

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

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

2 609 566

21 N° d'enregistrement national :

87 00316

51 Int Cl<sup>4</sup> : G 08 G 1/00.

12

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 14 janvier 1987.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 28 du 15 juillet 1988.

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : Association pour la Recherche et le Développement des Méthodes et Processus Industriels (dite ARMINE) (Association du type 1901) et Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (I.N.-R.E.T.S.) (Etablissement public à caractère administratif et technique). — FR.

72 Inventeur(s) : Serge Beucher ; Jean-Marc Blosseville ; François Lenoir.

73 Titulaire(s) :

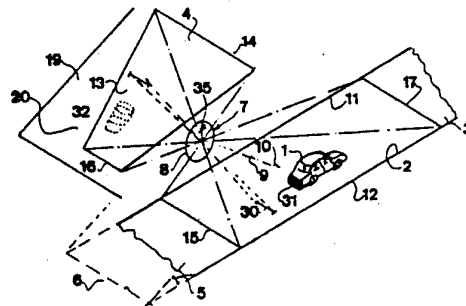
74 Mandataire(s) : Abritt.

54 Procédé de détermination de la trajectoire d'un corps apte à se déplacer sur une voie et dispositif de mise en œuvre du procédé.

57 La présente invention concerne un procédé de détermination de la trajectoire d'un véhicule sur une portion de voie.

Le procédé selon l'invention est essentiellement caractérisé par le fait qu'il consiste à former une image réelle principale 4 d'une portion de voie 2, dans un plan 19 formant un angle 5 non nul avec celui de cette portion de voie, à décomposer l'image principale formée en une pluralité de points 21, à déterminer la relation entre la dimension d'une longueur unitaire 30 prise sensiblement au niveau de la portion de voie et la dimension de son image formée dans l'image principale, en fonction du nombre de points recouverts par cette image et de l'emplacement de la longueur unitaire sur la portion de voie, à déterminer une image secondaire 32 dans l'image principale, cette image secondaire correspondant à un repère longitudinal 31 lié au véhicule, à déterminer les différentes positions successives de l'image secondaire par corrélation du nombre de points qu'elle recouvre, sachant qu'elle correspond, suivant la relation mentionnée, à une longueur constante au niveau de la portion de voie.

Application, notamment, à l'analyse du trafic des véhicules sur les routes et autoroutes.



FR 2 609 566 - A1

D

Procédé de détermination de la trajectoire d'un corps  
apte à se déplacer sur une portion de voie et  
Dispositif de mise en oeuvre du Procédé

La présente invention concerne les procédés de détermination de la trajectoire d'un corps apte à se déplacer sur une portion de voie, et plus particulièrement les procédés permettant de pouvoir déterminer la trajectoire des véhicules du type automobile sur les voies comme les routes, autoroutes, etc..., sur une distance relativement importante et des surfaces de déplacement de différentes formes comme une portion rectiligne, deux portions formant un carrefour, etc... La présente invention concerne aussi les dispositifs permettant de mettre en oeuvre ces procédés.

Le trafic des véhicules automobiles ne cesse d'augmenter depuis quelques années et cette augmentation n'est pas suivie, dans certaines régions, d'une évolution adaptée du réseau routier. Ceci fait que, dans certaines circonstances, il se produit des engorgements nuisant incontestablement à la circulation. Il a donc été pensé qu'il pourrait être remédié à ces inconvénients en contrôlant la circulation des véhicules.

Pour pouvoir effectuer ces contrôles, il a été nécessaire de réaliser des capteurs pouvant donner une image de la circulation des véhicules. De nombreux capteurs ont été mis au point. Il a par exemple été élaboré un capteur à base de rayons lumineux dirigés vers les voies parcourues par les véhicules. A ces faisceaux lumineux généralement renvoyés par des surfaces réfléchissantes disposées à cet effet sur les chaussées, sont associés des récepteurs photosensibles qui délivrent à leurs sorties des signaux représentatifs, chaque fois qu'un véhicule coupe ces faisceaux lumineux.

Cette technique donne de bons résultats. Mais les signaux délivrés ne sont représentatifs que du trafic en un point déterminé et les capteurs utilisés ne sont pas d'une utilisation souple car ils nécessitent de placer des éléments sur la chaussée. Il leur est donc imposé un emplacement défini et on ne peut les déplacer sans problèmes. De plus, les éléments disposés sur la chaussée nécessitent des interventions fréquentes, ne serait-ce que pour le nettoyage des surfaces réfléchissantes.

D'autres capteurs ont été réalisés pour augmenter la surface de

surveillance. Tel est le cas d'un capteur constitué par une boucle magnétique noyée dans la chaussée. Ce capteur permet de pallier une partie des inconvénients mentionnés ci-avant mais son utilité reste encore trop ponctuelle et il est toujours lié à un endroit déterminé de la chaussée.

05 Aussi, la présente invention a-t-elle pour but de mettre en oeuvre un procédé de détermination de la trajectoire d'un corps comme, par exemple, un véhicule automobile, sur une portion de voie, qui permette le contrôle d'une grande surface de voie, qui ne nécessite aucun ajout particulier sur la portion de voie à surveiller, et qui puisse donner une  
10 pluralité de résultats définissant l'ensemble des paramètres d'un trafic, notamment de véhicules automobiles.

La présente invention a aussi pour but de réaliser un dispositif permettant de mettre en oeuvre le procédé.

Plus précisément, la présente invention a pour objet un procédé de  
15 détermination de la trajectoire d'un corps comme un véhicule sur une portion de voie relativement plane, caractérisé par le fait qu'il consiste:

- à former une image réelle principale de ladite portion de voie, dans un plan formant un angle non nul avec celui de ladite portion de voie,
- à décomposer ladite image principale formée en une pluralité de  
20 points,

- à déterminer la relation entre la dimension d'une longueur unitaire prise sensiblement au niveau de ladite portion de voie et la dimension de son image formée dans ladite image principale, en fonction du nombre de points recouverts par ladite image et de l'emplacement de ladite  
25 longueur unitaire sur ladite portion de voie,

- à déterminer une image secondaire dans ladite image principale, cette image secondaire correspondant à un repère longitudinal lié audit véhicule se trouvant sur ladite portion de voie,

- à déterminer les différentes positions successives de ladite  
30 image secondaire par corrélation du nombre de points recouverts par cette dite image secondaire, sachant que cette dite image secondaire correspond, suivant ladite relation, à une longueur constante au niveau de ladite portion de voie.

La présente invention a aussi pour objet un dispositif permettant  
35 de mettre en oeuvre ledit procédé.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention

apparaîtront au cours de la description suivante donnée en regard des dessins annexés à titre illustratif, mais nullement limitatif, dans lesquels :

- les Figures 1 à 6 représentent des schémas permettant  
05 d'expliciter la mise en oeuvre du procédé selon l'invention, et

- la Figure 7 représente un exemple d'un résultat obtenu avec la mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

Il est tout d'abord précisé que l'ensemble des Figures représente un même ensemble d'éléments permettant d'expliciter une mise en oeuvre du  
10 procédé selon l'invention. En conséquence, les mêmes références y désignent les mêmes éléments, quelles que soient les Figures sur lesquelles elles apparaissent.

Le procédé permet de déterminer la trajectoire d'un corps comme un véhicule automobile 1 sur une portion 2 de voie 3 (Figure 1). De préfé-  
15 rence, cette portion de voie est choisie de façon que sa surface soit sensiblement plane, et cela quelle que soit sa pente.

De cette portion de voie, on réalise une image 4 dans un deuxième plan 19 qui fait un angle 5 non nul avec celui de la portion de voie et tel que la ligne d'intersection 6 de ces deux plans soit en dehors de la  
20 portion de voie. Cette image est avantageusement produite par des moyens de focalisation 7 comme, par exemple, une lentille convergente 8 disposée de façon que son axe optique 9 passe sensiblement par le centre 10 de la portion de voie 2.

Comme, en général, les bords 11, 12 de la portion de voie sont  
25 sensiblement parallèles et comme la surface de cette portion de voie est choisie plane, l'image 4 formée est un trapèze 13 dont la grande base 14 correspond à la ligne de délimitation 15 de la portion de voie qui est la plus proche de la ligne d'intersection 6 des deux plans, tandis que la petite base 16 correspond à l'autre ligne 17 de délimitation transversale  
30 de la portion de voie 2. Ces deux lignes de délimitation sont, en fait, arbitrairement définies par le champ de la lentille 8 et aussi par la surface photosensible 20 de réception de l'image telle que définie ci-après, notamment en regard de la Figure 2.

En effet, l'image 4 est reçue sur une surface réceptrice photo-  
35 sensible 20 décomposée en une pluralité de points photosensibles 21, chacun étant parfaitement adressé dans un référentiel 22.

Avantageusement, dans un souci de facilité, notamment pour la réalisation des moyens de mise en oeuvre du procédé, le référentiel 22 est un repère orthonormé et les points photosensibles sont répartis uniformément en lignes 23 et en colonnes 24 comme, par exemple, dans une trame hexagonale, pour former une matrice parfaitement définie. Le nombre de points 21 sera le plus grand possible par unité d'aire de la surface réceptrice photosensible 20.

Le procédé consiste alors à déterminer au niveau de la portion de voie 2 la dimension d'une longueur unitaire 30 et de mesurer la dimension de son image sur la surface réceptrice en nombre de points sur cette surface. D'une façon générale, il est déterminé une relation entre la dimension de la longueur unitaire prise sensiblement au niveau de la portion de voie et la dimension de son image formée dans l'image principale, en fonction du nombre de points recouverts par cette image et de l'emplacement de la longueur unitaire sur la portion de voie entre les deux lignes 15, 17 de délimitation.

Cette relation permet ainsi d'établir une loi de correspondance biunivoque entre une image longitudinale secondaire dans l'image principale 4 et une longueur réelle située sensiblement au niveau de la portion de voie.

Comme exemple pratique, on suppose que l'on définit la longueur d'un pare-choc 31 du véhicule 1. Si le véhicule parcourt la portion de voie 2 entre les deux limites 15 et 17, dans le sens allant de la limite 15 vers la limite 17, il est bien évident que la longueur de son pare-choc reste constante. Par contre, son image 32 formée sur la surface réceptrice va varier d'une longueur correspondant à un nombre de points important 33 situés sur la grande base 14 du trapèze, jusqu'à un nombre de points plus faible 34 situés sur la petite base 16. Cette correspondance est établie selon une loi traduite par une formule reliant la valeur de l'angle 5 égale à "a", la distance "h" du centre optique 35 de la lentille 8 au plan de la portion de voie 2, une longueur "L" prise au niveau de la portion de voie 2 (par exemple la longueur 30 représentée sur la Figure 1), "x" la longueur de son image correspondante en nombre de points sur le plan de l'image 4, la distance "f" du plan de l'image 4 au centre optique 35 (c'est-à-dire sensiblement la distance focale de la lentille 8), et la distance "d" représentant la position de la longueur "L" sur la voie par rapport à un

point origine qui est la projection du centre optique 35 sur le plan de la voie 2.

Cette loi est de la forme :

$$d = h \cdot \operatorname{tg} a + \frac{L \cdot x}{(A - B \cdot x) \cos a} \quad \text{dans laquelle}$$

$$A = \frac{L \cdot f \cdot \cos a}{h} \quad \text{et}$$

$$B = \frac{L \cdot \sin a}{h}$$

Dans ces conditions, soient un repère lié à un véhicule et son image dans l'image principale 4. Il est alors possible de déterminer la trajectoire du véhicule sur la portion de voie en suivant l'évolution de l'image du repère. L'évolution de cette image du repère se traduit essentiellement par une variation de longueur correspondant à une longueur constante au niveau de la voie, cette variation étant définie par la loi donnée ci-dessus, ce qui fait connaître les paramètres de la trajectoire du véhicule auquel est lié le repère dont l'image a été analysée.

Comme mentionné ci-dessus, il est donc nécessaire de connaître des valeurs de longueur d'une image secondaire dans l'image principale. Pour faciliter la mise en oeuvre du procédé, les points de définition photosensibles 21 de l'image sont donnés par la cible 50 d'une caméra vidéo 51 dont l'objectif 52 est équivalent à la lentille 8 de focalisation définie ci-avant. La cible 50 est constituée de points photosensibles que les techniciens connaissent sous le nom de "pixels" et qui peuvent être lus très facilement et très rapidement par la technique vidéo du balayage ligne par ligne, chaque pixel ayant une adresse parfaitement définie dans le repère orthonormé 22.

Ainsi, pour chaque point ou pixel, est-il très facile de connaître électroniquement les informations concernant son état d'illumination et son

adresse. Pour cela, un organe 54 d'acquisition et de traitement de données, et d'élaboration de signaux de résultats est connecté à la sortie 53 de la caméra vidéo. L'organe 54 a sa sortie 55 connectée à l'entrée 56 d'un système de mise en évidence des signaux de résultats 57 comme, par exemple, 05 un enregistreur sur papier ou un écran à rémanence, etc... L'organe 54 est, par exemple, un processeur spécialisé dans le traitement.

Comme mentionné ci-avant, il est nécessaire de pouvoir attribuer à chaque véhicule passant sur la portion de voie 2 un repère caractéristique lui étant lié, d'une longueur constante et se dissociant parfaitement de 10 l'ensemble de la vue générale de la voie. La Figure 4 représente, à titre d'exemple, des véhicules se déplaçant sur la portion de voie éclairée naturellement par le soleil, ou bien artificiellement. On constate que, d'une façon générale, la portion de voie 2 est d'une couleur relativement grise, et qu'apparaissent deux types de valeurs de contraste lorsqu'un 15 véhicule se déplace sur la voie, et ceci quel que soit le type d'éclairage, ce contraste étant cependant plus marqué par éclairage naturel.

Ces deux images contrastées sont en fait l'ombre 60 d'une voiture projetée sur la voie et/ou sur elle-même. Pendant que la voiture parcourt toute la portion de voie 2, on peut considérer que la position du soleil et 20 que l'orientation des rayons solaires ne changent pas, la distance parcourue par le véhicule étant de l'ordre de quelques dizaines de mètres, voire quelques centaines. De plus, cette ombre, à part de très rares exceptions, a une longueur qui peut être considérée comme parfaitement définie. Qu'elles soient les ombres de voitures ou de camions, leur 25 longueur est de l'ordre de 1,5 à 2,5 mètres.

Par contre, les toitures métalliques 62 des véhicules, bien que peintes, ont un pouvoir de réflexion très largement supérieur à celui de la portion de voie, à l'exception éventuellement des lignes 61 continues ou discontinues peintes sur les chaussées pour délimiter les voies de 30 circulation. Cependant, ces lignes étant très étroites, elles peuvent par leur largeur être discriminées, de même que les objets de faibles dimensions situés sur les véhicules et produisant des réflexions parasites, comme par exemple les rétroviseurs.

On peut ainsi très facilement repérer les véhicules en prenant en 35 considération l'ombre 60 qu'ils projettent, ou l'émission lumineuse plus claire qu'ils émettent, ou une combinaison des deux phénomènes.

La Figure 5 représente une courbe 70 donnant la quantité de lumière sur une ligne 23 de pixels de la cible 50 d'une caméra vidéo 51. A titre d'exemple, sont représentées deux portions 71, 72 de plus faible intensité lumineuse qui correspondent à des zones d'ombre sur la portion de voie 2 dont l'image est formée sur la cible. Or, la loi définie ci-avant permet de connaître la longueur réelle d'un objet au niveau de la portion de voie auquel correspond une image dans l'image principale. De ces portions 71, 72, on peut donc éliminer celles qui ne peuvent pas correspondre à la dimension transversale d'un véhicule automobile rappelée ci-avant. Dans l'exemple illustré, la portion 71 doit être rejetée car correspondant à un objet dont la dimension n'est pas comprise dans la fourchette prédéterminée.

Par contre, si la portion 72 a une longueur correspondant à une dimension d'objet comprise dans la fourchette prédéterminée, il est fort probable qu'elle soit représentative de l'ombre d'un véhicule.

Bien entendu, comme les ombres des véhicules ont une certaine hauteur, il sera pris en considération un certain nombre de courbes 70 successives. Si la portion 72 se retrouve dans presque toutes ces courbes, il est alors presque certain que l'on a repéré un véhicule sur la portion de voie 2.

Cette portion 72 correspond donc à un repère lié à un véhicule et l'analyse de l'évolution de cette portion 72 le long de l'image principale 4 permet de déterminer la trajectoire du véhicule sur la portion de voie 2.

L'organe de traitement 54 comportant généralement une horloge, il permet de dater la position du véhicule sur la portion de voie.

Il a été décrit ci-dessus l'analyse de la reconnaissance d'un véhicule en fonction d'un repère sombre. Mais on peut aussi utiliser un repérage à partir de zones claires. La Figure 6 représente une courbe 90 représentant la quantité de lumière sur une ligne 23 de pixels de la cible photosensible d'une caméra vidéo. A titre illustratif, cette courbe comporte deux portions 91, 92 correspondant à des objets de couleur claire au niveau de la portion de voie 2. Ces deux portions pourront être utilisées pour discriminer des objets dont les dimensions sont comprises dans une certaine valeur de fourchette, de la même façon que décrite en regard de la Figure 5. Une portion claire, comme la portion 92, si elle correspond à une longueur équivalente à une dimension transversale d'un



véhicule, pourra être utilisée pour déterminer la trajectoire d'un véhicule, de la même façon que décrite ci-dessus.

Bien entendu, le procédé pourra être mis en oeuvre en utilisant un marquage de véhicule cumulativement par zones sombres et claires par rapport à la chaussée, afin de déterminer avec plus de certitude la présence d'un véhicule sur la portion de voie.

L'analyse des différentes images des repères liés aux véhicules peut être effectuée de façon continue mais aussi de façon séquentielle, cette dernière façon permettant aux circuits électroniques de pouvoir élaborer les signaux représentatifs des résultats entre chaque séquence, ce qui permet de réaliser un organe de traitement 54 d'une structure moins complexe que celle nécessaire pour l'analyse en continu.

A titre illustratif, la Figure 7 représente les résultats graphiques d'une analyse séquentielle sur une portion de voie entre une origine "0" et une fin "Xm", pour sept séquences successives de  $t_1$  à  $t_7$ , tels qu'ils seraient visualisés sur le papier se déroulant en continu d'un enregistreur graphique 57. Sur ce graphique, sont représentées, en ordonnées, les positions des véhicules sur la portion de voie et, en abscisses, les dates des séquences. Ainsi, à l'instant  $t_1$ , la portion de voie comportait six véhicules 80. Ce graphique permet de déterminer les différentes trajectoires 81 des véhicules sur cette portion de voie :

- la trajectoire 82 est celle d'un véhicule qui a une vitesse constante entre les instants  $t_1$  et  $t_7$ , du fait que la pente de cette trajectoire est constante.

- la trajectoire 85 est celle d'un véhicule ayant pénétré sur la portion de voie à l'instant  $t_5$ .

- la trajectoire 84 est celle d'un véhicule qui a eu une vitesse constante entre les instants  $t_1$  et  $t_5$  et qui a accéléré après cet instant  $t_5$ , du fait de l'augmentation de la pente de cette trajectoire.

- la trajectoire 88 est celle d'un véhicule qui était sur la portion de voie jusqu'à l'instant  $t_3$  et qui l'a quittée à cet instant pour doubler le véhicule devant lui qui a, par exemple, la trajectoire 83 montrant qu'il a ralenti à l'instant  $t_3$ . Si deux portions de voie correspondant à deux bandes de circulation comme illustré sur la Figure 4 sont surveillées simultanément de la même façon, la trajectoire 88 apparaîtrait à l'instant  $t_3$  sur le graphique de l'autre portion de voie, en

continuité de celle représentée sur la Figure 7.

- la trajectoire 86 est celle d'un véhicule qui s'est arrêté sur la voie entre les instants  $t_3$  et  $t_4$  du fait que son ordonnée est constante.

05 - la trajectoire 87 est celle d'un véhicule qui est sorti de la portion de voie entre les instants  $t_2$  et  $t_3$ .

A la description précédente, on voit qu'il est donc possible de surveiller en continu le trafic sur une grande portion de voie, en déterminant un grand nombre de paramètres qui sont, notamment, la densité, la vitesse instantanée et moyenne des véhicules, la position des véhicules,  
10 leur changement de direction, sans avoir la nécessité d'installer des éléments particuliers sur la chaussée. Le dispositif de mise en oeuvre du procédé comprend essentiellement une caméra du type vidéo, par exemple noir et blanc, positionnée sur un pont ou un pylone, l'électronique de traitement ne présentant pas d'encombrement particulier et étant d'une mise  
15 en oeuvre relativement aisée pour les hommes de l'art en informatique.

De plus, avec le procédé tel que décrit ci-dessus, il est possible d'analyser le trafic simultanément sur plusieurs portions de voies, par exemple des portions faisant entre elles des angles non nuls comme des bretelles d'autoroutes avec les autoroutes, et même des portions sécantes  
20 comme, par exemple, des carrefours.

## R E V E N D I C A T I O N S

1. Procédé de détermination de la trajectoire d'un corps (1) comme un véhicule sur une portion de voie (2) relativement plane, caractérisé par le fait qu'il consiste:

05 - à former une image réelle principale (4) de ladite portion de voie, dans un plan (19) formant un angle (5) non nul avec celui de ladite portion de voie,

- à décomposer ladite image principale formée en une pluralité de points (21),

10 - à déterminer la relation entre la dimension d'une longueur unitaire (30) prise sensiblement au niveau de ladite portion de voie et la dimension de son image formée dans ladite image principale, en fonction du nombre de points recouverts par ladite image et de l'emplacement de ladite longueur unitaire sur ladite portion de voie,

15 - à déterminer une image secondaire (32) dans ladite image principale, cette image secondaire correspondant à un repère longitudinal (31) lié audit véhicule se trouvant sur ladite portion de voie,

20 - à déterminer les différentes positions successives (32, 33, 34) de ladite image secondaire par corrélation du nombre de points recouverts par cette dite image secondaire, sachant que cette dite image secondaire correspond, suivant ladite relation, à une longueur constante au niveau de ladite portion de voie.

2. Procédé selon la revendication 1, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE la formation d'images est obtenue par focalisation au moyen d'une lentille optique convergente (8).

25 3. Procédé selon la revendication 1, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE ladite pluralité de points sont des points photosensibles (21).

4. Procédé selon la revendication 3, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE ladite pluralité de points sont répartis sur une trame (23, 24) d'une matrice définie par rapport à un référentiel (22).

30 5. Procédé selon la revendication 4, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE ladite trame est hexagonale.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE la détermination de ladite image secondaire (32) est obtenue à

partir d'au moins un repère (31, 60, 62) lié au véhicule, ledit repère étant optiquement contrasté par rapport à ladite voie.

7. Procédé selon la revendication 6, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE ledit repère est un repère sombre (60).

05 8. Procédé selon la revendication 7, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE ledit repère sombre est une partie de l'ombre projetée dudit véhicule.

9. Procédé selon la revendication 6, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE ledit repère est un repère clair (62).

10 10. Procédé selon la revendication 9, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE ledit repère clair est donné par une réflexion lumineuse sur une partie de la carrosserie dudit véhicule.

11. Procédé selon la revendication 6, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE ledit repère est un ensemble d'un repère sombre et d'un repère clair.

15 12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE la détermination des différentes positions successives de ladite image secondaire par corrélation du nombre de points recouverts par cette dite image secondaire s'effectue par comparaison du nombre de cesdits points par rapport à une fourchette de nombres de points déterminée en fonction de la position de ladite image secondaire (32) dans ladite image  
20 principale (4).

13. Procédé selon l'une des revendications précédentes, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE la détermination des différentes positions successives de ladite image secondaire par corrélation du nombre de points recouverts par cette dite image secondaire s'effectue suivant l'un des procédés suivants,  
25 analyse en continu ou analyse séquentielle.

14. Dispositif permettant de mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications précédentes, CARACTERISE PAR LE FAIT QU'il comporte une caméra vidéo (51) dont la cible (50) est définie par une pluralité de pixels, un processeur de traitement (54) des signaux délivrés  
30 à la sortie (53) de ladite caméra, et un enregistreur (57) dont l'entrée (56) est reliée à la sortie (55) du processeur de traitement.

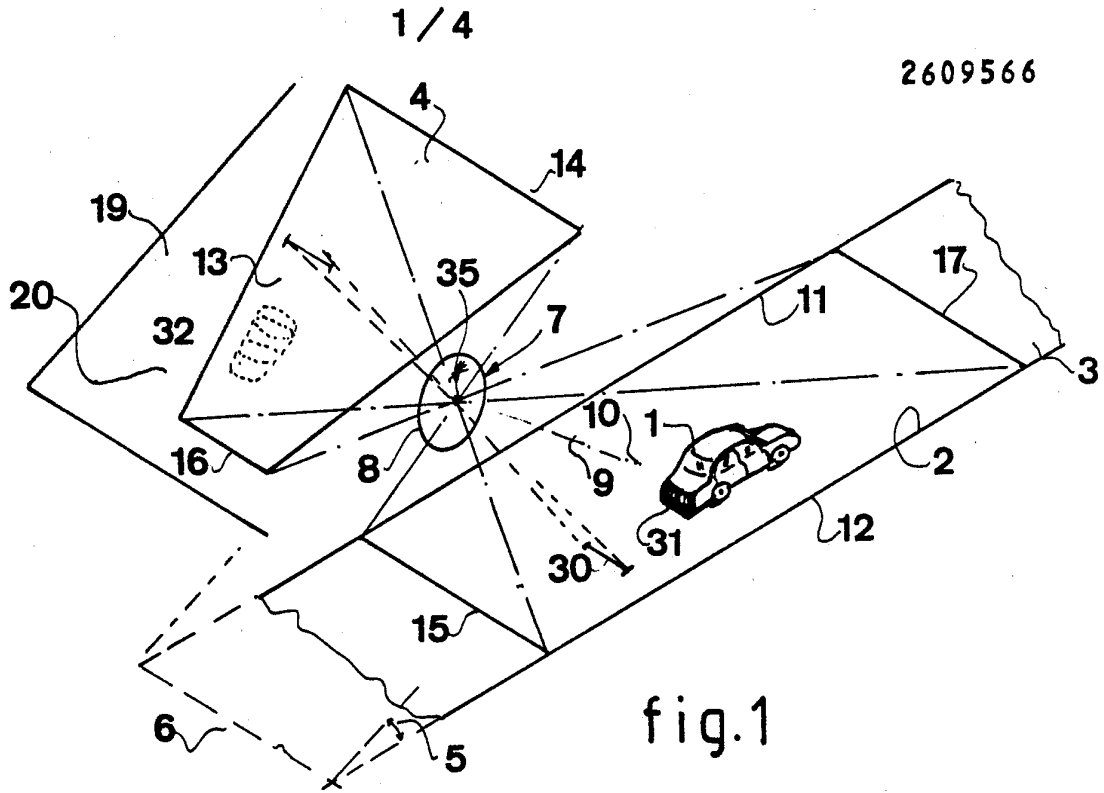


fig.1

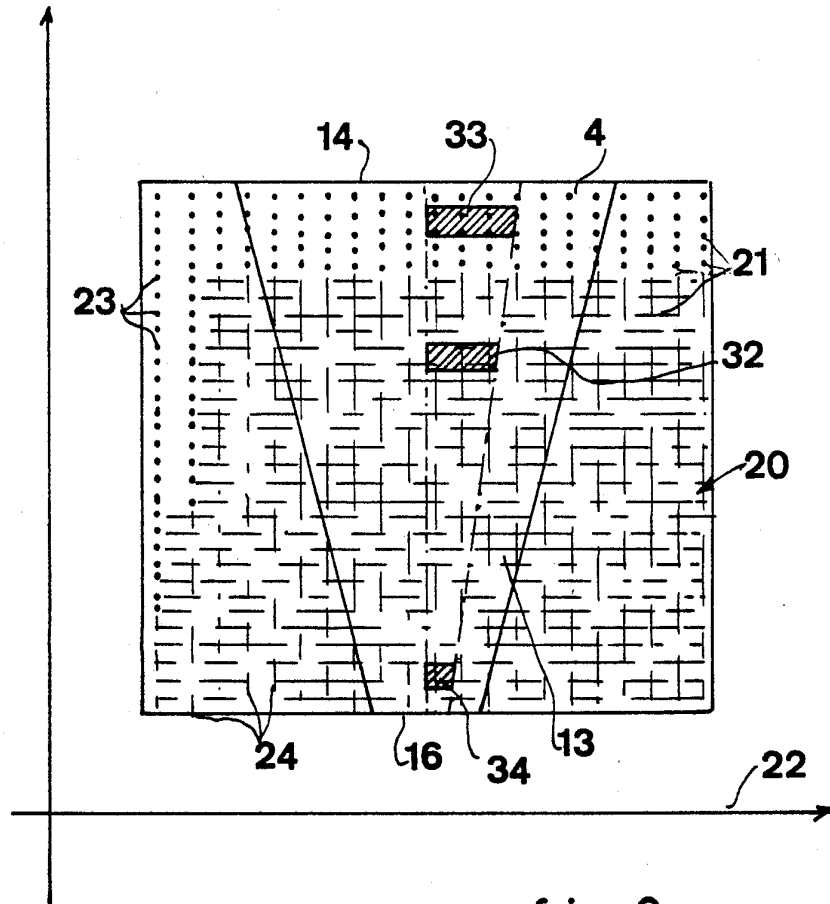


fig.2

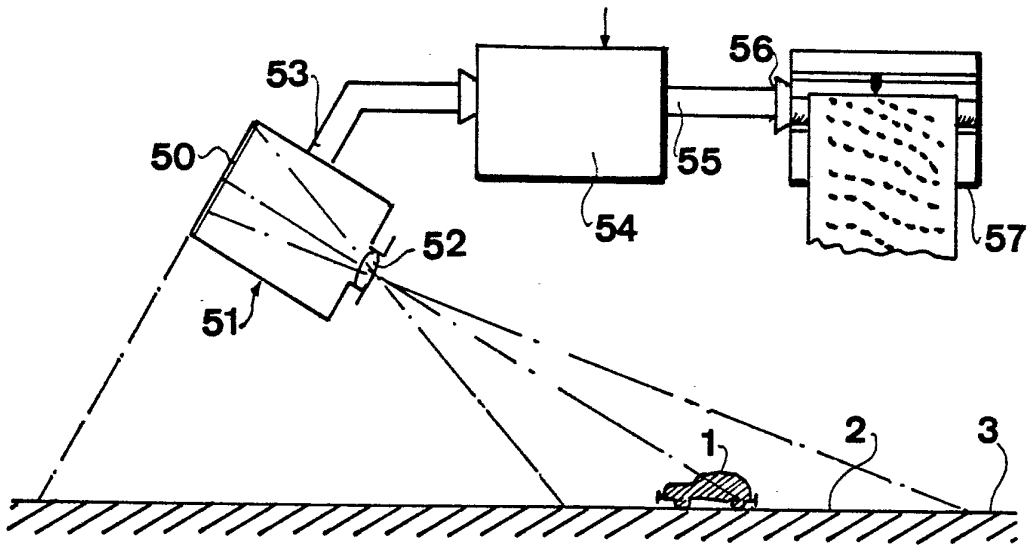


fig. 3

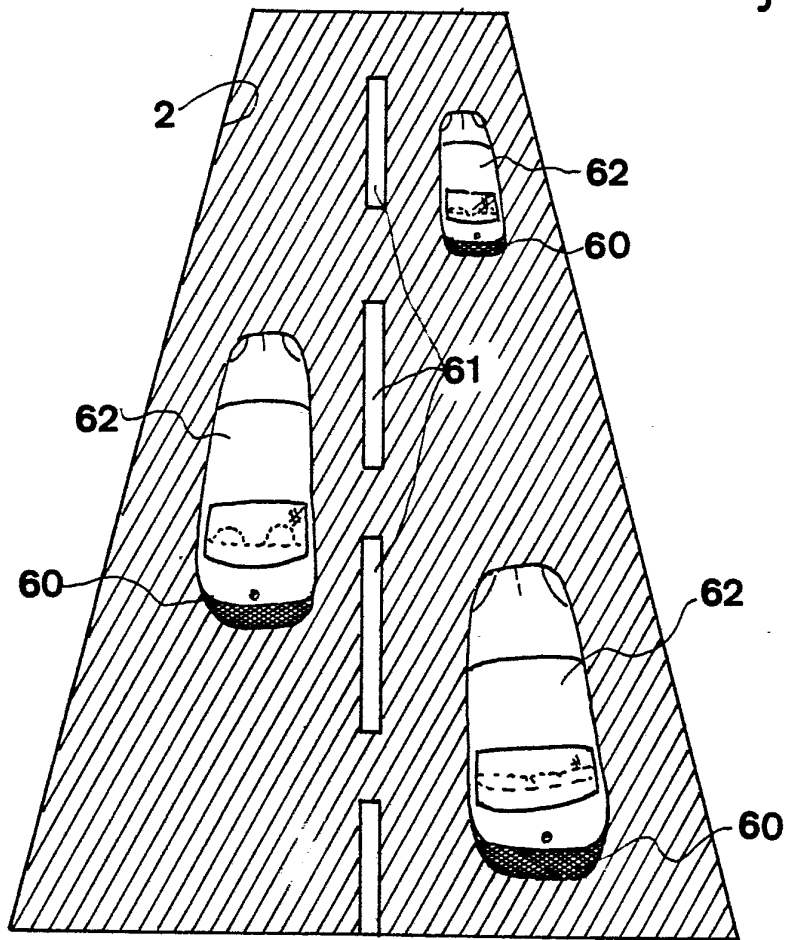


fig. 4

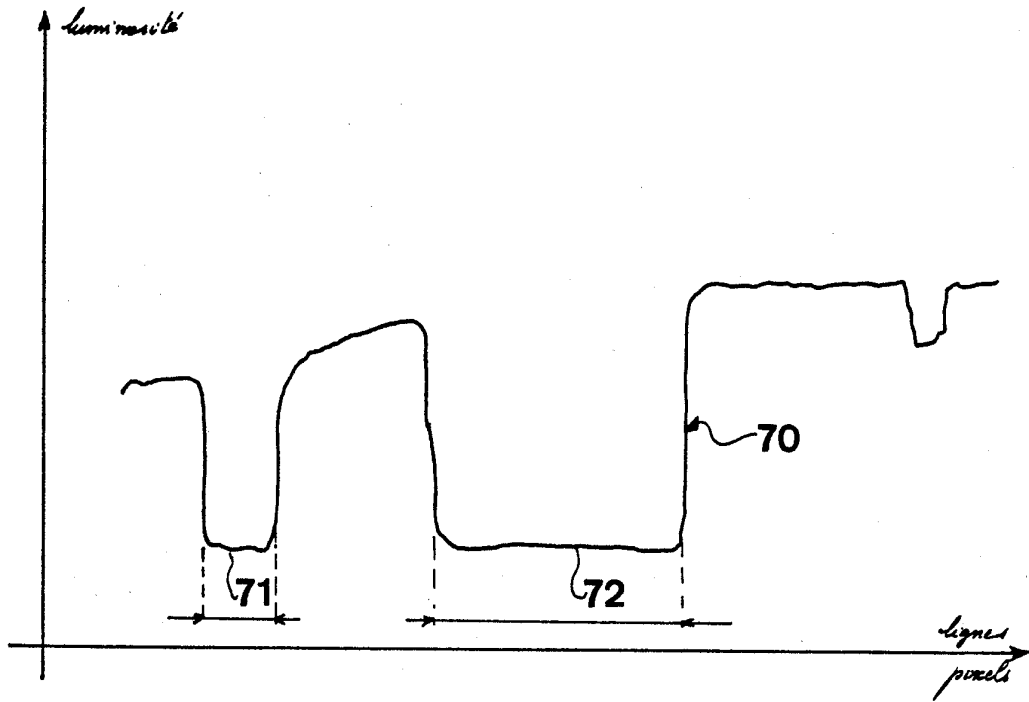


fig. 5

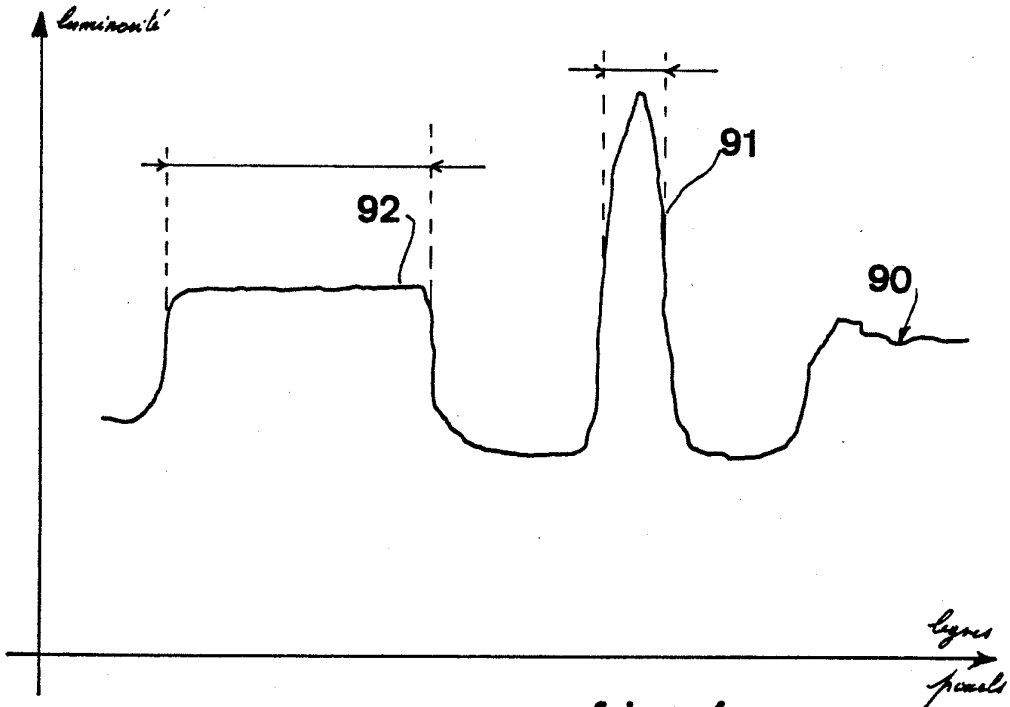


fig. 6

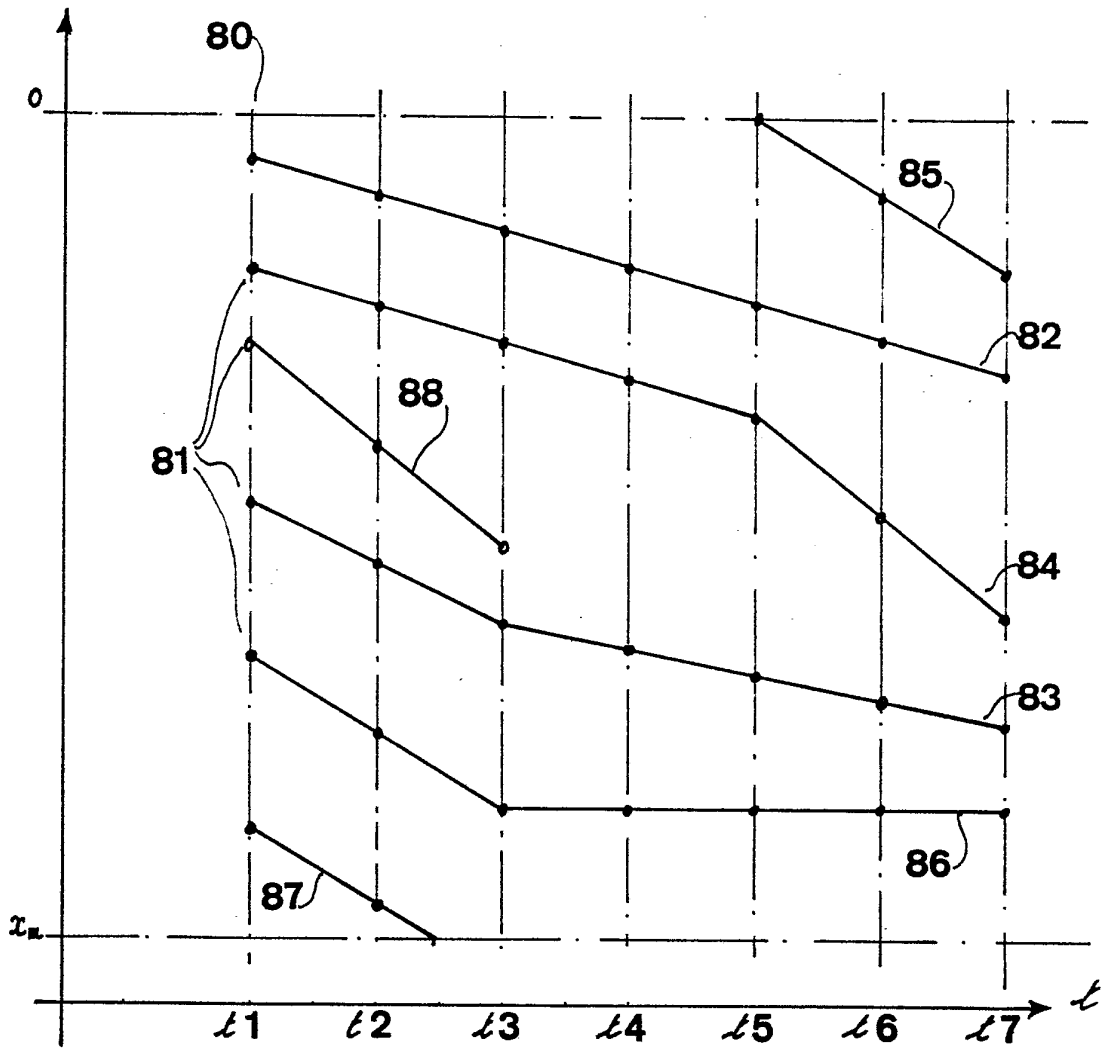


fig.7