

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 380 819**

51 Int. Cl.:
G06T 7/00 (2006.01)
G06T 7/60 (2006.01)
G01N 21/53 (2006.01)
G01S 11/12 (2006.01)
B60R 16/023 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07290693 .6**
96 Fecha de presentación: **04.06.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1868161**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.12.2007**

54 Título: **Procedimiento de determinación de una distancia de visibilidad para un conductor de vehículo**

30 Prioridad:
15.06.2006 FR 0605362

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
18.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
18.05.2012

73 Titular/es:
VALEO VISION
34, RUE SAINT-ANDRÉ
93012 BOBIGNY CEDEX, FR

72 Inventor/es:
Rebut, Julien y
Leleve, Joel

74 Agente/Representante:
Linage González, Rafael

ES 2 380 819 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de determinación de una distancia de visibilidad para un conductor de vehículo

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un procedimiento de determinación de una distancia de visibilidad para un conductor de un vehículo en presencia de un elemento que perturba la visibilidad del conductor. El elemento perturbador es, por ejemplo, la niebla, y el vehículo, por ejemplo, un vehículo automóvil.

10

Estado de la técnica

De acuerdo con un estado de la técnica conocido, documento EP 1422663 A1, un procedimiento de determinación de este tipo comprende las siguientes etapas:

15

- registro de al menos una imagen de un campo del espacio situado delante del vehículo, definiéndose dicha imagen mediante un conjunto de píxeles,

20

- separación de dicha imagen en dos partes por una línea que pasa por un punto predeterminado,

- determinación de la luminosidad de los píxeles de dicha línea, dando como resultado una curva de luminosidad,

25

- determinación de un punto de inflexión de la curva de luminosidad mediante cálculo de la derivada de dicha curva,

- determinación de la distancia de visibilidad del conductor de dicho vehículo en función de la posición del punto de inflexión sobre dicha imagen.

Tal solución presenta los siguientes inconvenientes.

30

En primer lugar, el cálculo de la derivada conduce a dificultades de interpretación, imprecisiones y serios errores, en particular si existe un obstáculo en la carretera por la que se desplaza un vehículo, por ejemplo otro vehículo, un puente... En efecto, tal obstáculo originará, desde el mismo cálculo de la derivada, una pluralidad de puntos de inflexión, de ahí la dificultad de discriminar los diferentes puntos de inflexión si están cercanos entre sí y de elegir el correcto punto de inflexión correspondiente a la distancia de visibilidad buscada.

35

En segundo lugar, el cálculo de la derivada amplifica el ruido generado en la curva de luminosidad, originando incertidumbres sobre la propia curva.

40

Finalmente, el cálculo de la derivada representa una elevada carga de cálculo.

Objeto de la invención

La presente invención pone remedio a estos inconvenientes del estado de la técnica.

45

En efecto, se refiere ésta, de acuerdo con un primer objeto, a un procedimiento de determinación de una distancia de visibilidad para un conductor de un vehículo en presencia de un elemento que perturba la visibilidad del conductor, que comprende las siguientes etapas:

50

- registro de al menos una imagen de un campo del espacio situado delante del vehículo, definiéndose dicha imagen mediante un conjunto de píxeles y de líneas de exploración,

- separación de dicha imagen en dos partes por una primera línea que pasa por un punto predeterminado,

55

- determinación de la luminosidad de los píxeles de dicha primera vertical, dando como resultado una curva de luminosidad,

caracterizado porque comprende además las siguientes etapas:

60

- determinación de una primera tangente a la curva de luminosidad tangente a un lugar de dicha curva representativo de una región de luminosidad sensiblemente independiente del elemento perturbador,

- determinación de una segunda tangente a la curva de luminosidad tangente a un lugar de dicha curva representativo de una estabilización de la luminosidad,

65

- determinación de una línea de exploración en función de la primera tangente y de la segunda tangente, siendo dicha línea de exploración representativa de la distancia de visibilidad.

5 Como se verá más adelante con detalle, la determinación de la distancia de visibilidad tan sólo hace intervenir combinaciones lineales simples, por lo que esta determinación es más rápida que aquella de la técnica anterior. Además, elimina las incertidumbres relacionadas con el ruido generado por el cálculo de la derivada del estado de la técnica, puesto que ya no hay cálculo de derivada. Finalmente, este procedimiento puede ser utilizado con la presencia de obstáculos en la carretera, sin que la determinación de la distancia se vea por ello perturbada.

10 De acuerdo con formas de realización no limitativas, el procedimiento de determinación de la distancia de visibilidad presenta las siguientes características suplementarias:

- 10 - La primera línea es una línea recta vertical. Así, la determinación de tal línea recta vertical es rápida.
- Dicho elemento de perturbación es la niebla. Así, el procedimiento es útil en condiciones de niebla.
- 15 - El procedimiento comprende además:
 - una etapa de búsqueda de las zonas de dicha imagen que responden cada una de ellas a un predicado de homogeneidad,
 - 20 • una determinación del centro de gravedad de cada una de dichas zonas,
 - una determinación del centro de gravedad global de cada uno de dichos centros de gravedad de dichas zonas, siendo dicho centro de gravedad global dicho punto predeterminado.

25 Así, el centro de gravedad global G es la resultante de centros de gravedad de dos zonas homogéneas en la carretera y en el cielo. Al buscar estas zonas, se limita el riesgo de medidas perturbadas por obstáculos (márgenes de carretera, mediana, árboles, etc.). Esto es útil en las curvas.

- 30 - La segunda tangente es paralela a la primera tangente. Esto permite tener un cálculo simple y rápido.
- La línea de exploración es calculada en función de un punto de intersección entre la curva de luminosidad y una paralela a la primera tangente a una distancia determinada de la primera tangente y de la segunda tangente.
- 35 - La distancia determinada es la distancia entre la primera tangente y la segunda tangente dividida por dos.
- La distancia de visibilidad es determinada a partir de la línea de exploración encontrada y por medio de una tabla de consulta o por medio de un cálculo trigonométrico. La determinación de la distancia de visibilidad mediante lectura de una tabla de consulta es muy rápida.

40 - El cálculo trigonométrico es el siguiente: la distancia de visibilidad es igual a una altura respecto al suelo de un elemento que efectúa el registro de la imagen, dividida por la tangente de:

- el valor de un ángulo de visión de la línea de exploración más elevada, más
- 45 • un campo angular total dividido por el número de línea de exploración más elevada, todo ello multiplicado por
- ese número de línea más elevada menos la línea de exploración correspondiente al punto de intersección calculado.

50 La invención se refiere, de acuerdo con un segundo objeto, a un dispositivo de determinación de una distancia de visibilidad para un conductor de un vehículo en presencia de un elemento que perturba la visibilidad del conductor, que incorpora:

- 55 - medios para recibir al menos una imagen registrada a partir de un campo del espacio situado delante del vehículo, definiéndose dicha imagen mediante un conjunto de píxeles y de líneas de exploración,
- medios para separar dicha imagen en dos partes por una primera línea que pasa por un punto predeterminado,
- medios para determinar la luminosidad de los píxeles de dicha primera línea, dando como resultado una curva de luminosidad,
- 60

caracterizado porque incorpora además:

- 65 - medios para determinar una primera tangente a la curva de luminosidad tangente a un lugar de dicha curva representativo de una región de luminosidad sensiblemente independiente del elemento perturbador,

- medios para determinar una segunda tangente a la curva de luminosidad tangente a un lugar de dicha curva representativo de una estabilización de la luminosidad, y

5 - medios para determinar una línea de exploración función de la primera tangente y de la segunda tangente, siendo dicha línea de exploración representativa de la distancia de visibilidad.

De acuerdo con formas de realización no limitativas, el dispositivo incorpora las siguientes características suplementarias:

10 - El dispositivo va integrado en una cámara a bordo del vehículo.

15 - La línea de exploración es calculada en función de un punto de intersección entre la curva de luminosidad y una paralela a la primera tangente y a la segunda tangente a una distancia determinada de la primera tangente y de la segunda tangente.

- La distancia determinada es la distancia entre la primera tangente y la segunda tangente dividida por dos.

20 - La distancia de visibilidad es determinada a partir de la línea de exploración encontrada y por medio de una tabla de consulta o por medio de un cálculo trigonométrico.

La invención se refiere, de acuerdo con un tercer objeto, a un producto de programa de ordenador que comprende una o varias secuencias de instrucciones para poner en práctica, cuando dicho programa es ejecutado por un procesador, el procedimiento según una cualquiera de las anteriores características.

25 **Breve descripción de las figuras**

Otras características y ventajas de la presente invención se entenderán mejor con la ayuda de la descripción y de los dibujos, entre los que:

30 - la figura 1 es una representación esquemática de un vehículo dotado de una cámara que incorpora un dispositivo de puesta en práctica del procedimiento según la invención;

35 - la figura 2 es un esquema que muestra las diferentes etapas del procedimiento según la invención;

- la figura 3 ilustra una primera imagen tal como se registra en el procedimiento según la invención;

- la figura 4 representa una curva de luminosidad obtenida a partir de la imagen de la figura 3;

40 - la figura 5 representa la curva de luminosidad de la figura 4 previo filtrado;

- la figura 6 representa la curva de luminosidad de la figura 5 sobre la cual se trazan unas tangentes;

45 - la figura 7 ilustra una segunda imagen que incorpora un obstáculo tal como se registra en el procedimiento según la invención;

- la figura 8 representa una curva de luminosidad obtenida a partir de la imagen de la figura 7 previo filtrado;

50 - la figura 9 representa la curva de luminosidad de la figura 8 sobre la cual se trazan unas tangentes; y

- la figura 10 es un esquema de un dispositivo de determinación que permite poner en práctica el procedimiento según la invención.

55 **Descripción detallada de formas de realización no limitativas de la invención**

En la figura 1, se ha representado de manera esquemática un vehículo 1 equipado con una cámara 2 y conducido por un conductor 3 que puede observar una escena en un campo del espacio 4 situado delante del vehículo cuando su vehículo 1 está parado o en movimiento.

60 La cámara 2 está situada a una altura h del suelo de la carretera 6 y está situada por ejemplo en la delantera del vehículo o sobre el lateral. Se halla fijada, por ejemplo, detrás del parabrisas y apunta hacia el frente de la escena en el sentido del desplazamiento F del vehículo. Así, la cámara 2 dispone de un campo angular total A que se puede equiparar al campo del espacio situado delante del vehículo 1, definiéndose este campo angular total A por un ángulo de visión mínimo α_0 representado en la figura 1. Una distancia de visibilidad D para un conductor estará vinculada a la posición de la cámara 2 sobre el vehículo 1.

Con el fin de determinar la distancia de visibilidad D para el conductor 3 cuando existe un elemento que perturba o modifica BR dicha visibilidad, en particular cuando este elemento perturbador es la niebla, para anticipar el encendido de las luces antiniebla 5 del vehículo 1, se efectúan las etapas siguientes tales como se ilustran en la figura 2.

5 En una primera etapa 1), la cámara 2 captura una imagen $I1$ en el campo del espacio 4 situado delante del vehículo 1. El campo del espacio 4, en el ejemplo no limitativo dado, no incorpora ningún obstáculo en la carretera 6.

10 La figura 3 representa una imagen $I1$ en blanco y negro capturada por la cámara 2. Esta imagen $I1$ representa una carretera en presencia de niebla BR . La imagen $I1$ se caracteriza por un conjunto de líneas de exploración BL y por un conjunto de píxeles PIX que representan cada uno de ellos puntos de la imagen cuya luminosidad va del negro al blanco, siendo la luminosidad una cantidad de luz recibida para cada píxel. Cada píxel está codificado, en un ejemplo no limitativo, en un byte con 256 posibles niveles de gris. La imagen $I1$ se caracteriza, en abscisas, por un número de columna CL que varía de 0 a 500 y, en ordenadas, por líneas de exploración BL de la imagen que varían de 0 a 250.

15 En una segunda etapa 2), se efectúa una búsqueda de zonas de la imagen $I1$ que respondan cada una de ellas a un predicado de homogeneidad. Esta búsqueda se puede realizar, por ejemplo, en una forma de realización no limitativa, con ayuda de un método de segmentación por división-fusión tal como el método tetra-árbol («Quadtree» en inglés) bien conocido por el experto en la materia. El tetra-árbol posee una pluralidad de nodos, poseyendo cada nodo exactamente cuatro nodos hijos, exceptuando los nodos extremos. Cada nodo se corresponde con un bloque, es decir, con una zona de la imagen de forma cuadrada. Cada bloque asociado a un nodo se analiza de modo recurrente con el fin de decidir si tiene que ser dividido en cuatro sub-bloques. El análisis recurrente se detiene cuando uno de los sub-bloques cumple un predicado de homogeneidad fotométrica utilizando matrices de concurrencia.

Se pueden utilizar igualmente otros métodos tales como los algoritmos de k-means.

20 La aplicación de la búsqueda de zonas de homogeneidad permite definir dos regiones en la imagen $I1$ que tienen como centros de gravedad, respectivamente, $G1$ y $G2$ tal y como están ilustrados en la figura 3.

30 Se calcula a continuación el centro de gravedad global G de los dos centros de gravedad $G1$ y $G2$ por el cual se hace pasar una primera línea 7. Esta primera línea 7 es representativa de la transparencia de la atmósfera. El centro de gravedad global G representa un punto predeterminado PD por el que pasa la primera línea 7. Este punto predeterminado PD puede ser, en otro ejemplo no limitativo, el centro de la imagen $I1$.

35 Así, el centro de gravedad global G es la resultante de centros de gravedad de dos zonas homogéneas en la carretera y en el cielo. Al buscar estas dos zonas homogéneas, se limita el riesgo de medidas perturbadas por obstáculos (márgenes de carretera, mediana, árboles, etc.). Esto es útil en las curvas, donde, centrada la primera línea 7 en mitad de la imagen, no vería más que uno de los dos márgenes de carretera, por ejemplo.

Cada uno de los puntos de la primera línea 7 se puede caracterizar por una línea de exploración BL y una luminosidad correspondiente a un cierto nivel de gris GL .

45 En una forma de realización no limitativa, esta primera línea 7 es una línea recta vertical. El hecho de adoptar una línea recta vertical 7 en vez de otra línea (curva o en diagonal, por ejemplo) permite evitar engorrosos tiempos de cálculo. Esta línea recta vertical 7 es reveladora de la transparencia de la atmósfera; se va a registrar así la luminosidad de cada punto del entorno situado sobre dicha línea vertical 7.

50 Así, en una tercera etapa 3), se determina una curva de luminosidad LUX (también denominada curva densitométrica de la niebla) a partir de la línea vertical 7 obtenida. Se determina la luminosidad de los píxeles PIX de la línea vertical 7 en función de la posición del píxel en altura sobre dicha línea vertical 7. Tal curva de luminosidad LUX se representa en la figura 4. Esta presenta, en este ejemplo no limitativo, una forma en S invertida. Así, es equiparable a una curva en S.

55 La curva LUX representa, en ordenadas, el valor del nivel de gris GL de los puntos PIX de la línea vertical 7 y, en abscisas, el número de la línea de exploración BL de esos mismos puntos. Así, el punto $P1$ corresponde a la línea de exploración 0 y tiene un nivel de gris GL igual a aproximadamente 220. Igualmente, el punto $P2$ corresponde a la línea de exploración 250 y tiene un nivel de gris GL igual a aproximadamente 40.

60 Se hace notar que la pendiente de esta curva LUX varía en función de la característica (por ejemplo, hormigón, alquitrán, tierra, etc.) de la carretera 6. Cuanto más clara sea la carretera (por ejemplo, carretera de hormigón), más grande será la pendiente. Por el contrario, cuando ésta es oscura (por ejemplo, carretera de alquitrán), la pendiente será menos grande. Se hace notar que esta curva de luminosidad LUX incorpora ruido cuya amplitud está relacionada, particularmente, con las heterogeneidades de la carretera (gravilla, adoquines, alquitranes, señalizaciones en el suelo, huellas de frenada, etc.), con las desviaciones de sensibilidad (diferencias de nivel de

gris) de los sucesivos píxeles entre sí, con los parásitos electromagnéticos (ruido eléctrico) y con problemas térmicos. Estos ruidos son ruidos de alta frecuencia.

5 Así, en una cuarta etapa 4), se filtra el ruido en la curva de luminosidad LUX mediante medios de filtrado FILT, en un ejemplo no limitativo, estos medios de filtrado FILT efectúan un promedio deslizante sobre una ventana óptica de algunos píxeles. La curva de luminosidad así filtrada se representa en la figura 5.

10 En las etapas siguientes, se utiliza un método de tangentes aplicado a la curva de luminosidad en forma de S para buscar una línea de exploración FBL representativa de la distancia de visibilidad D.

15 Así, en una quinta etapa 5), se determina una primera tangente AA' a la curva de luminosidad LUX. Esta tangente AA' es tangente a un lugar de dicha curva representativo de una región de luminosidad sensiblemente independiente de la niebla BR. Una tangente de este tipo se ilustra en la figura 6.

20 Como puede verse, la tangente AA' es tangente a la parte baja de la curva. Esta parte de la curva es representativa de la evolución de la luminosidad del suelo en una región cercana al vehículo y, por tanto, sensiblemente independiente de la densidad de la niebla (esta región corresponde a aproximadamente una decena de metros delante del vehículo). La recta AA' correspondería así a la curva de luminosidad de la parte visible de la carretera en ausencia de niebla.

25 En una sexta etapa 6), se determina una segunda tangente CC' a la curva de luminosidad LUX. Esta tangente CC' es tangente a un lugar de dicha curva representativo de una estabilización de la luminosidad. También está ilustrada en la figura 6.

30 En una forma de realización no limitativa, esta segunda tangente CC' es paralela a la primera tangente AA'. Ello permite determinar rápidamente esta segunda tangente. La segunda tangente CC' tangente a la curva LUX en un punto C1 que corresponde al comienzo de la estabilización de la luminosidad en la parte alta de la imagen, [está relacionada con la aparente homogeneidad del cielo vista desde la cámara 2.

35 En una séptima etapa 7), se determina una línea de exploración FBL en función de la primera tangente AA' y de la segunda tangente CC', siendo dicha línea de exploración FBL representativa de la distancia de visibilidad D. Esta línea de exploración FBL se determina como sigue.

40 En una primera sub-etapa 7a), se define una distancia d1 igual a la distancia entre la primera tangente AA' y la segunda tangente CC' y se divide esta distancia d1 por dos. La distancia d1 es representativa de la dinámica de la escena entre la zona más oscura y la zona de máxima luminosidad aprovechable, correspondiendo así la dinámica a la diferencia entre la luminosidad más débil y la más intensa.

45 En una segunda sub-etapa 7b), se define una recta BB' paralela a la primera tangente AA' y situada a la distancia d1, dividida por dos, en una realización no limitativa, de esa primera tangente AA'. Esta tangente mediana está ilustrada asimismo en la figura 6.

50 En una tercera sub-etapa 7c), se determina un punto de intersección F, también denominado punto de inflexión, entre esa recta paralela BB' y la curva de luminosidad LUX. La línea de exploración FBL se calcula en función de este punto de intersección F, puesto que corresponde a la ordenada de este punto de intersección F.

55 En una octava etapa 8), se determina la distancia de visibilidad D en función de la línea de exploración así obtenida FBL.

Así, en una primera forma de realización no limitativa, se efectúa un cálculo trigonométrico como sigue:

$$D = \frac{h}{\operatorname{tg}\left(\alpha_0 + \frac{A}{256}\right)(256 - FBL)}$$

siendo:

55

- h: altura de la cámara 2 respecto al suelo 6,

- A: campo angular total,

60

- α_0 : valor del ángulo de visión mínimo correspondiente a la línea de exploración 256.

Se hace notar que se ha partido de la suposición de que la línea de exploración n° 128 correspondía al horizonte. En

un ejemplo no limitativo, el campo angular total A (también denominado campo del objetivo de la cámara 2) está comprendido entre 15 y 30°.

5 Se hace notar que, para esta primera forma de realización, la medida, en toda una cadena de montaje de vehículos 1, de los ángulos de posicionamiento de la cámara 2 (cuyo ángulo de visión mínimo α_0) puede ser un tanto gravosa de poner en práctica y no muy precisa.

10 Así que, en una segunda forma de realización no limitativa, no se efectúa un cálculo trigonométrico de la distancia de visibilidad D tal como se ha indicado anteriormente, sino que se determina la distancia de visibilidad D por medio de una tabla de consulta TAB que relaciona el número de línea de exploración FBL encontrada y la distancia de visibilidad D. Esta tabla TAB se puede descargar en una memoria de un dispositivo de determinación PRO, a saber, un computador que se encuentra, por ejemplo, dentro de la cámara 2. Así, una lectura en una tabla de consulta es más interesante que un cálculo trigonométrico, por ser menos consumidora de tiempo de procesador.

15 La tabla de consulta TAB se parametriza en orden a tomar en consideración, particularmente y de manera no limitativa, las dispersiones de la óptica y el sensor óptico de la cámara que transforma los fotones en electrones y, a continuación, en imagen de vídeo.

20 Se podrán tomar en cuenta asimismo para la parametrización, si es necesario, los soportes de la cámara 2 en orden a tomar en cuenta la ocasional basculación de la cámara, los grados de libertad de ajuste de la cámara 2, o incluso la carrocería del vehículo 1 (habida cuenta de las tolerancias de embutición, de ensamble, de fabricación, de naturaleza de los materiales...).

25 Así, según el valor distancia de visibilidad D así obtenido, se decide encender o no las luces antiniebla. En un ejemplo no limitativo, si el valor de esta distancia D es inferior a un umbral igual a 100 m, se decide que hay niebla. Se opta por el encendido de las luces antiniebla, ya sea previniendo al conductor para que lo haga manualmente, ya sea haciéndolo automáticamente. Así, en una forma de realización no limitativa, habrá emisión de una señal de detección SIG cuando dicha distancia de visibilidad D pasa por debajo de un determinado umbral, en el presente caso 100 m, para prevenir al conductor 3 del vehículo 1 que encienda sus luces antiniebla.

30 Y si el valor está comprendido entre 25 y 50 m, la niebla es muy densa y se optará, por ejemplo, por el encendido automático de las luces antiniebla.

35 Igualmente, cuando la distancia de visibilidad vuelve a ser normal, se pueden apagar las luces antiniebla.

40 El acceso a la distancia de visibilidad D puede permitir asimismo actuar sobre la intensidad de las luces antiniebla en función del impacto de la niebla BR (más o menos densa) sobre esta distancia de visibilidad. Así, se modulará/ajustará la fotometría del haz luminoso emitido por el piloto de señalización o por el faro, en particular su intensidad luminosa, modulando la alimentación eléctrica de la o las fuentes luminosas. Esta modulación estará controlada, por ejemplo, con ayuda de un sistema de regulación automatizado, tomando en cuenta la distancia de visibilidad D.

45 Se hace notar, por otra parte, que la señal de detección SIG puede servir asimismo de señal de control enviada por ejemplo sobre un bus CAN (Controller Area Network) enlazado a una tarjeta del tipo LCS (Light Control System) para actuar directamente sobre la velocidad del vehículo que puede así ser regulada en función de la niebla BR.

El ejemplo no limitativo que anteriormente se ha dado en la figura 3 es un ejemplo en el que no hay ningún obstáculo en el campo del espacio 4.

50 El procedimiento de determinación de la visibilidad D presentado es robusto, pues funciona asimismo con un campo del espacio 4 que presenta uno o varios obstáculos en la carretera, tal y como se ilustra en las figuras 7 a 9.

55 Como puede verse en la figura 7, la cámara 2 ha registrado una imagen I2 en la que la carretera 6 incorpora un obstáculo, en el presente caso un puente O. La distancia de visibilidad D se ha materializado mediante un trazo horizontal en esta figura. La curva de luminosidad LUX que se deduce de esta imagen I2 está representada en la figura 8. Ésta presenta una forma ondulada. Se efectúa, según se ha descrito anteriormente, el trazado de la primera tangente AA', de la segunda tangente CC' y de la recta paralela BB' y se obtienen en este caso tres puntos de intersección F1, F2, F3 con la curva de luminosidad LUX, como se indica en la figura 9. Para determinar el punto de intersección correspondiente a la distancia de visibilidad D, se toma el primer punto de intersección desde la parte baja de la curva de luminosidad LUX. Si este es debido a un obstáculo en lugar de a la niebla, el principio de detección resta inalterado, el obstáculo da la distancia de visibilidad D. El punto de intersección buscado es, en el presente caso, el punto F3.

65 Así, incluso en presencia de obstáculo, es sencillo encontrar el punto de intersección correspondiente a la distancia de visibilidad D.

Se hace notar que, en caso de que hubiera una ambigüedad entre el punto de intersección buscado F3 y otro punto de intersección, por ejemplo F2, que corresponde de hecho a un obstáculo O (cuando estos dos puntos son muy próximos entre sí), es posible hallar el punto de intersección correspondiente al obstáculo O para que no se lo confunda con el punto buscado.

5 Así, en una forma de realización no limitativa, se sigue la distorsión correspondiente a F2 sobre la curva de luminosidad LUX durante un pequeño período de tiempo determinado, entre un tiempo t1 y un tiempo t2. La distorsión evolucionará en función del obstáculo O, por ejemplo el puente, desde el medio de la curva de luminosidad LUX (puente que se encuentra en el infinito en la imagen I2 en el instante t1) hacia la parte alta de la
10 curva (puente que se encuentra en la proximidad de la vertical del vehículo en el instante t2). Si se trata de un obstáculo en el suelo o de una fuerte variación de difusión del suelo (paso del asfalto al hormigón, por ejemplo), la distorsión evolucionará desde el medio de la imagen hacia abajo. La evolución rápida de la distorsión relacionada con el obstáculo O, respecto al punto de intersección buscado F3 que, por su parte, es relativamente estable, e incluso completamente estable, en el intervalo de tiempo t1 - t2 estudiado, permite así diferenciar entre los dos
15 puntos y encontrar el punto de inflexión correcto F3.

Se hace notar que es posible, en una forma de realización no limitativa, tomar en consideración la nivelación del vehículo en la determinación de la distancia de visibilidad D. La nivelación del vehículo se calculará por medio de un sensor (no representado) situado, por ejemplo, sobre la suspensión del vehículo.

20 Finalmente, se hace notar que para determinar la distancia de visibilidad D según se ha descrito anteriormente, el vehículo 1 incorpora un dispositivo de determinación PRO ilustrado en la figura 10, que permite poner en práctica el procedimiento descrito y que comprende:

25 - medios S1 para recibir al menos una imagen I1, I2 registrada a partir de un campo del espacio situado delante del vehículo, definiéndose dicha imagen mediante un conjunto de píxeles PIX y de líneas de exploración BL,

30 - medios S2 para separar dicha imagen en dos partes por la línea recta vertical 7 que pasa por un punto predeterminado PD,

- medios S3 para determinar la luminosidad de los píxeles de dicha línea recta vertical 7, dando como resultado una curva de luminosidad LUX,

35 - medios S4 para determinar una primera tangente AA' a la curva de luminosidad LUX tangente a un lugar de dicha curva representativo de una región de luminosidad sensiblemente independiente del elemento perturbador BR,

- medios S5 para determinar una segunda tangente CC' a la curva de luminosidad LUX tangente a un lugar de dicha curva representativo de una estabilización de la luminosidad, y

40 - medios S6 para determinar una línea de exploración FBL en función de la primera y de la segunda tangente, siendo dicha línea de exploración representativa de la distancia de visibilidad D.

Éste incorpora además:

45 - medios S7 para determinar la distancia de visibilidad D a partir de la línea de exploración encontrada FBL y por medio de la tabla de consulta TAB o por medio de un cálculo trigonométrico según se ha descrito anteriormente,

- una memoria MEM que comprende dicha tabla de consulta TAB,

50 - si se precisa, medios S8 para enviar la señal de detección SIG cuando la distancia de visibilidad D pasa por debajo de un cierto umbral según se ha descrito anteriormente, y

- medios de filtrado FILT de la curva de luminosidad LUX.

55 Por supuesto, estos medios S1 a S8 y FILT pueden estar agrupados en un solo medio o en varios conjuntos de medios.

60 Este dispositivo PRO, en una forma de realización no limitativa, va integrado en la cámara 2 tal y como se ilustra en la figura 10. Esta realización es más interesante que una realización en la que el dispositivo de determinación estuviera integrado en un lugar lejos de la cámara, ya que entonces, sería necesario conducir las imágenes de vídeo por medio de, por ejemplo, fibras ópticas, con los consiguientes coste suplementario y medios suplementarios, que precisan de una rápida cadencia de distribución de las imágenes de vídeo desde la cámara 2 hacia el dispositivo de determinación. Los medios S1 a S8 y FILT del dispositivo PRO son bien un soporte físico, bien un soporte lógico, o bien ambos.

65 Así, el procedimiento de determinación según la invención se puede implementar mediante un dispositivo de

determinación compuesto por un equipo de soporte físico o lógico, o ambos. Tales equipos de soporte físico o lógico se pueden implementar de distintas maneras tales como, respectivamente, por medio de circuitos electrónicos cableados o de un circuito integrado, por ejemplo un procesador, que se halla convenientemente programado. El circuito integrado puede estar comprendido en un aparato portátil, tal como la cámara. El circuito integrado comprende una o varias secuencias de instrucciones. Así, tal secuencia de instrucciones que está comprendida, por ejemplo, en una memoria del aparato portátil, permite al circuito integrado ejecutar las diferentes etapas del procedimiento de determinación. La secuencia de instrucciones se puede cargar en la memoria leyendo un soporte de datos tal como, en un ejemplo no limitativo, un disco duro, un CD, o un DVD. Asimismo un proveedor de servicios puede poner a disposición tal secuencia de instrucciones a través de una red de comunicaciones, tal como por ejemplo Internet.

Por supuesto, la invención no se limita a las formas de realización que acaban de ser descritas.

En particular, el método de búsqueda de las zonas de homogeneidad ha sido descrito en el caso de los métodos de segmentación por división-fusión, aunque se podrían utilizar otros métodos de segmentación, tales como los métodos por división de regiones o por crecimiento de regiones conocidos por el experto en la materia.

Además, la luminosidad ha sido descrita con referencia al nivel de gris de los píxeles de la imagen, aunque se puede representar asimismo mediante otra magnitud en función de la codificación de imagen utilizada.

Igualmente, el procedimiento según la invención ha sido descrito en el caso de una detección de niebla, aunque el procedimiento es trasladable asimismo a otros elementos que perturben o modifiquen la visibilidad del conductor. Así, el procedimiento descrito es interesante cuando existe niebla, pero asimismo para cualquier otro elemento que perturbe o modifique la visibilidad del conductor, tal como polvo o humo, u otros elementos que tengan las mismas características de difusión de la luz, que por tanto incorporen partículas del orden del micrómetro, con independencia de que la carretera comprenda un obstáculo tal como puente o un coche, que se sitúe delante del vehículo del conductor o en el carril de enfrente, o no comprenda ningún obstáculo.

Además, el procedimiento descrito, al hacer uso tan sólo de combinaciones lineales simples (cálculo de las tangentes) es particularmente ligero en carga de cálculo y, por tanto, rápido. Además, elimina las incertidumbres relacionadas con el ruido generado por el cálculo de derivada que la búsqueda del punto de inflexión impone en el método de la técnica anterior.

Finalmente, el procedimiento descrito es robusto, ya que permite extraer distancias de visibilidad incluso en presencia de obstáculos que eran demasiado perturbadores para hacer uso del método utilizado en la técnica anterior.

Finalmente, es una solución simple y poco costosa en su puesta en práctica.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de determinación de una distancia de visibilidad (D) para un conductor de un vehículo en presencia de un elemento (BR) que perturba la visibilidad del conductor, que comprende las siguientes etapas:
- 5 - registro de al menos una imagen (I1, I2) de un campo del espacio (4) situado delante del vehículo, definiéndose dicha imagen mediante un conjunto de píxeles (PIX) y de líneas de exploración (BL),
- 10 - separación de dicha imagen (I1, I2) en dos partes por una primera línea (7) que pasa por un punto predeterminado (PD),
- determinación de la luminosidad de los píxeles (PIX) de dicha primera línea (7), dando como resultado una curva de luminosidad (LUX),
- 15 caracterizado porque comprende además las siguientes etapas:
- determinación de una primera tangente (AA') a la curva de luminosidad (LUX) tangente a un lugar de dicha curva representativo de una región de luminosidad sensiblemente independiente del elemento perturbador (BR),
- 20 - determinación de una segunda tangente (CC') a la curva de luminosidad (LUX) tangente a un lugar de dicha curva representativo de una estabilización de la luminosidad,
- determinación de una línea de exploración (FBL) en función de la primera tangente (AA') y segunda tangente (CC'), siendo dicha línea de exploración (FBL) representativa de la distancia de visibilidad (D).
- 25
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho elemento de perturbación es la niebla.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque la primera línea (7) es una línea recta vertical.
- 30
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque comprende además:
- una etapa de búsqueda de las zonas de dicha imagen que responden cada una de ellas a un predicado de homogeneidad,
- 35 - una determinación del centro de gravedad (G1, G2) de cada una de dichas zonas,
- una determinación del centro de gravedad global (G) de cada uno de dichos centros de gravedad (G1, G2) de dichas zonas, siendo dicho centro de gravedad global (G) dicho punto predeterminado (PD).
- 40
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la segunda tangente (CC') es paralela a la primera tangente (AA').
- 45
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la línea de exploración (FBL) es calculada en función de un punto de intersección (F) entre la curva de luminosidad (LUX) y una paralela (BB') a la primera tangente (AA') a una distancia (d1/2) determinada de la primera tangente (AA') y de la segunda tangente (CC').
- 50
7. Procedimiento según la reivindicación precedente, caracterizado porque la distancia determinada (d1/2) es la distancia entre la primera tangente (AA') y la segunda tangente (CC') dividida por dos.
- 55
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la distancia de visibilidad (D) es determinada a partir de la línea de exploración (FBL) encontrada y por medio de una tabla de consulta (TAB) o por medio de un cálculo trigonométrico.
9. Procedimiento según la reivindicación precedente, caracterizado porque el cálculo trigonométrico es el siguiente: la distancia de visibilidad es igual a una altura (h) respecto al suelo (6) de un elemento (2) que efectúa el registro de la imagen, dividida por la tangente de:
- 60 - el valor de un ángulo de visión ($\alpha 0$) de la línea de exploración más elevada (BL256), más
- un campo angular total (A) dividido por el número (256) de línea de exploración más elevada (BL256), todo ello multiplicado por
- 65 - ese número de línea más elevada (256) menos la línea de exploración (FBL) correspondiente al punto de intersección (F) calculado.

10. Dispositivo de determinación (PRO) de una distancia de visibilidad (D) para un conductor de un vehículo en presencia de un elemento (BR) que perturba la visibilidad del conductor, que incorpora:
- 5 - medios (S1) para recibir al menos una imagen (I1, I2) registrada a partir de un campo del espacio (4) situado delante del vehículo, definiéndose dicha imagen mediante un conjunto de píxeles (PIX) y de líneas de exploración (BL),
 - 10 - medios (S2) para separar dicha imagen (I1, I2) en dos partes por una primera línea (7) que pasa por un punto predeterminado (PD),
 - medios (S3) para determinar la luminosidad de los píxeles de dicha primera línea (7), dando como resultado una curva de luminosidad (LUX),
 - 15 caracterizado porque incorpora además:
 - medios (S4) para determinar una primera tangente (AA') a la curva de luminosidad (LUX) tangente a un lugar de dicha curva representativo de una región de luminosidad sensiblemente independiente del elemento perturbador (BR),
 - 20 - medios (S5) para determinar una segunda tangente (CC') a la curva de luminosidad (LUX) tangente a un lugar de dicha curva representativo de una estabilización de la luminosidad, y
 - 25 - medios (S6) para determinar una línea de exploración (FBL) función de la primera tangente (AA') y de la segunda tangente (CC'), siendo dicha línea de exploración representativa de la distancia de visibilidad (D).
 - 11. Dispositivo (PRO) según la reivindicación precedente, caracterizado porque va integrado en una cámara (2) a bordo del vehículo (1).
 - 30 12. Dispositivo (PRO) según una de las precedentes reivindicaciones 10 u 11, caracterizado porque la línea de exploración (FBL) es calculada en función de un punto de intersección (F) entre la curva de luminosidad (LUX) y una paralela (BB') a la primera tangente (AA') a una distancia (d1) determinada de la primera tangente (AA') y de la segunda tangente (CC').
 - 35 13. Dispositivo (PRO) según la reivindicación precedente, caracterizado porque la distancia determinada (d1) es la distancia entre la primera tangente (AA') y la segunda tangente (CC') dividida por dos.
 - 40 14. Dispositivo (PRO) según una de las precedentes reivindicaciones 10 a 13, caracterizado porque incorpora además medios (S7) para determinar la distancia de visibilidad (D) a partir de la línea de exploración encontrada (FBL) y por medio de la tabla de consulta (TAB) o por medio de un cálculo trigonométrico.
 - 15. Producto de programa de ordenador que comprende una o varias secuencias de instrucciones para poner en práctica, cuando dicho programa es ejecutado por un procesador, el procedimiento según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones 1 a 9.

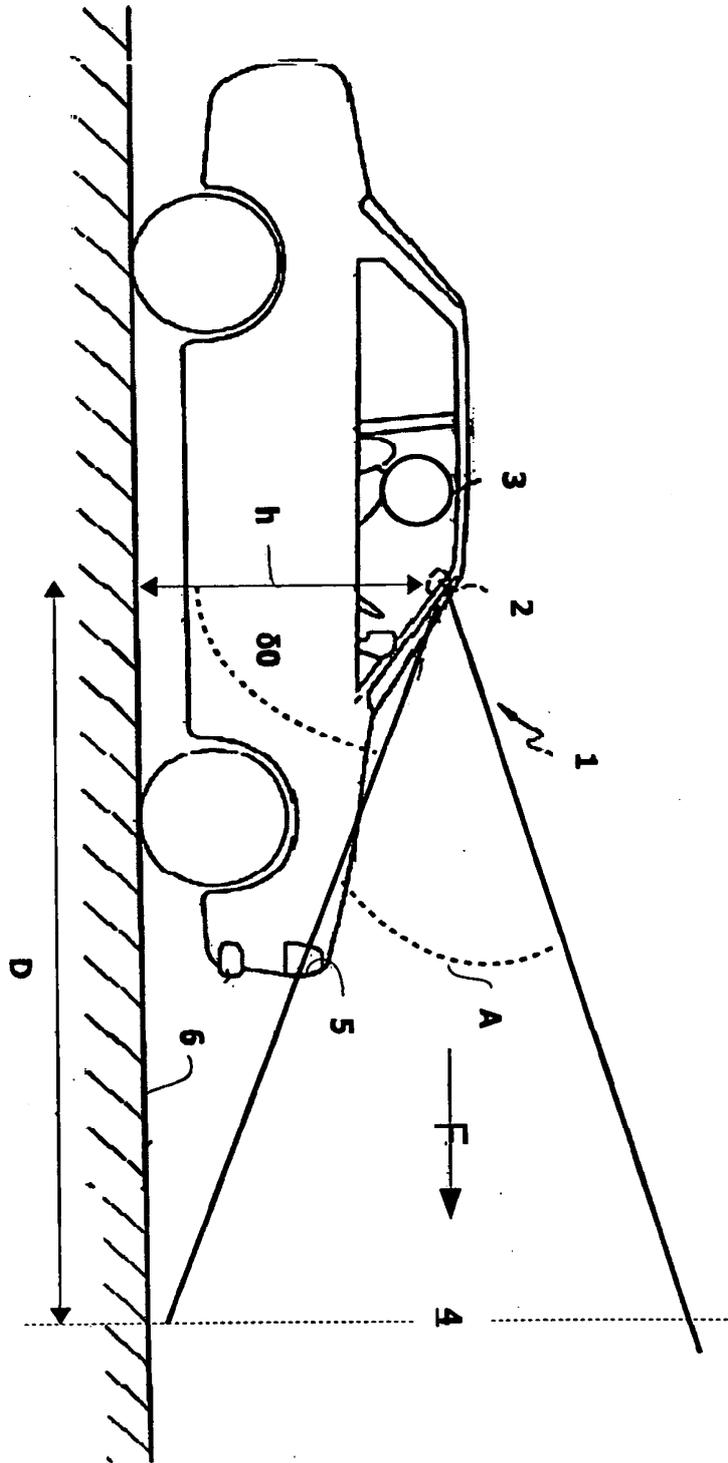


FIG.1

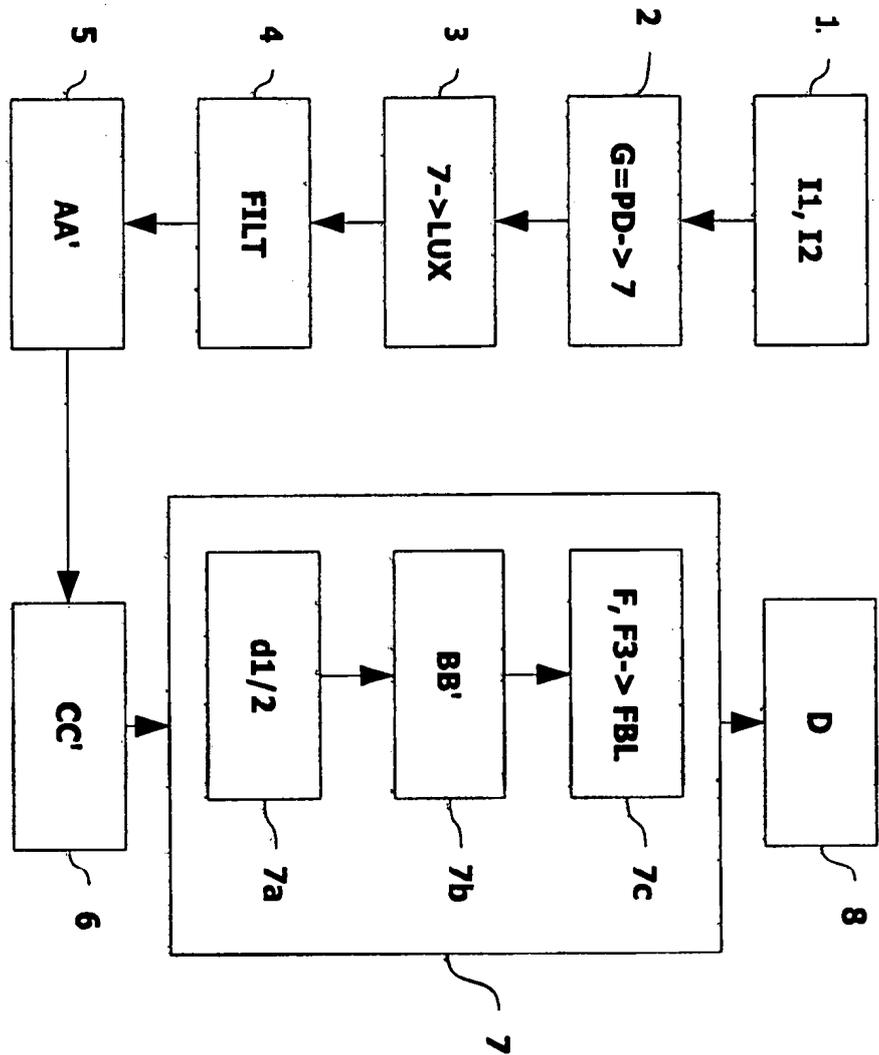


FIG. 2

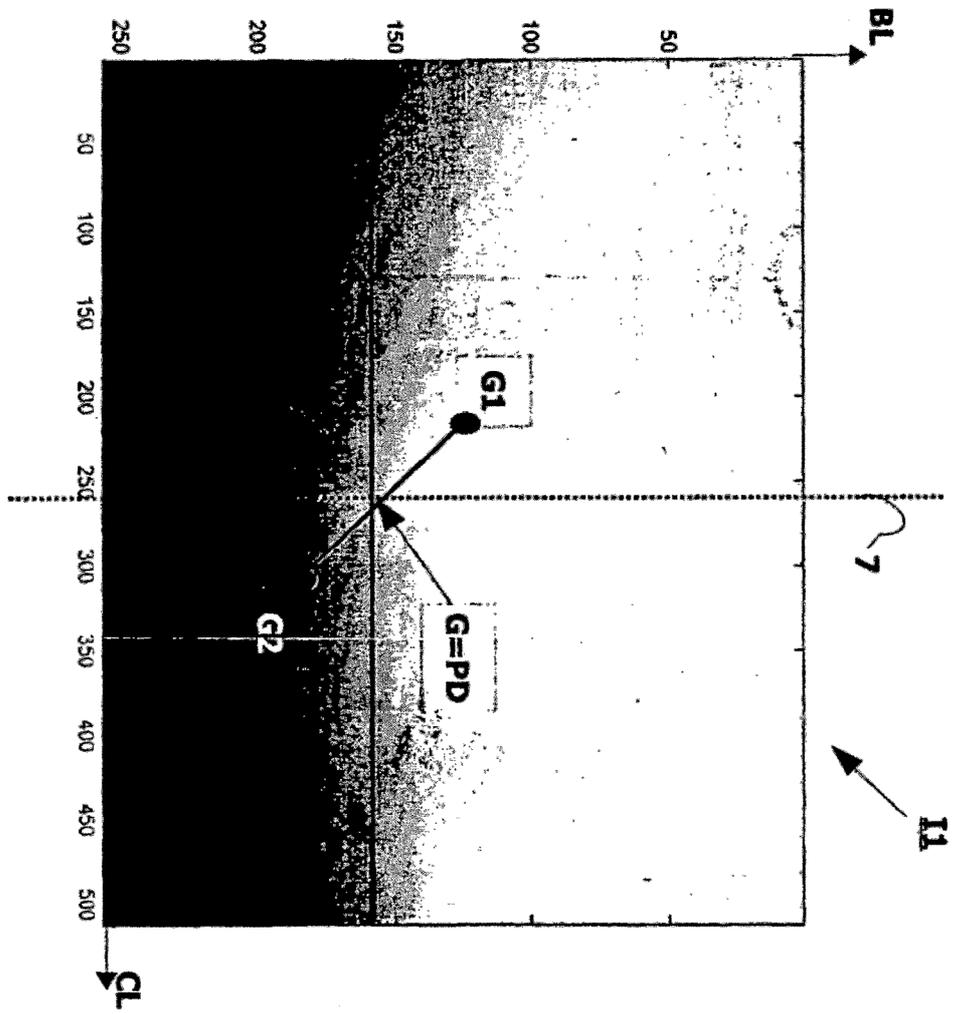


FIG. 3

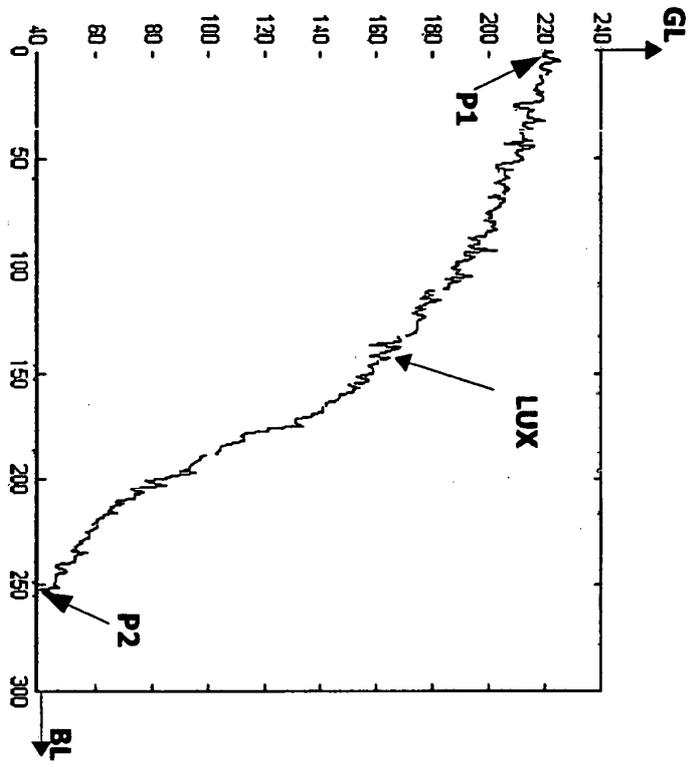


FIG. 4

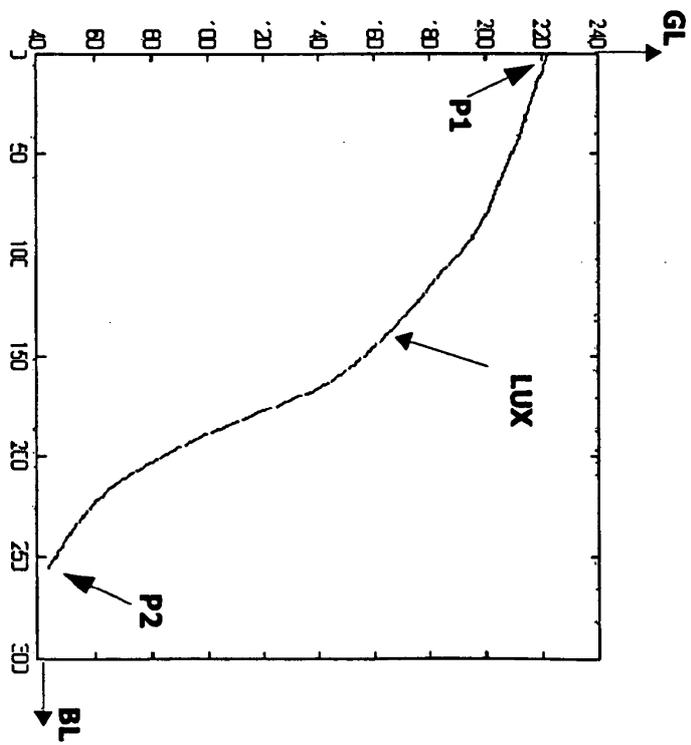


FIG. 5

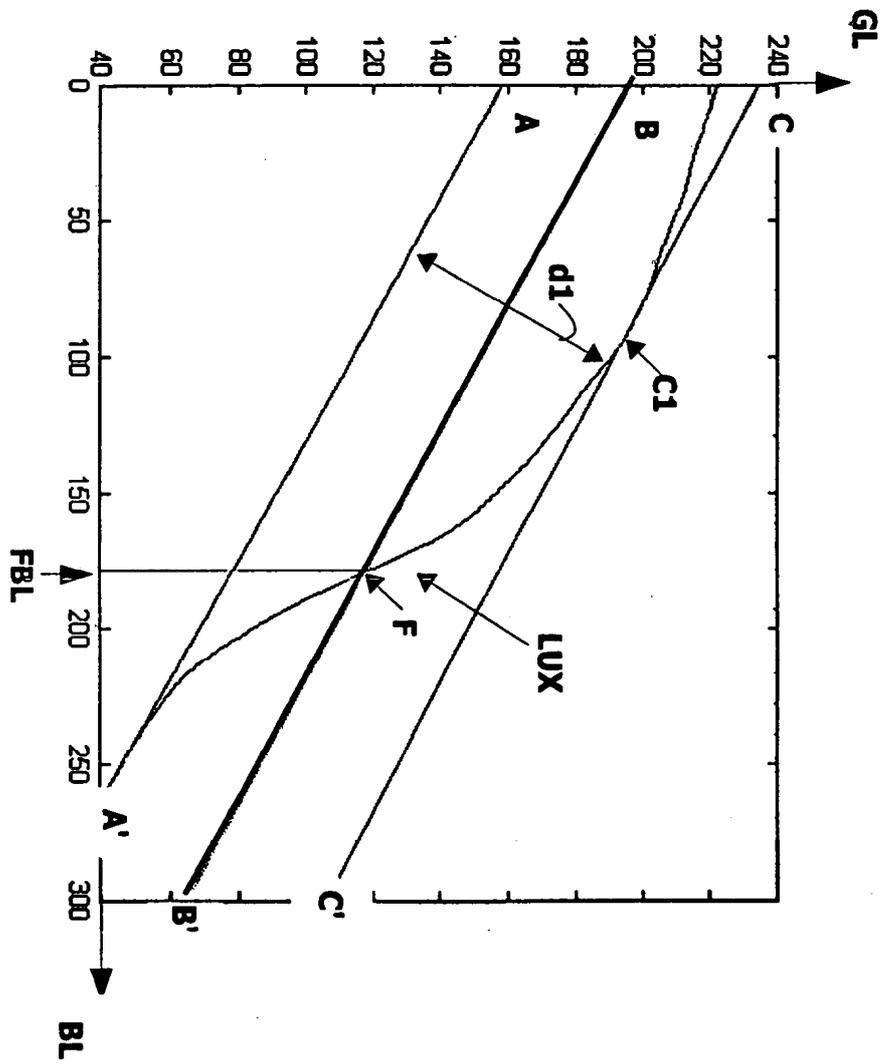


FIG.6

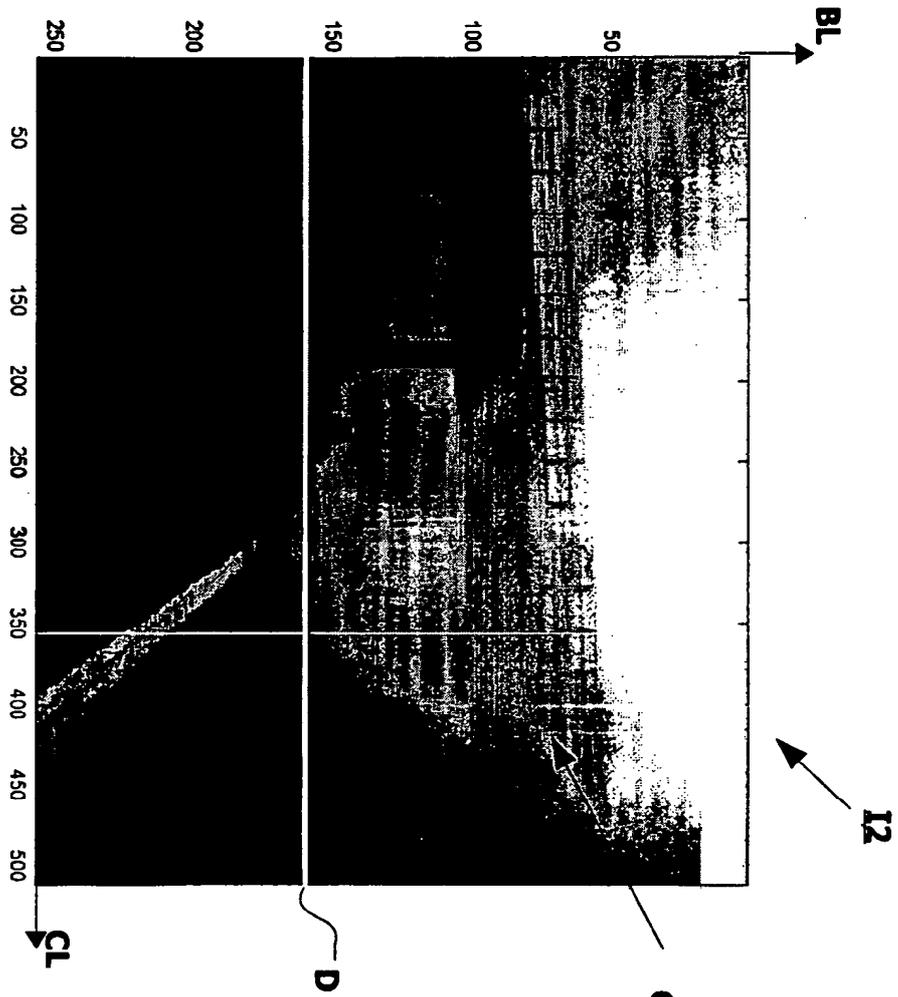


FIG. 7

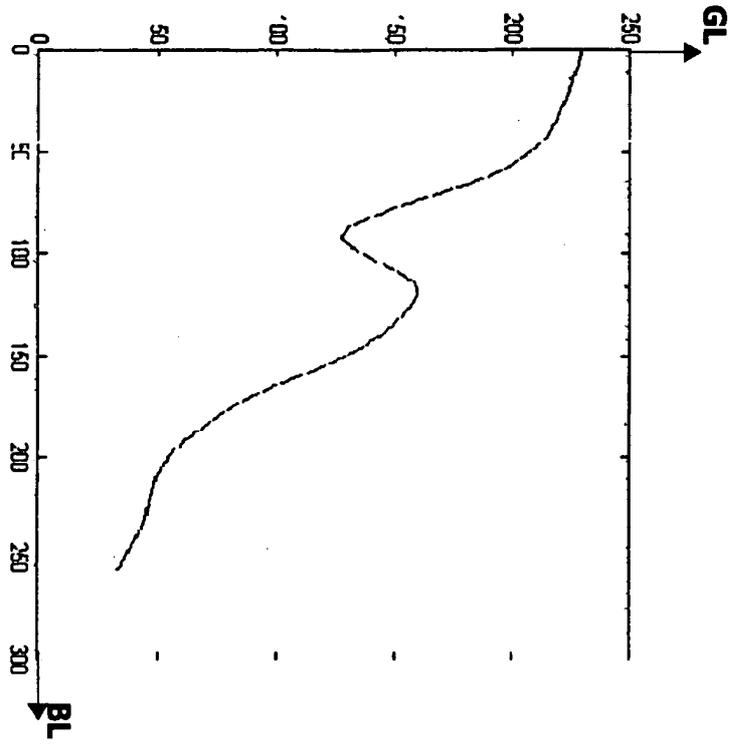


FIG. 8

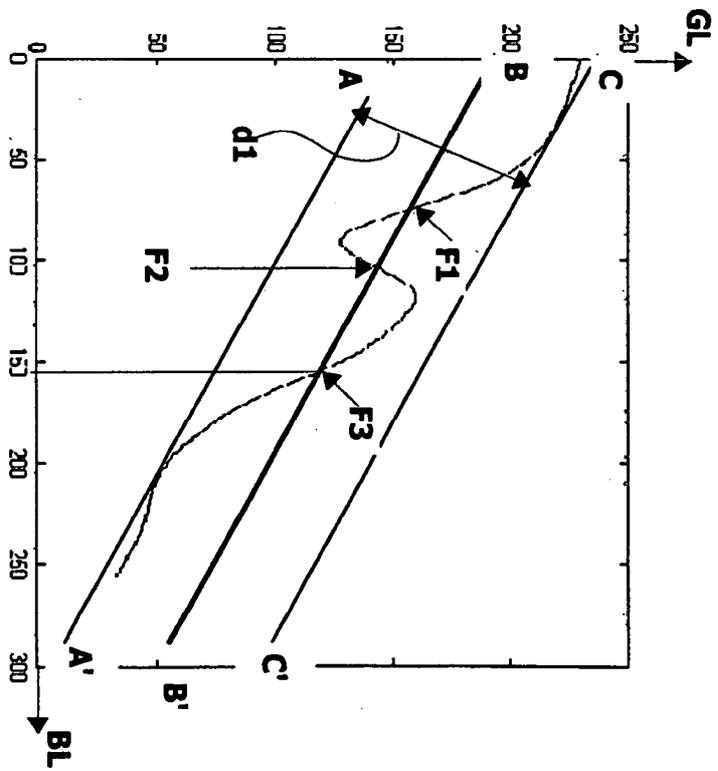


FIG. 9

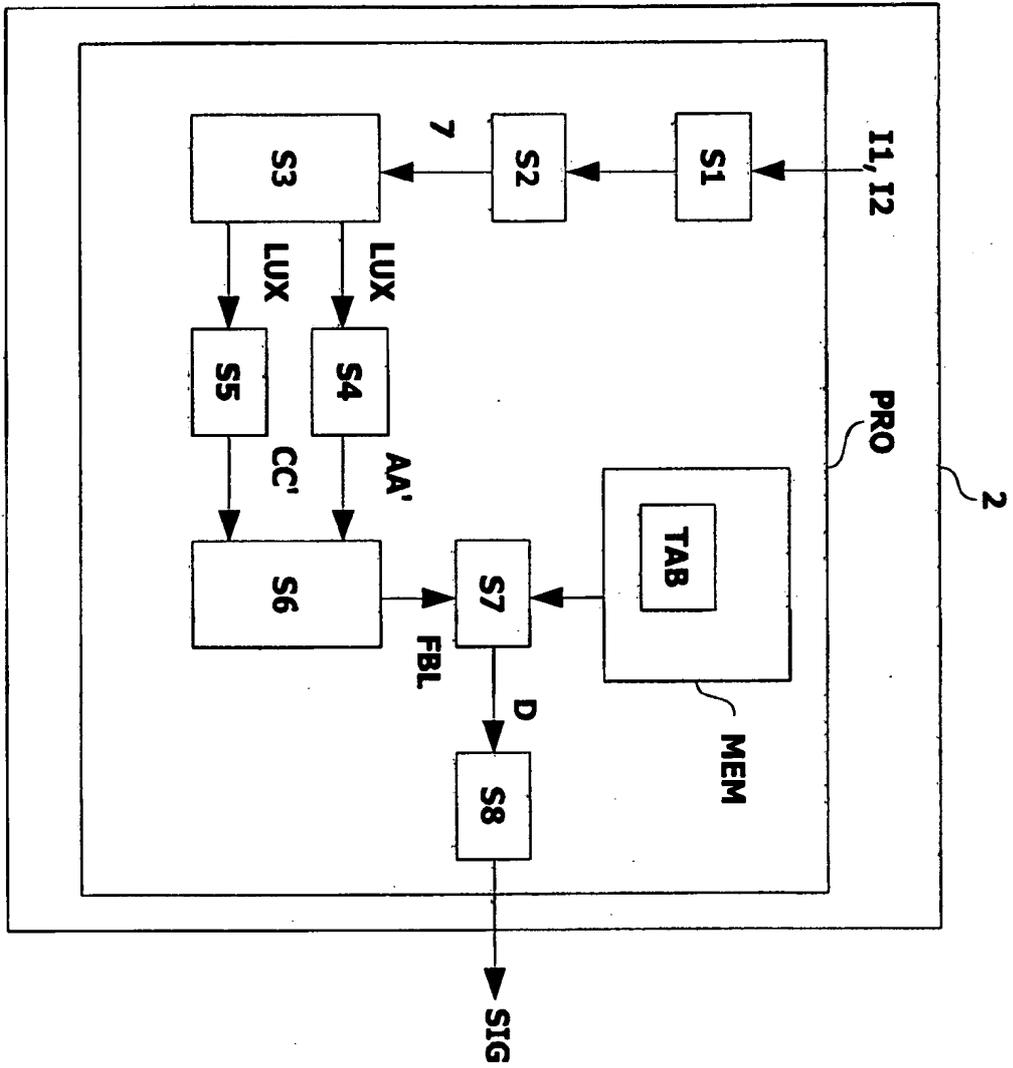


FIG. 10