

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 550**

51 Int. Cl.:

<b>H04N 5/365</b>	(2011.01)
<b>H04N 5/33</b>	(2006.01)
<b>H04N 5/347</b>	(2011.01)
<b>H04N 5/3745</b>	(2011.01)
<b>H04N 5/378</b>	(2011.01)
<b>G02B 27/01</b>	(2006.01)
<b>G02B 27/00</b>	(2006.01)
<b>G02B 13/06</b>	(2006.01)

12

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.09.2011 PCT/EP2011/065721**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **22.03.2012 WO12034963**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2011 E 11754427 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.04.2017 EP 2616864**

54 Título: **Sistema optrónico de visión supra-hemisférica**

30 Prioridad:

**14.09.2010 FR 1003654**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**14.09.2017**

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)  
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade  
Nord  
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**MIDAVAINÉ, THIERRY**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 632 550 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**

Sistema optrónico de visión supra-hemisférica

El campo de la invención es el de la observación y de la vigilancia para la protección de un vehículo, de un convoy de vehículos, de una plataforma (terrestre, naval o aerotransportada), o de un sitio.

5 Esta observación o vigilancia se asegura generalmente por un observador o un equipo embarcado en una plataforma; eventualmente puede estar telecontrolado.

Entre los dispositivos existentes para asegurar esta misión de vigilancia, se pueden citar los dispositivos siguientes que utilizan:

- 10 - una corona de episcopios o periscopios que atraviesan los blindajes, paredes y medios de protección en los carros blindados, o
- una cámara montada sobre una montura orientable según dos ejes, de tipo PTZ, siglas de la expresión anglosajona Pan Tilt Zoom, que no permiten cubrir el conjunto del panorama instantáneamente o
- una red de varias cámaras repartidas y que cubren el panorama, que necesitan gestionar una red de flujos de video, o
- 15 - un captador de horquilla, en el interior de una óptica, que barre totalmente en 360° la escena en el plano ecuatorial por ejemplo con unas cadencias de 1 a 10 Hz.

Estos medios de tipo optrónico proporcionan unas señales que eventualmente se tratan y posteriormente se restituyen sobre unas pantallas. Se describen otros sistemas optrónicos en los documentos US-A-5 023 725, US-B1-6 449 103, US-A1-2008/151084, US-A1-2004/169726, EP-A2-0 776 124, WO-A1-2005/029865 y US-A1-2005/046715.

Estos medios son muy insuficientes:

- 25 - bien porque no permiten tener una percepción completa de todo el entorno pudiendo presentar numerosos ángulos muertos; esto es importante por ejemplo para un vehículo que se desplaza en un medio urbano y que puede maniobrar igualmente en diferentes direcciones, con unas amenazas que pueden provenir de diferentes direcciones,
- o bien porque la resolución es muy insuficiente con relación a las dimensiones angulares de los objetos, eventos o amenazas a detectar teniendo en cuenta la distancia a la que es necesario poder discriminarlos. Se trata en efecto de:
  - 30 ❖ reconocer hasta una distancia de 150 m, unos tiradores aislados susceptibles de ser amenazantes con un lanzagranadas (o RPG siglas de la expresión anglosajona Rocket Propelled Grenade), o que pueden desplazarse sobre los techos de inmuebles en medio urbano,
  - ❖ reconocer unos vehículos que se desplazan en el terreno, en un radio que puede alcanzar 500 m; en medio urbano es raro ir más allá, en medio abierto la detección es posible a unas distancias de 1500 m,
  - 35 ❖ reconocer unos objetos puestos en el terreno tales como unas minas (o IED, siglas de la expresión anglosajona Improvised Explosive Device): deben poder detectarse unos objetos de algunas decenas de centímetros o metros de dimensión, situados a algunas decenas de metros con el fin de decidir evitarles rodando,
- o bien porque la cadencia de renovación es muy insuficiente para sustituir a una percepción próxima a la capacidad humana, es decir para tener una percepción continua en tiempo real del entorno y de su evolución teniendo en cuenta la velocidad de desplazamiento del vehículo y unas decisiones de reacción que pueden tomarse por los equipos. Existen por ejemplo unos dispositivos que se basan en el empleo de una óptica asociada a una cámara CCD, que barre en el plano ecuatorial en 360° con unas cadencias de 1 a 10 Hz y están limitadas en altura angular a una veintena de grados: estos dispositivos se basan o bien sobre pequeñas matrices (de 2 Mpx o menos) para ser compatibles con una cadencia de video de alta definición (HD 25 a 50 Hz)
- 45 o bien sobre unas grandes matrices superiores a 2 Mpx pero limitadas en cadencia (del orden de 1 a 10 Hz) o incluso sobre unas horquillas que barren los 360° que están también limitadas a unas frecuencias de barrido de 1 a 10 Hz.

Finalmente todos estos medios anteriores están limitados a un funcionamiento de día, siendo sensibles en el campo visible o el infrarrojo cercano o pueden ofrecer una capacidad de visión nocturna de tipo infrarrojo térmico insuficiente para apreciar las amenazas y que proporcionan de día unas imágenes menos fácilmente aprovechables que las imágenes dadas por las cámaras visibles o del infrarrojo cercano.

En consecuencia, continúa existiendo hasta el momento una necesidad de un sistema que dé satisfacción simultáneamente al conjunto de las exigencias antes citadas, en términos de campo de visión, de resolución, de permanencia de la observación, de cadencia y de visión día-noche.

55 Más precisamente la invención tiene por objeto un sistema optrónico de video de visión supra-hemisférica de una

escena, que comprende un captador con una óptica supra-hemisférica y un detector matricial situado en el plano focal de la óptica, una entidad de tratamiento de las imágenes captadas y unos medios de presentación de las imágenes tratadas. Se caracteriza principalmente porque:

- el detector matricial es de cadencia de video y comprende:

- 5 i. L líneas x C columnas de píxeles siendo L y C > 2000, siendo cada píxel de doble muestreo correlacionado y adecuado para asegurar la conversión cargas-tensión, y  
 ii. 2 C elementos de conversión analógica-digital (o CAD) de tensión en paralelo, asociados respectivamente a cada columna de la matriz del detector, incluyendo cada elemento de conversión por sí mismo un primer CAD de reducido nivel en la entrada y fuerte alta y un segundo CAD de nivel elevado en la entrada y baja ganancia,

10 - porque la óptica supra-hemisférica presenta una distancia focal f controlada en función del ángulo de elevación, siendo la distancia focal más larga en el plano ecuatorial, y tiene una apertura numérica f/D comprendida entre 0,9 y 1,6, siendo D el diámetro de la óptica,  
 - unos medios de adaptación de la dinámica de la imagen captada a la dinámica de la escena, mediante un control del tiempo de exposición, y/o de la ganancia,  
 15 - y porque el detector incluye una temperatura, un tiempo de exposición y unos ruidos temporales predeterminados, teniendo la imagen captada y los medios de presentación una dinámica predeterminada, teniendo la imagen captada unas frecuencias espaciales altas y bajas y teniendo la escena una iluminación predeterminada, la unidad de tratamiento comprende:

- 20 i. unos medios de corrección de las no uniformidades del detector por medio de tablas de control adaptadas en función de la temperatura y del tiempo de exposición del detector,  
 ii. unos medios de suma ponderada de varios píxeles vecinos,  
 iii. unos medios de adaptación de la dinámica de la imagen captada a la dinámica de la escena, unos medios de compresión de la dinámica de la imagen captada en función de los ruidos temporales del detector, que crece con la iluminación de la escena, unos medios de adaptación de la dinámica de la imagen captada a la dinámica de la pantalla de presentación y/o a la del ojo, por restitución de las altas frecuencias espaciales de la imagen y compensación de las bajas frecuencias espaciales.

Según una característica de la invención, comprende unos medios de definición de la distancia focal de la óptica y unos medios de corrección de las distorsiones en función de un sector de la escena observado.

30 El captador asegura una cobertura hemisférica o superior, con una resolución adaptada a las dimensiones y posiciones de las amenazas potenciales. El captador multi-megapíxeles puede leerse con cadencia de video o incluso con unas cadencias superiores con un nivel de sensibilidad ajustable a partir de los niveles de iluminación del día hasta unos niveles de iluminación de noche siendo compatible con la presencia de fuentes luminosas en la escena. Este último aspecto es ventajoso para utilizaciones en zona urbana.

35 Un conjunto de tratamiento repartido en el captador y el calculador permite proporcionar unas imágenes sobre la o las pantallas de las IHM (Interfaces Hombre Máquina) con unas incrustaciones adaptadas a las misiones de los usuarios.

La invención tiene también por objeto una plataforma adecuada para desplazarse, equipada con un sistema oprónico de video de visión supra-hemisférica tal como se ha descrito.

40 La invención permite de ese modo al usuario tener la percepción de su entorno exterior en tiempo real mientras permanece en el seno de la plataforma sin que se le requiera salir. En particular en un contexto militar o de entorno peligroso el sistema contribuye a la protección del equipo. Permite en efecto ofrecer al usuario una visión total de día y de noche en tiempo real con cadencia de video, con una resolución adaptada a la dimensión angular de estas amenazas teniendo en cuenta su distancia y sus posiciones potenciales en el panorama.

45 Surgirán otras características y ventajas de la invención con la lectura de la descripción detallada que sigue, realizada a título de ejemplo no limitativo y con referencia a la figura 1 que representa esquemáticamente un ejemplo de sistema según la invención.

50 El sistema 100 según la invención mostrado en la figura 1, comprende un captador 10, un calculador 20, una interfaz IHM 30 destinada al usuario tal como un dispositivo de presentación de imágenes y una interfaz IHM 40 tal como un dispositivo de control por el usuario de ciertas funciones del sistema.

Además el sistema puede recibir unas informaciones procedentes de la plataforma o de otros equipos 50 integrados en la plataforma, como la medida de su velocidad de desplazamiento, su localización y su orientación sobre la cartografía (proporcionadas por ejemplo por un sistema GPS), o incluso la recepción de informaciones que den la localización de los soldados o de otras plataformas móviles amigas por ejemplo.

55 Se instala a bordo de una plataforma tal como un vehículo terrestre.

El captador 10 incluye una óptica y un detector.

La óptica muy abierta, de resolución variable en el campo cubre un campo angular superior a un hemisferio cuyo eje está orientado hacia el zenit. La óptica puede presentar además importantes distorsiones con el fin de ofrecer unas resoluciones aumentadas en ciertos dominios angulares, por ejemplo en el plano ecuatorial, para aumentar su alcance.

Esta óptica es por ejemplo de tipo:

- ojo de pez con una distancia focal de 4,5 mm y 12 píxeles/°; 1 o 2 ópticas son suficientes para cubrir un campo de 360°,
- ojo de pez con una distancia focal de 8 mm y 21 píxeles/° sobre 120°; son necesarias 3 ópticas para cubrir un campo de 360°,
- óptica de distorsión muy grande o de tipo Panomorphe™ que permite cubrir un campo de 360°, con una resolución radial variable según el ángulo de elevación que puede ir de 20 a 22 píxeles/°; o más en resolución radial (es suficiente una óptica de ese tipo); la orientación vertical de una óptica así permite tener una resolución tangencial creciente con la disminución del ángulo de elevación y mejor para las elevaciones negativas. La óptica Panomorphe™ es un objetivo anamórfico de gran angular desarrollado por la sociedad Immervision y descrito en las patentes FR 2826221 y FR 2827680, que controla la distorsiones y produce una imagen ampliada que cubre un campo división de al menos 360 grados por 180 grados. La geometría de la imagen formada por una óptica de ese tipo (adaptada a la necesidad actual como se ha indicado) sobre el detector, muestran una cobertura de 360° en orientación o en un plano ecuatorial, por 220° en elevación o en los planos meridianos.

La cobertura angular en los planos meridianos sobre 220° puede ser diferente en función del azimut para optimizar la implantación sobre el vehículo y aumentar la cobertura por ejemplo sobre el sector delantero y  $\frac{3}{4}$  posterior izquierdo y derecho en los que el vehículo puede progresar o maniobrar. Esta óptica supra-hemisférica presenta una distancia focal  $f$  variable definida en función del ángulo de elevación, siendo la distancia focal más larga en el plano ecuatorial, y con una apertura numérica  $f/D$  comprendida entre 0,9 y 1,6, siendo  $D$  el diámetro de la óptica.

El detector funciona con cadencia de video (25 a 50 Hz) o superior en el visible o el infrarrojo cercano tanto de día como de noche e incluye al menos 5 megapíxeles. Incluye por ejemplo 2560 líneas (L) x 2160 columnas (C) de píxeles. El detector de tipo CMOS permite además unos modos de lectura y de presentación y unos controles de tiempos de exposición adaptados a las condiciones como se verá más adelante. Finalmente este tipo de detector puede proporcionar directamente una señal digital.

El detector situado en el plano focal es típicamente una matriz CMOS 4T (de 4 transistores en el píxel) o más, funcionando a 25 Hz, de reducido ruido (inferior a 2 electrones) y gran dinámica (superior a 80 dB). Cada píxel es de doble muestreo correlacionado y la conversión cargas-tensión se realiza en cada píxel, lo que asegura al detector un muy reducido nivel de ruido y una gran dinámica instantánea. Además el control del tiempo de exposición (o de integración), desde unas duraciones inferiores a 10  $\mu$ s a unas duraciones de 40 ms por ejemplo, le permiten funcionar el día y de noche. En ambiente de noche, de muy reducido nivel de ruido, es posible aumentar los tiempos de exposición por ejemplo a 100 ms y reducir la cadencia de las imágenes por ejemplo a 10 Hz con el fin de mejorar la S/R de la imagen restituida.

El detector funciona en el IR próximo (650 nm - 1  $\mu$ m), que puede estar preferentemente en el campo visible para una visión de noche, con el fin de aprovechar los flujos fotónicos y los contrastes de los albedos superiores de esta banda.

A cada columna de la matriz se asocian por ejemplo dos CAD en paralelo idénticos, teniendo uno una entrada de ganancia reducida a alto nivel de luz que permite codificar el nivel saturando unos píxeles (por ejemplo 35.000 electrones) y otro que tenga una entrada de alta ganancia con bajo nivel de luz gracias a una ganancia (que codifica los electrones con un nivel de cuantificación inferior al ruido o inferior a 1 electrón sobre una dinámica de  $N$  bits). Estas dos ganancias son eventualmente controlables: esto permite asegurar la codificación de la señal sin pérdida de la salida de los píxeles de cada columna para diferentes niveles de luz. Además de esta dinámica instantánea y de esta dinámica de ganancias de las salidas del detector, se tiene una dinámica de los tiempos de exposición controlable que permite hacer variar los tiempos de exposición entre 10  $\mu$ s y 40 ms incluso hasta 100 ms reduciendo la cadencia 10 Hz. Este control en tiempo real de los niveles de los tiempos de exposición, de la ganancia baja y del nivel de ganancia alto que salen en paralelo se obtiene o bien por la IHM 40 que controla estos niveles, o bien mediante un automatismo asegurado por un procesador en la cámara. El operador ajusta mediante dos cursores que controlan el brillo y el contraste de la imagen restituida sobre la pantalla de la manera siguiente:

- pasando al modo manual la cámara conserva las últimas regulaciones generadas por el modo automático,
- o el operador elige inicializar la cámara a su estado "por omisión" en el que la cámara se regula con un tiempo de exposición mínimo de 10  $\mu$ s y una ganancia reducida. Si constata que no puede apreciar la señal en las zonas sombreadas de la imagen ordena un brillo mayor para un mando de polarización sobre la señal. Si la señal no se satura en las zonas brillantes útiles de la imagen, ordena un contraste mayor. Este mando de contraste actúa: sobre un mando del tiempo de exposición aumentándole en el límite de 40 ms, posteriormente sobre la ganancia

empleada. Con una ganancia muy grande (para las condiciones de iluminación reducida), si constata un ruido demasiado grande en las zonas sombreadas de la imagen, puede aún aumentar el tiempo de exposición más allá de 40 ms y controlar el modo de suma de los píxeles adyacentes (o "binning" en inglés) a 2x2 y posteriormente 4x4. De manera preferida esta suma o "binning" puede ponderarse por el nivel de ruido de cada píxel. Reajusta si es necesario el nivel de brillo con el fin de ajustar las zonas sombreadas de la imagen a un nivel hasta por encima del negro de la pantalla. Puede funcionar así con alta velocidad, a 25 imágenes por segundo, o bien del orden de 138 megapíxeles/segundo sin degradar la S/R en la dinámica de la imagen.

El sistema 100 asegura las funciones siguientes:

- 10 - Una corrección en tiempo real de las no uniformidades del detector, realizada por un FPGA o un DSP integrado en el captador 10 o realizada en el calculador 20. Efectúa al menos una resta de la polarización, la resta de la corriente de oscuridad por medio de tablas de correcciones adaptadas en función de la temperatura y del tiempo de exposición del detector, y la división por un intervalo de luminancia uniforme que asegura la corrección de las no uniformidades de respuesta de los píxeles. Además el calculador podrá tener en cuenta las no linealidades de la respuesta para cada píxel y unas no uniformidades del nivel de ruido temporal de cada píxel para mejorar la relación señal a ruido global en la imagen así restituida.
- 15 - Un control de la cadencia de imágenes realizado por la electrónica de la cámara que controla al detector, o bien automáticamente o bien ordenada manualmente por el operador para hacer variar la cadencia de 25 a 100 Hz. Un modo de ese tipo puede ser muy útil rodando en ambiente diurno o si los niveles de iluminación más reducida lo permiten con el fin de aumentar la fluidez de las imágenes y reducir el tiempo de latencia.
- 20 - Un modo "binning" ponderado de suma de las señales S de los píxeles vecinos ponderadas por ejemplo con la inversa del ruido (1/R) de cada píxel y multiplicando el total por la suma de los ruidos. Este modo "binning" ponderado puede ser sobre 2x2, 3x3 o 4x4 píxeles por ejemplo.
- 25 - Una salida lineal sobre 16 bits del detector porque una salida lineal sobre 12 bits es insuficiente en relación con la dinámica de la escena y la dinámica del captador; la digitalización sobre 2x11 bits está en el límite del rendimiento analógico del captador y de la finura de las operaciones de corrección de no uniformidad. El píxel es susceptible de tener un nivel de ruido RMS (siglas de la expresión anglosajona Root Mean Square) inferior a 1 electrón. Se ha medido un ruido RMS de 0,5 electrones sobre los píxeles menos ruidosos para una señal digital codificada a 0,6 electrones por paso y son sin duda accesibles unos niveles de ruido más reducido. Las señales más reducidas pueden tener de hecho una señal de 0 en la oscuridad total, posteriormente de 1 foto-electrón sobre un píxel; por tanto un paso de codificación inferior a 1 electrón incluso inferior al nivel de ruido RMS es apreciable para el tratamiento de la señal con el fin de limitar el ruido aportado por la codificación digital. Este ruido RMS de cuantificación es igual al paso de cuantificación dividido por  $\sqrt{12}$ . En este caso el ruido de cuantificación es igual a  $0,6/\sqrt{12}=0,17$  lo que es efectivamente pequeño frente al ruido RMS de 0,5 electrones. El píxel puede tener un nivel de saturación superior a 35.000 electrones. Por tanto una codificación lineal sobre 30 65.536 niveles o 16 bits se aproxima a nuestras necesidades. Una codificación mediante dos convertidores de dinámica más reducida con dos ganancias de entrada diferentes puede adaptarse mejor (codificación con dos pendientes). De ese modo la codificación de ganancia reducida sobre 11 bits codificará los niveles fuertes sobre 2048 niveles de 17 a 35.000 electrones con paso de 17 electrones. La codificación de alta ganancia codificará posteriormente los niveles más reducidos adaptados al ruido en la oscuridad (0,5 electrones por ejemplo) a unos niveles superiores al cuadrado del nivel mínimo del convertidor de baja ganancia es decir 292 como mínimo. En efecto el ruido RMS de una señal de amplitud igual a N foto-electrones según una estadística descrita por la ley de Poisson tiene una amplitud igual a  $\sqrt{N}$ ; de ese modo a partir de este nivel de 292 el ruido RMS se convierte en inferior al paso de cuantificación. De ese modo puede realizarse una codificación de 0 a 1024 electrones con un paso de codificación de 0,5 electrones bajo 11 bits para una salida de alta ganancia. La relación de las ganancias entre la salida de alta ganancia y la de baja ganancia es así de  $35.000/1024$  es decir 34. Se prefiere una conversión sobre 2x12 bits para tener margen con relación al análisis anterior para realizar las operaciones aritméticas de las correcciones de las no uniformidades y de la no linealidad limitando el impacto de los niveles de cuantificación sobre el ruido final resultante y para permitir acceder a un nivel de ruido más reducido y a unos niveles de saturación mayores potencialmente accesibles.
- 40 - Una gestión de la tabla de conversión de la señal en la salida (designada "look up table" en inglés) durante las operaciones de corrección de no uniformidad y de no linealidad con el fin de comprimir los niveles de imágenes corregidas mediante unas leyes diferentes sobre toda la dinámica de la escena: respuesta a grandes pendientes, respuesta en lazo, respuesta logarítmica, igualación del histograma por ejemplo. Esto permite conservar la dinámica de la señal mientras se reduce con un mínimo de pérdida la velocidad de los datos.
- 55 - Lectura y presentación con alta cadencia de las zonas de interés controladas por un automatismo o por la interfaz hombre máquina 40. Estas zonas de interés se definen de diferentes maneras en función de la misión, de las operaciones realizadas por cada hombre y el estado del vehículo o bien en situación de rodadura o bien en posición fija. Por ejemplo, un jefe del dispositivo supervisa los sectores de amenazas potenciales, un tirador podrá emplear una imagen que cubre el sector de su dirección de visión, un piloto de vehículo podrá emplear una imagen que cubre el sector delante del vehículo en rodadura (o sector posterior en caso de marcha atrás o para tener una función retrovisor). En caso de progresión del vehículo, un software de tratamiento de imagen por análisis del flujo óptico puede presentar automáticamente los sectores nuevamente descubiertos de la escena para el jefe del dispositivo. En el caso de vehículo parado un software de tratamiento de imágenes puede detectar automáticamente los eventos en la escena (aparición, desapariciones, detección de movimientos)

generando unas alertas para el equipo, unos trazados de detección y unas pistas sobre la pantalla de situación presentan el entorno del vehículo y generando de ese modo unas imágenes de alta cadencia y de resolución total para permitir al operador apreciar si hay o no una amenaza y movilizar una reacción. Finalmente el vehículo o la red en la que está inscrito pueden estar equipados con otros captadores susceptibles de generar unas alertas y unas designaciones de objetivo para los que el presente sistema podrá proporcionar una imagen del sector angular a los operadores.

El captador 10 y el calculador 20 aseguran unas funciones de tratamiento en tiempo real de diferentes tipos:

- Tratamientos de bajo nivel de las señales procedentes del detector con el fin de tratar las fuentes de ruido y restaurar con su mayor dinámica las señales.
- Tratamiento de compensación de las distorsiones de la combinación óptica y del detector mediante unos medios algorítmicos que aprovechan la definición de la distancia focal de la óptica en función del sector de la imagen presentada, con el fin de proporcionar sobre una pantalla 30, unas imágenes o unas sub-imágenes en función de los ángulos de elevación y de orientación cubiertos efectivamente por cada elemento de imagen o píxel.
- Tratamientos de las imágenes en coherencia con las informaciones de la plataforma y en función del entorno para asegurar unas funciones variadas tales como detección, generación de alarma incrustada en la imagen presentada según la referencia de la plataforma.
- Tratamientos de adaptación de la dinámica de la imagen detectada a la de los medios de presentación y/o a la del ojo, para restituir las imágenes sobre estas pantallas o interfaces 30 hombre máquina, respondiendo a las necesidades ergonómicas y operativas de los usuarios. Así por ejemplo el sistema detecta las iluminaciones de cresta, o las sobre-iluminaciones que saturan los píxeles, puntuales o cuasi puntuales en la imagen. Se asociarán por ejemplo al sol de día, a lámparas y faros de noche. Estas zonas se presentan en blanco sobre la imagen y no contribuyen a los controles automáticos del tiempo de exposición y de la ganancia descritos anteriormente. Por otro lado, en el caso de una dinámica de la escena muy grande, por ejemplo en presencia de zonas de pleno sol y simultáneamente zonas oscuras en la sombra, la presentación de la imagen restituye las frecuencias espaciales elevadas (los detalles de la imagen) y compensa las variaciones de iluminaciones en baja frecuencia por ejemplo mediante la técnica de enmascaramiento del flujo o por normalización multi-zona o por filtrado por ondículas.

Los tratamientos realizados por el sistema 100, y repartidos entre captador 10, el calculador 20 y la IHM 30 y 40 son los siguientes:

- La óptica del captador incluye además un diafragma, mando de la apertura y cierre del diafragma (eventual) del captador, control de la temperatura del captador, desempañado y deshielo del dióptrico frontal de la óptica, mando del enfoque de la óptica.
- Mando de los tiempos de exposición,
- Mando de la ganancia del detector,
- Gestión de las presentaciones de las imágenes de tipo banda panorámica, radar, lupa sobre unos sectores de la imagen o zonas de interés con corrección de las distorsiones y de los movimientos de vehículos.

Estos mandos de los tiempos de exposición, de la ganancia del detector, de las presentaciones, se realizan por ejemplo sucesivamente. Por omisión se cierra por ejemplo el diafragma del captador y el tiempo de exposición y la ganancia están en el mínimo; se realiza entonces el histograma de la imagen, lo que es en este caso una imagen negra. Posteriormente se abre el diafragma, y se realiza el histograma de la imagen obtenida verificando que se ha extendido desde el nivel más bajo hasta el nivel más alto. Posteriormente estando abierto el diafragma, se aumenta el tiempo de exposición: si esto no es suficiente (es decir si el histograma no se ha extendido convenientemente), se aumenta incluso más el tiempo de exposición y eventualmente la ganancia. Se puede partir a la inversa de una imagen blanca, totalmente saturada. Como se indica más arriba, se puede suprimir igualmente el diafragma y ajustar los tiempos de exposición y la ganancia. Se puede utilizar también un filtro que se aplica a la óptica para atenuar la señal y/o limitar la banda espectral.

Se pueden igualmente citar como tratamientos realizados por el sistema 100, y repartidos entre el captador 10, calculador 20 y la IHM 30 y 40:

- Incrustación de los datos de contexto en la imagen (Norte, dirección del vector velocidad, cartografía, posiciones de los amigos, zonas de amenazas,...).
- Detección automática de los eventos, movimientos y novedades en la imagen (procedentes de la escena) con el fin de generar unas alarmas e incrustarlas en la imagen restituida.
- Presentación de imágenes en ventanas con corrección de las distorsiones y de los movimientos del vehículo.
- Realización del blindaje transparente con unas lunetas de micro pantalla colimadas, llevada sobre el casco y controladas por el control de orientación de la cabeza del usuario en la referencia terrestre soportada por el vehículo.
- Función de presentación bajo la forma de mosaico, en la referencia del terreno del conjunto de las imágenes adquiridas desde el terreno (o en 3D del panorama terrestre) durante el desplazamiento y restitución de estas imágenes en la referencia del terreno o vehículo.

- Distribución de las imágenes y de las incrustaciones proporcionadas para cada usuario al resto del equipo por ejemplo para permitir el jefe del vehículo indicar la dirección en la que el piloto debe dirigirse o indicar al tirador las zonas a vigilar con su medio de visión.
- En desplazamiento, encuadre de las zonas de la imagen puestas al descubierto de nuevo, mediante un tratamiento automático que detecta las discontinuidades del flujo óptico en la imagen o por medio de un teclado o de una palanca de mando por el operador.
- Emisión de designaciones de objetivos hacia unos sistemas de armamento por ejemplo.

Siendo el captador 10 solidario con el vehículo, el calculador 20 está provisto preferentemente de medios para realizar:

- Una estabilización de la imagen en un sistema de referencia inercial soportado (pantalla montada sobre vehículo) o situación de zoom con una ampliación  $> 1$ , por medio de un software de estabilización de imagen sobre referencia inercial o sobre detección de los movimientos globales de la imagen.
- Una salida directa con un retardo limitado para presentar las imágenes sobre la pantalla colimada con una ampliación de 1, solidaria con el vehículo (mismo sistema de referencia que el vehículo).
- Una salida que compensa los movimientos relativos entre el captador y la pantalla colimada (movimiento de torreta, plataforma sensor,...) y tratamiento de los retardos entre la adquisición y la presentación de las imágenes,
- Una salida que compensa los movimientos relativos de la cabeza del usuario con respecto a la plataforma por medio de un dispositivo "Head Tracker" montado sobre la cabeza y con relación a unos puntos de referencia en la cabina, o montado en la cabina, o incluso un captador inercial montado sobre la cabeza y un captador inercial montado sobre el vehículo y de un cálculo diferencial entre los dos.

Esto ofrece la posibilidad de consolidar el conjunto de las imágenes del terreno adquiridas rodando, haciendo accesible una visión del terreno o de la calzada comprendida en ella al pie o sobre el vehículo dando así una capacidad de visión total.

- Además, en rodadura, la medida de las discontinuidades del flujo óptico en la imagen, permite detectar las zonas puestas al descubierto y de ese modo atraer la atención del equipo sobre los campos a vigilar susceptibles de poner al descubierto nuevas amenazas.

- Los medios de presentación de imágenes son o bien específicos del sistema, o bien utilizan unos medios de presentación ya existentes para los que se realizan unas adaptaciones en los tratamientos para restituir unas imágenes aprovechables. Estos medios de presentación de las imágenes pueden ser de tipo pantalla plana (o múltiples pantallas planas) eventualmente táctiles, pantalla colimada, o incluso micropantallas colimadas solidarias con la cabeza o soportada sobre el casco. Pueden estar integrados en unos sistemas de observación existentes tales como los episcopios o los medios de restitución de la cámara del jefe del carro. Estas pantallas e imágenes presentadas responden a las necesidades particulares de cada vehículo y de su equipo teniendo en cuenta sus misiones.

El sistema según la invención puede incluir 2 o 3 captadores con el fin de gestionar los eventuales problemas de enmascarado de la plataforma o para ofrecer unas capacidades de visión estereoscópica.

- El sistema según la invención aporta una visión panorámica de día y de noche, en tiempo real para el equipo de un blindado. Responde a múltiples necesidades de percepción del entorno y de protección del equipo con respecto a amenazas potenciales. Permiten el reconocimiento:

- de un tirador aislado sobre un inmueble de 25 m de altura hasta 150 m de distancia,
- de un carro a 500 m,
- de un objeto (mina, IED) de 30 cm colocado en el suelo 20 m.

Para prioritariamente:

- asegurar la protección del equipo,
- dar soporte a la cooperación de los actores,
- adquirir unas informaciones tácticas.

Constituye una ayuda para el ser humano y asegura las funciones siguientes:

- imágenes en rodadura,
- vigilancia automática en la parada: tratamiento automático para generar unas alarmas tras la detección de un movimiento o más bien la clasificación de una amenaza,
- registro e informe de la misión,
- incrustación en realidad aumentada de la situación procedente del SIT (Sistema de Informaciones Tácticas). En efecto el vehículo se inscribe en una red que comparte unas informaciones del campo de batalla digitalizado. Con este fin recibe y envía a la red unas informaciones geolocalizadas. Podrían así incrustarse numerosas informaciones en la imagen panorámica restituida por el presente sistema tal como la localización de amigos y la

- localización de las amenazas realizadas por la red por ejemplo.
- servidor de imágenes en tiempo diferido o en tiempo real.

Las ventajas del sistema según la invención son las siguientes:

- visión de día y de noche
- 5
- protección contra múltiples amenazas tales como tiradores aislados, vehículos, minas
  - alcance de reconocimiento de vehículo hasta 500 m
  - sistema mono detector de 5,5 Mpx
  - visión supra-hemisférica en tiempo real
  - óptica panorámica de resolución adaptada según la altura
- 10
- fácil de integrar sobre la plataforma
  - bajo coste
  - IHM de fácil utilización
  - captador estático “furtivo” porque al no tener elementos giratorios, no permite por tanto saber a dónde se está observando
- 15
- tratamientos: BNL siglas de la expresión Bajo Nivel de Luz, detección automática, gestión del movimiento de la plataforma, localizar las zonas puestas al descubierto con la progresión.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Sistema optrónico (100) de video de visión supra-hemisférica de una escena, que comprende un captador (10) con una óptica supra-hemisférica y un detector matricial situado en el plano focal de la óptica, una entidad (20) de tratamiento de las imágenes captadas, unos medios (30) de presentación de las imágenes tratadas, **caracterizado porque:**
- el detector matricial es de cadencia de video y comprende:
    - i. L líneas x C columnas de píxeles siendo L y C > 2000, estando cada píxel de doble muestreo correlacionado y adecuado para asegurar una conversión cargas-tensión, y
    - 10 ii. 2 C elementos de conversión analógica-digital (o CAD) de tensión en paralelo, asociados respectivamente a cada columna de la matriz del detector, incluyendo cada elemento de conversión por sí mismo un primer CAD de reducido nivel en la entrada y alta ganancia y un segundo CAD de nivel elevado en la entrada y baja ganancia,
  - **porque** la óptica supra-hemisférica presenta una distancia focal f controlada en función del ángulo de elevación, siendo la distancia focal más larga en el plano ecuatorial, y tiene una apertura numérica f/D comprendida entre 0,9 y 1,6, siendo D el diámetro de la óptica,
  - 15 - unos medios de adaptación de la dinámica de la imagen captada a la dinámica de la escena, mediante un control del tiempo de exposición, y/o de la ganancia,
  - y **porque** el detector incluye una temperatura, un tiempo de exposición y unos ruidos temporales predeterminados, teniendo la imagen captada y los medios de presentación una dinámica predeterminada,
  - 20 - teniendo la imagen captada unas frecuencias espaciales altas y bajas y teniendo la escena una iluminación predeterminada, la unidad de tratamiento comprende:
    - i. unos medios de corrección de no uniformidades del detector por medio de tablas de correcciones adaptadas en función de la temperatura y del tiempo de exposición del detector,
    - 25 ii. unos medios de suma ponderada de varios píxeles vecinos,
    - iii. unos medios de compresión de la dinámica de la imagen captada en función de los ruidos temporales del detector, que crece con la iluminación de la escena, unos medios de adaptación de la dinámica de la imagen captada a la dinámica de los medios de presentación y/o a la del ojo, por restitución de las altas frecuencias espaciales de la imagen y compensación de las bajas frecuencias espaciales.
- 30 2. Sistema optrónico de video de visión supra-hemisférica según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** la óptica del captador incluye un diafragma, comprende unos medios de adaptación de la dinámica de la imagen captada a la dinámica de la escena, mediante un control de la apertura del diafragma.
- 35 3. Sistema optrónico de video de visión supra-hemisférica según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende unos medios de definición de la distancia focal y unos medios de corrección de las distorsiones de la óptica en función de un sector de la escena a presentar, en función de las necesidades de los usuarios del sistema o en función de los tratamientos automáticos realizados por la unidad de tratamiento.
- 40 4. Sistema optrónico de video de visión supra-hemisférica según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la unidad de tratamiento comprende unos medios para controlar el tiempo de exposición, la ganancia, y la cadencia de la imagen del detector en función de las condiciones del entorno, de los medios para estabilizar la imagen en función de los movimientos del sistema o de los medios de presentación, de los medios para detectar unas zonas de la escena nuevamente puestas al descubierto, para detectar y seguir la pista de unos eventos o movimientos en la escena, para incrustar en la imagen presentada unas informaciones procedentes de otras interfaces (50).
- 45 5. Sistema optrónico de video de visión supra-hemisférica según una de las reivindicaciones anteriores que incluye 2 o 3 captadores (10).

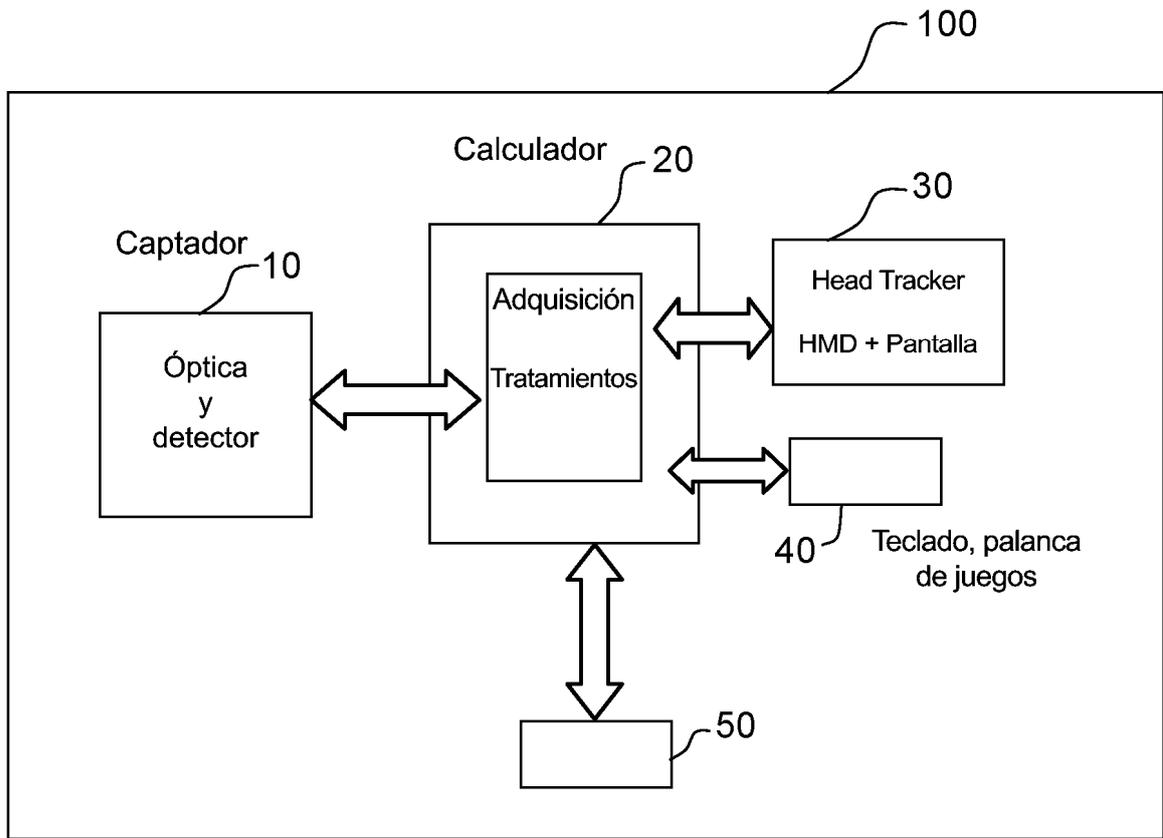


FIG.1