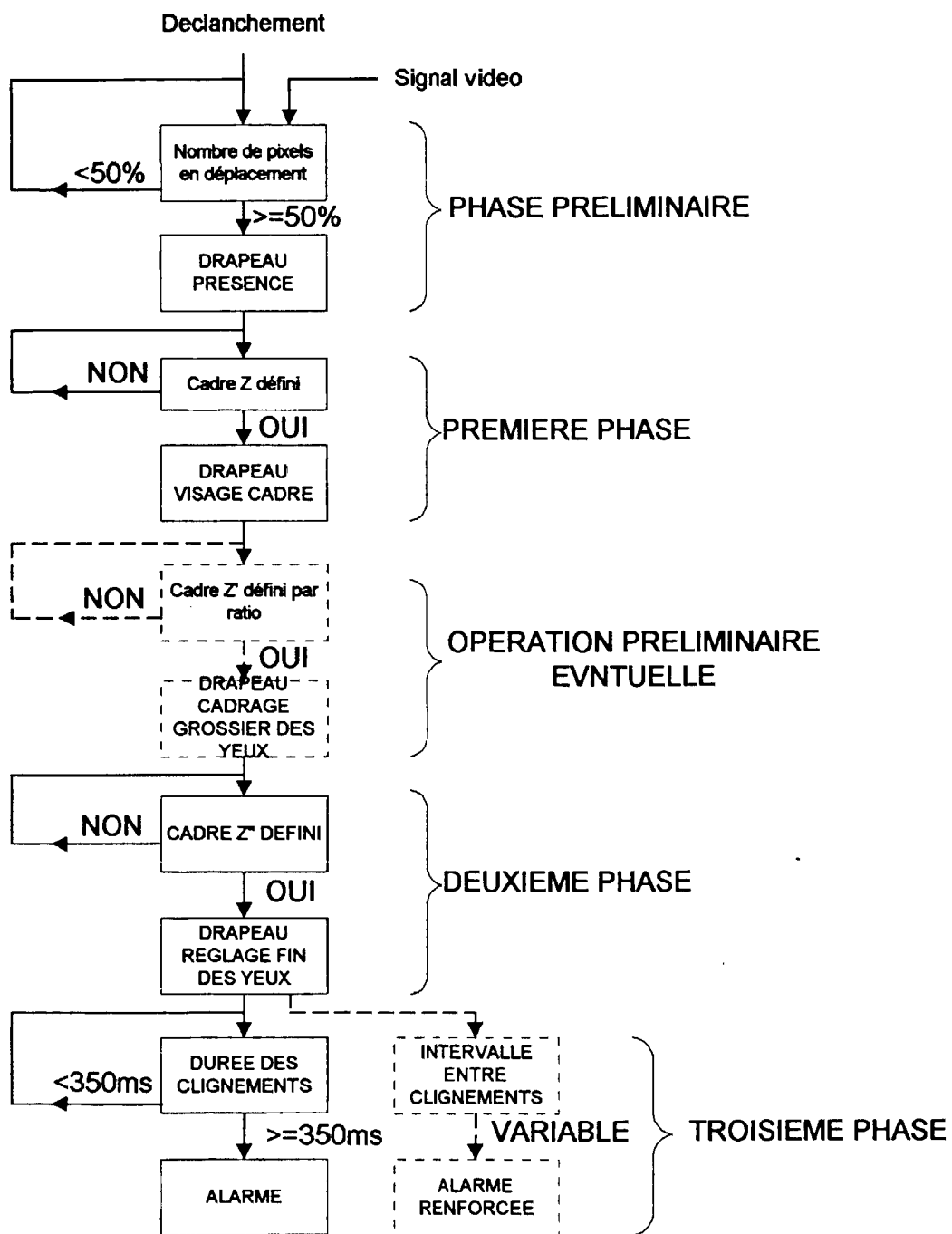


Fig. 13

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE**
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 555565
FR 9800378

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	DE 197 15 519 A (MITSUBISHI) 6 novembre 1997 * le document en entier * ---	1-16
Y	WO 97 01246 A (STEED VAN P.) 9 janvier 1997 * abrégé * ---	1-16
A	UENO H ET AL: "DEVELOPMENT OF DROWSINESS DETECTION SYSTEM" PROCEEDINGS OF THE VEHICLE NAVIGATION AND INFORMATION SYSTEMS CONFERENCE, YOKOHAMA, AUG. 31 - SEPT. 2, 1994, 31 août 1994, pages 15-20, XP000641294 INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS -----	1-16
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		G08B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
13 octobre 1998		Sgura, S
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention 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. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		