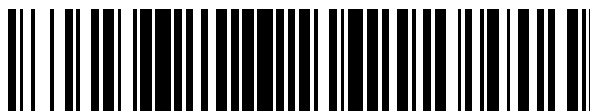


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 556**

51 Int. Cl.:

G06K 9/00 (2006.01)

B60K 31/00 (2006.01)

G01S 11/12 (2006.01)

G06T 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03721946 .6**

96 Fecha de presentación: **30.04.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1504276**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.02.2005**

54 Título: **Sistema de detección de objetos para vehículo**

30 Prioridad:
03.05.2002 US 377524 P
16.12.2002 US 433700 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.11.2012

73 Titular/es:
DONNELLY CORPORATION (100.0%)
414 EAST FORTIETH STREET
HOLLAND, MI 49423-5368, US

72 Inventor/es:
PAWLICKI, JOHN, A.;
MCMAHON, MARTHA, A.;
CHINN, STEVEN, G. y
GIBSON, JOEL, S.

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 391 556 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 de detección de objetos para vehículo.

Campo de la invención

5 La presente invención versa, en general, acerca de sistemas de visión o de formación de imágenes para vehículos y está relacionada con sistemas de detección de objetos y, más en particular, con sistemas de formación de imágenes que son operables para determinar si un vehículo u objeto de interés se encuentra adyacente al presente vehículo, por delante del mismo o por detrás del mismo, para ayudar al conductor a cambiar de carril o a aparcar el vehículo. La presente invención también versa, en general, acerca de un sistema de aviso de salida del carril para un vehículo.

Antecedentes de la invención

10 Se han propuesto muchos dispositivos o sistemas de ayuda para el cambio de carril/de detección de objetos laterales/de aviso de salida del carril y similares que son operables para detectar un vehículo u otro objeto que se encuentra presente junto al vehículo equipado, por delante o por detrás del mismo o en un carril adyacente con respecto al vehículo equipado. Normalmente, tales sistemas utilizan metodologías estadísticas para analizar estadísticamente las imágenes capturadas por una cámara o un sensor en el vehículo para estimar si hay un
15 vehículo u otro objeto adyacente al vehículo equipado. Dado que tales sistemas normalmente utilizan metodologías estadísticas para determinar una posibilidad o probabilidad de que un objeto detectado es un vehículo, y por otras razones, los sistemas pueden generar detecciones de falsos positivos, indicando el sistema que hay un vehículo adyacente, por delante o por detrás del presente vehículo cuando no hay ningún vehículo adyacente, por delante o
20 por detrás del presente vehículo, o detecciones de falsos negativos, indicando el sistema, por ejemplo, que no hay ningún vehículo adyacente al presente vehículo cuando hay en realidad un vehículo en el carril adyacente.

Tales sistemas conocidos y propuestos son operables para analizar estadísticamente sustancialmente todos los píxeles en una imagen pixelada tal como es capturada por un dispositivo de captura de imágenes pixeladas o cámara. Además, tales sistemas pueden utilizar medios algorítmicos, tales como algoritmos de flujo o similares, para
25 hacer un seguimiento sustancialmente de cada píxel o la mayoría de porciones de la imagen para determinar cuánto ha cambiado sustancialmente cada píxel o la mayoría de porciones de la imagen de un fotograma al siguiente. Tales algoritmos y sistemas de flujo de fotograma a fotograma pueden no ser capaces de realizar un seguimiento de un vehículo que se esté moviendo a una velocidad generalmente idéntica que la del vehículo equipado, dado que puede haber poco o ningún movimiento relativo entre los vehículos y, por consiguiente, poco o ningún cambio de un
30 fotograma al siguiente. Dado que los sistemas pueden analizar de esta manera sustancialmente de forma continua sustancialmente cada píxel para sustancialmente cada fotograma capturado y hacer un seguimiento de tales píxeles y fotogramas de un fotograma al siguiente, tales sistemas pueden requerir controles caros de procesamiento y *software* de cálculo costoso para gestionar continuamente y procesar sustancialmente todos los datos sustancialmente de todos los píxeles sustancialmente en cada imagen o fotograma capturado.

35 En la actualidad se están desarrollando e implementando muchos sistemas de automoción de aviso de salida del carril (LDW) (también conocidos como sistemas de aviso de salida de la carretera) en los vehículos. Estos sistemas avisan a un conductor de un vehículo cuando su vehículo cruza las marcas laterales de la carretera o cuando hay una trayectoria clara que indica que lo harán de forma inminente. Normalmente, los avisos no se activan si los intermitentes correspondientes están encendidos, dado que significan que el conductor pretende realizar una
40 maniobra de cambio de carril. Además, se pueden desactivar los sistemas de aviso por debajo de una cierta velocidad del vehículo. La interfaz del conductor para estos sistemas pueden tener la forma de un aviso visual (tal como un testigo de indicación) y/o un aviso audible (normalmente un sonido de banda sonora). Una aplicación avisa a un conductor con una luz de indicación si el neumático del vehículo está cruzando la marca del carril y no se detecta ningún otro vehículo en el punto ciego correspondiente del conductor; y/o avisa adicionalmente al conductor con un aviso audible si el vehículo está cruzando al carril adyacente y hay un vehículo detectado en el punto ciego
45 del conductor.

50 Existe una preocupación de que los sistemas actuales sean más una molestia o una distracción para el conductor de lo que será aceptable para el mercado de consumo. Utilizar los intermitentes como medio principal de indicar al sistema de aviso que la maniobra es intencionada no refleja patrones normales de conducción y, por lo tanto, muchas maniobras previstas provocarán un aviso. Dado que un conductor es molestado por avisos durante maniobras previstas, es probable que el conductor comenzará a ignorar los avisos, lo que puede tener como resultado un accidente cuando el aviso es apropiado.

55 Por lo tanto, existe una necesidad en la técnica de un sistema de detección de objetos, tal como un sistema de detección del punto ciego o un sistema de ayuda de cambio de carril o un sistema de aviso de salida del carril o similar, que supera las deficiencias de la técnica anterior.

VAN LEUVEN J ET AL: "Real-time vehicle tracking in image sequences" IMTC 2001. PROCEEDINGS OF THE 18TH IEEE INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT TECHNOLOGY CONFERENCE. BUDAPEST, HUNGRÍA, 21-23

DE MAYO DE 2001; [IEEE INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT TECHNOLOGY CONFERENCE. (IMTC):], NUEVA YORK, NUEVA YORK, EE. UU.: IEEE, US, vol. 3, 21 de mayo de 2001 (21-05-2001), páginas 2049-2054, XP010547308 ISBN: 978-0-7803-6646-6, da a conocer un sistema de formación de imágenes para capturar un conjunto de datos de imágenes representativo de una escena que se produce en el exterior del vehículo.

- 5 Intelligent vehicle technologies (theory and applications), (PP 119) Ljubo Vlacic, Michel Parent, Fumio Harashima publicado por Butterworth-Heinemann, ISBN, nº 0 7680 0780 1, da a conocer un sistema de formación de imágenes para un vehículo según la porción de delimitación previa de la Reivindicación 1.

La invención proporciona un sistema de formación de imágenes para un vehículo como se reivindica en la Reivindicación 1.

- 10 Las FIGURAS 11A-F son esquemas de una cámara virtual y características de la misma útiles para calcular una distancia desde la cámara del sistema de asistencia de cambio de carril hasta un objeto detectado en el campo de visión de la cámara;

la FIG. 12 es una vista en planta de un vehículo que circula a lo largo de una carretera e incorpora un sistema de aviso de salida del carril de la presente invención; y

- 15 la FIG. 13 es otra vista en planta del vehículo que circula a lo largo de una carretera, con otro vehículo en un carril adyacente.

Descripción de las realizaciones preferentes

- Con referencia ahora a los dibujos y a las realizaciones ilustrativas mostradas en los mismos, se coloca un sistema de detección de objetos o un sistema de formación de imágenes, tal como un sistema 10 de asistencia o de ayuda de cambio de carril, en un vehículo 12 y es operable para capturar una imagen de una escena que sucede hacia el lateral y hacia atrás en o a lo largo de uno o ambos lados del vehículo 12 (FIGURAS 1-4 y 6). El sistema 10 de asistencia de cambio de carril comprende un dispositivo o sensor o cámara 14 de captura de imágenes y un control o procesador 16 (FIGURAS 3, 9 y 10). La cámara 14 captura una imagen de la escena que sucede hacia un lado respectivo del vehículo 12, y un procesador o control 16 procesa la imagen capturada para determinar si hay presente otro vehículo 18 en el lado del vehículo 12, como se expone a continuación. El control o el procesador 16 puede ser operable, además, para activar un indicador o medio de visualización o dispositivo 17 de señalización de aviso (FIG. 10) para alertar al conductor del vehículo 12 de que hay presente otro vehículo en el lado del vehículo 12. Se puede proporcionar la señal de aviso o de alerta al conductor del vehículo 12 en respuesta a la detección de otro vehículo en el área del punto ciego (como se muestra en la FIG. 1) y solo puede proporcionarse cuando el conductor del vehículo 12 acciona un intermitente hacia ese lado o comienza a hacer girar el presente vehículo 12 hacia ese lado para cambiar de carril al carril ocupado por el otro vehículo detectado 18.

- La cámara o el sensor 14 de formación de imágenes del sistema de detección de objetos o el sistema 10 de asistencia de cambio de carril es operable para capturar una imagen de la escena exterior dentro del campo de visión de la cámara. La imagen capturada comprende un conjunto de datos de imágenes, que es representativo de la escena exterior, y que es recibido por el control 16. El control o el procesador 16 es operable para procesar datos de imágenes dentro de un subconjunto o conjunto reducido de datos del conjunto de datos de imágenes más que otros datos de imágenes del conjunto de datos de imágenes para reducir los requerimientos de procesamiento del control. El o los subconjuntos o conjuntos reducidos de datos son representativos de una zona o área o áreas objetivas en la escena exterior en las que se puede esperar de manera realista que un vehículo u otro objeto de interés esté presente dentro de la escena exterior. Por lo tanto, el control es operable para procesar principalmente el área o las áreas significativas o relevantes de la escena más que las áreas menos relevantes, y puede limitar o reducir el procesamiento de datos de imágenes, o ignorarlos sustancialmente, representativos de algunas áreas de la escena exterior en las que no es probable que haya presente ningún vehículo ni otro objeto de interés o en las que un vehículo no puede estar presente.

- La cámara o el sensor 14 de formación de imágenes puede comprender un sensor matricial de formación de imágenes, tal como un sensor CMOS o un sensor CCD o similar, tal como se da a conocer en las patentes U.S. transferidas legalmente nºs 5.550.677; 5.670.935; 5.796.094; y 6.097.023, y en la solicitud de patente U.S. con nº de serie 09/441.341, presentada el 16 de noviembre de 1999 por Schofield et al. titulada VEHICLE HEADLIGHT CONTROL USING IMAGING SENSOR, o una cámara de alcance dinámico extendido, tales como los tipos dados a conocer en la solicitud provisional U.S. con nº de serie 60/426.239, presentada el 14 de noviembre de 2002 por Bingle titulada CAMERA MODULE FOR VEHICLE. El sensor 14 de formación de imágenes también puede ser implementado y operado en conexión con otros sistemas vehiculares, o puede ser operable utilizando los principios de tales otros sistemas vehiculares, tales como un sistema de control de los faros delanteros del vehículo, tal como el tipo dado a conocer en la patente U.S. nº 5.796.094, un sensor de lluvia, tal como los tipos dados a conocer en las patentes U.S. transferidas legalmente nºs 6.353.392; 6.313.454; y/o 6.320.176, un sistema de visión vehicular, tal como un sistema de visión vehicular dirigido hacia delante o hacia el lado o hacia atrás que utiliza los principios dados a conocer en las patentes U.S. nºs 5.550.677; 5.670.935; y 6.201.642, y/o en la solicitud de patente U.S. con nº de serie 09/199.907, presentada el 25 de noviembre de 1998 por Bos et al. titulada WIDE ANGLE IMAGE

CAPTURE SYSTEM FOR VEHICLE un sistema de reconocimiento de señales de tráfico, un sistema para determinar una distancia a un vehículo u objeto precedente, tal como utilizando los principios dados a conocer en la patente U.S. nº 6.396.397.

5 Preferentemente, la cámara 14 comprende un sensor matricial de formación de imágenes pixeladas que tiene una pluralidad de píxeles o sensores 14a de luz que acumulan fotones. La cámara incluye circuitería que es operable para acceder de forma individual a cada píxel o elemento del fotosensor del conjunto de píxeles del fotosensor y para proporcionar un conjunto de datos de salida o de imágenes asociado con las señales individuales al control 16, tal como por medio de un convertidor analógico a digital (no mostrado). Según recibe la cámara 14 luz de objetos y/o fuentes de luz en la escena seleccionada, el control 16 puede ser operable entonces para procesar la señal a partir de al menos algunos de los píxeles para analizar los datos de imagen de la imagen capturada, como se expone a continuación.

15 La cámara 14 puede estar colocada a lo largo de uno o ambos lados del vehículo 12, tal como en el espejo retrovisor exterior 12a, o dentro del mismo, en uno o ambos lados del vehículo 12. Sin embargo, la cámara 14 puede estar colocada en otro lugar a lo largo de uno o ambos lados y/o en la parte trasera del vehículo y dirigida hacia el lateral y hacia atrás desde el vehículo para capturar una imagen en cualquier lado del vehículo, sin afectar el alcance de la presente invención. La cámara 14 puede estar colocada en el vehículo 12 y orientada o inclinada hacia abajo de forma que capture una imagen que tiene un borde o región superior generalmente en el horizonte 15, como puede verse con referencia a las FIGURAS 2, 3 y 11C. La colocación u orientación de la cámara 14 de tal forma permite un mayor recuento de píxeles horizontales a través de la imagen capturada en las áreas importantes a lo largo del lado del vehículo 12, dado que cualquier vehículo u objeto significativo colocado en o a lo largo de un lado del presente vehículo se encontrará sustancialmente por debajo del horizonte y, por lo tanto, sustancialmente dentro de la imagen capturada. Por lo tanto, el sistema de asistencia de cambio de carril de la presente puede proporcionar una mayor porción de la imagen capturada o un mayor recuento de píxeles en áreas importantes o significativas o relevantes de la escena exterior, dado que el área muy por encima de la carretera u horizonte no es tan significativa para la detección de un vehículo en o a lo largo de un lado del presente vehículo. Además, la colocación de la cámara para que esté inclinada en general hacia abajo también reduce los efectos adversos que el sol y/o los faros delanteros de otros vehículos puedan tener sobre las imágenes capturadas. Por lo tanto, la cámara 14 puede ser operable para capturar sustancialmente una imagen completa de la escena lateral por debajo del horizonte.

20 El control 16 es sensible a la cámara 14 y procesa las señales recibidas desde al menos algunos de los píxeles de la cámara 14 para determinar lo que hay en la imagen capturada. La presente invención utiliza características físicas de vehículos y de carreteras para reducir o filtrar o eliminar sustancialmente las señales de algunos de los píxeles y para reducir o eliminar señales o imágenes detectadas indicativas de ciertos objetos insignificantes o no importantes detectados dentro de la imagen capturada, como se expone a continuación. Por ejemplo, el control 16 puede procesar principalmente los datos de imágenes de los píxeles de la cámara 14 que se encuentren dentro de un subconjunto o conjunto reducido de datos de los datos de imágenes de la imagen capturada. El conjunto reducido de datos de la imagen capturada puede ser representativa de un área o zona seleccionada de interés de la escena exterior que está siendo capturada por la cámara. La zona seleccionada puede estar seleccionada porque abarca un área geográfica de la escena exterior en la que es probable que haya presente un vehículo u otro objeto de interés, mientras que los otros datos de imágenes o áreas o porciones de la imagen capturada pueden ser representativos de áreas en la escena exterior en las que es improbable que haya presente o no pueda haber presente un vehículo u otro objeto de interés, como se expone a continuación. Por lo tanto, la presente invención puede proporcionar un tiempo de respuesta más rápido por medio del control 16, dado que el control 16 no procesa continuamente las señales procedentes de sustancialmente todos los píxeles 14a de la cámara 14. Preferentemente, se utiliza menos de aproximadamente un 75% de los datos de imágenes capturadas por la cámara para la detección de objetos, más preferentemente, se utiliza menos de aproximadamente un 66% de los datos de imágenes capturadas para la detección de objetos, y lo más preferente, se utiliza menos de aproximadamente un 50% de los datos de imágenes capturadas para la detección de objetos.

25 El control 16 puede incluir un microprocesador que tiene un algoritmo o función 16a de detección de bordes (FIG. 10) que es operable para procesar o es aplicado a los datos de imagen recibidos de los píxeles individuales para determinar si la imagen capturada por los píxeles define un borde o bordes de un objeto significativo, tal como un borde o bordes asociados con un parachoques 18a, o indicativos del mismo, de un vehículo 18 o similar. El algoritmo o función 16a de detección de bordes del control 16 permite que el sistema 10 de asistencia de cambio de carril averigüe patrones complejos en la imagen capturada y separe patrones o bordes particulares que pueden ser indicativos de un vehículo en el carril adyacente, e ignore o limite sustancialmente el procesamiento de otros bordes o patrones que no son indicativos, o no pueden serlo, de un vehículo y, por lo tanto, son insignificantes para el sistema 10 de asistencia de cambio de carril. Entonces, se puede ignorar sustancialmente otra información o datos de imagen en el fotograma o imagen capturado que no están asociados con los bordes o que no están asociados con bordes significativos (por ejemplo, bordes indicativos de una porción de un vehículo), o pueden ser filtrados por el control 16 por medio de diversos procedimientos o mecanismos de filtrado expuestos a continuación para reducir la información o los datos de imagen que están siendo procesados por el control 16 y para reducir la posibilidad de una detección de falsos positivos por parte del control 16. El algoritmo o función 16a de detección de bordes puede

comprender un algoritmo de detección de bordes por gradiente de Sobel u otros algoritmos de detección de bordes disponibles comercialmente, y tales como se dan a conocer en las patentes U.S. n^{os} 6.353.392 y 6.313.454.

El control 16 puede ser operable para determinar qué bordes detectados son horizontales o bordes generalmente horizontales y para limitar el procesamiento de bordes verticales, o para filtrarlos o ignorarlos sustancialmente. Esto puede ser preferente, dado que muchos bordes en un vehículo en un carril adyacente serán horizontales o paralelos a la superficie de la carretera, tales como bordes asociados con líneas de parachoques, parrillas, aletas, y/o similares. Por lo tanto, el control 16 puede rechazar o ignorar sustancialmente los bordes que no son horizontales, reduciendo de ese modo los datos que deben ser procesados. El algoritmo 16a de detección de bordes también puede proporcionar una polarización digital de imágenes capturadas para determinar gradientes horizontales y para ignorar sustancialmente los efectos de gradientes verticales de los bordes detectados. Por ejemplo, el algoritmo de detección de bordes puede utilizar una matriz convolucional (tal como una matriz de uno por tres u otro conjunto o matriz pequeño) que puede ser procesada o aplicada a los datos de imagen en un único paso por los datos recibidos de los píxeles 14a de la cámara 14 para proporcionar una detección de bordes polarizada horizontalmente a través de la imagen capturada o una porción de la misma. Tal polarización horizontal reduce mucho la posibilidad de que las señales de tráfico y/o los quitamiedos y/o similares serán procesados y analizados por el control del sistema de asistencia de cambio de carril de la presente invención, reduciendo de ese modo los requerimientos de procesamiento y reduciendo la posibilidad de una señal de falso positivo por parte del control.

Además, el algoritmo 16a de detección de bordes del control 16 puede funcionar para detectar y determinar si hay más de un vehículo presente en el lado del presente vehículo 12. Por ejemplo, el control 16 puede distinguir entre bordes que constituyen las partes delanteras de distintos vehículos y bordes que constituyen la parte delantera y el lado del mismo vehículo, dado que las partes delanteras de los vehículos normalmente tendrán más bordes horizontales que los lados de los vehículos.

Para reducir adicionalmente los requerimientos de procesamiento y la posibilidad de una indicación de falso positivo, y mejorar de esta manera el tiempo de respuesta y el rendimiento del sistema, el control 16 puede procesar señales o datos de imagen a partir de píxeles que están orientados o escogidos o dispuestos o seleccionados para capturar imágenes de objetos o elementos que están colocados al menos parcialmente dentro de un área o zona predeterminada o seleccionada de interés. La zona de interés puede estar definida por un área o región en el lateral del presente vehículo en la que puede haber colocado otro vehículo u objeto significativo, tal como en la región del punto ciego de ese lado del vehículo, que sería significativo o importante para el sistema 10 de asistencia de cambio de carril. Por ejemplo, la zona de interés o "polígono de interés" puede estar dirigido hacia atrás desde la cámara y hacia o en torno al centro del carril adyacente. Al aislar sustancialmente la zona de interés, o filtrar sustancialmente o ignorar sustancialmente o reducir el uso de bordes o señales o datos de imagen de la imagen capturada que son representativos de áreas fuera de la zona o área de interés, el sistema de la presente invención puede reducir los datos de imagen o la información que deben ser procesados por el control 16 y puede reducir sustancialmente la posibilidad de que se produzca una señal de falso positivo. Por ejemplo, si se detecta un objeto sustancialmente en un lado o el otro o sustancialmente en la parte inferior de la imagen capturada, no es probable que dicho objeto sea un vehículo situado en el área del punto ciego del presente vehículo 12, por lo que el control 16 puede reducir el procesamiento de los datos de imagen, o puede no procesarlos, de los píxeles que capturan esa área de la escena o puede ignorar sustancialmente dicho borde u objeto detectado en un procesamiento subsiguiente de los datos de imagen capturados por los píxeles 14a de la cámara 14.

Se prevé además que el control 16 pueda procesar los datos de imagen de píxeles que capturan imágenes representativas de un área dentro de la zona de interés y pueda no indicar una señal positiva de un vehículo u otro objeto significativo en el carril adyacente a no ser que un borde detectado dentro del subconjunto o conjunto reducido de datos de imagen o zona de interés sea mayor que un umbral mínimo de tamaño, o abarque un número umbral de píxeles. Opcionalmente, el control 16 puede requerir que un borde detectado abarque o incluya un número umbral de píxeles que se encuentran dentro de una "zona problemática" predeterminada o un área específica seleccionada dentro de la zona de interés antes de que se considere al borde significativo para un procesamiento adicional. La zona seleccionada o la zona problemática puede estar definida como una zona o área reducida cerca del centro de la zona de interés o del espacio seleccionado de la carretera o carril adyacente. Por lo tanto, el control 16 puede requerir que una porción sustancial del o de los bordes detectados se encuentre dentro de la zona problemática más pequeña antes de que el control pueda considerar que los bordes constituyen una porción de un vehículo en el carril adyacente u otro objeto significativo. Esto también puede reducir sustancialmente los requerimientos de procesamiento y puede reducir sustancialmente la posibilidad de que el control 16 genere una señal de falso positivo.

El conjunto reducido de datos de imagen de la imagen capturada que es representativa de la zona de interés de la escena exterior puede ser ajustado por medio del control 16 en respuesta a diversas condiciones de la carretera o de circulación, condiciones de iluminación, y/o características de los bordes u objetos detectados. Por lo tanto, el conjunto reducido de datos o la zona de interés puede ser adaptable a diversas condiciones encontradas por el vehículo, de forma que el control pueda reducir adicionalmente los requerimientos de procesamiento y aumente la eficacia del sistema al procesar principalmente datos de imagen a partir de algunos píxeles e ignorar datos de

imagen derivados de datos procedentes de otros píxeles, dependiendo de las condiciones presentes que rodean el vehículo.

Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 4, el control 16 puede ser operable para ajustar o adaptar el subconjunto de datos de imagen o zona o área de interés entre condiciones diurnas y nocturnas de conducción. Durante las condiciones diurnas de conducción, la detección del borde de la sombra horizontal frontal 18b (FIG. 4) de un vehículo 18 o del parachoques 18b de un vehículo puede ser el procedimiento para una detección de un objeto significativo o de un vehículo por medio del sistema de asistencia de cambio de carril de la presente invención. Sin embargo, durante condiciones nocturnas de conducción, en las que tales características vehiculares pueden no ser visibles para la cámara 14, la característica principal de detección pueden ser los faros delanteros 18c de un vehículo 18 que se aproxima desde la parte trasera del presente vehículo. De esta manera, el control 16 puede ajustar o adaptar el conjunto reducido de datos o la zona seleccionada en respuesta a una salida o señal procedente de un sensor de luz ambiental (que detecta la intensidad de luz ambiental presente en o en torno al presente vehículo), un control de faros delanteros, un interruptor de faros delanteros, un control o una entrada manual y/o similar (mostrado en general en 20 en la FIG. 10). Más en particular, se puede aumentar el conjunto reducido de datos o la zona de interés para corresponderse con la altura típica o el intervalo de altura de un faro delantero de un vehículo típico, de forma que el control 16 pueda procesar principalmente datos de imagen de los píxeles que reciben luz de los faros delanteros de vehículos en el carril adyacente.

Como se muestra en la FIG. 4, el ajuste del conjunto reducido de datos o de la zona puede ser ajustado matemáticamente al cambiar la altura (γ , γ') de la cámara como una entrada al control (tal como entre una altura diurna de la cámara mostrada, en general, en γ y una altura nocturna de la cámara mostrada, en general, en γ'), de forma que se ajusta hacia arriba toda la geometría de la zona de interés. Dado que los faros delanteros de los vehículos se encuentran, en general, dentro de un cierto intervalo o distancia por encima de la superficie de la carretera, el control puede ser operable para ajustar el conjunto reducido de datos o la zona de interés para adaptarse a este cambio geométrico en la característica de detección. En la FIG. 4 se muestra en general en D un triángulo de perspectiva diurna asociado con la cámara, mientras que se muestra en la FIG. 4, generalmente en N, un triángulo de perspectiva nocturna asociado con la cámara.

Se prevé, además, que se puede cambiar o adaptar el conjunto reducido de datos o área o zona de interés para acomodar curvas cerradas en la carretera por la que está desplazándose el presente vehículo 12, o por las que se ha desplazado. En situaciones en las que un vehículo se desplaza a lo largo de una curva cerrada en la carretera, un sistema de asistencia de cambio de carril puede considerar a un quitamiedos o un vehículo 18' en otro carril un vehículo u objeto de interés en el carril adyacente, dado que el otro vehículo u objeto puede estar colocado, en general, en la zona de interés, o cerca de la misma, del sistema de asistencia de cambio de carril, como puede verse en la FIG. 6. El control 16 puede ser operable para procesar los datos de imagen o señales procedentes de los píxeles 14a de la cámara 14 para determinar las marcas del carril a lo largo de la carretera, o un arcén de la carretera o similar, para determinar la curvatura de la carretera según se desplaza el vehículo 12 a lo largo de la sección de la carretera. En situaciones en las que se detecta una curva cerrada en la carretera, el control 16 puede ser operable para alterar o reorganizar el conjunto reducido de datos o zona de interés y/o para ajustar los umbrales de distancia (expuesto a continuación) o para ajustar otros criterios o umbrales o características de filtrado para acomodar tal curva en la carretera. Por lo tanto, el sistema de asistencia de cambio de carril de la presente invención puede utilizar información de la curvatura de la carretera para ajustar cuán atrás y/o dónde puede buscar la cámara y/o el control objetos significativos o vehículos. Por lo tanto, el sistema de asistencia de cambio de carril evita sustancialmente proporcionar una señal de falso positivo tras la detección de otro vehículo 18' o quitamiedos o similar que no se encuentra en el carril adyacente, dado que tal vehículo u objeto puede no encontrarse dentro de la zona ajustada de interés del sistema de asistencia de cambio de carril.

Opcionalmente, el control 16 puede ser operable, además, para eliminar sustancialmente o ignorar sustancialmente datos de imagen representativos de objetos o bordes que son demasiado grandes o demasiado pequeños para ser considerados parte de un vehículo en el carril adyacente. Si un borde detectado es demasiado pequeño, tal como si el tramo horizontal de píxeles o el tramo vertical de píxeles es muy pequeño, el control puede reducir el procesamiento del borde o se puede eliminar el borde de un procesamiento adicional, dado que no representa un borde significativo para el sistema 10 de asistencia de cambio de carril. Asimismo, si un borde es demasiado grande, el control puede reducir el procesamiento del borde o también puede ser eliminado de un procesamiento adicional dado que no representa un vehículo en el carril adyacente. El tamaño umbral del borde u objeto detectado también puede variar en respuesta a la distancia hasta el borde u objeto, como se expone a continuación.

Además, el sistema 10 de asistencia de cambio de carril puede ser operable para determinar si un borde u objeto detectado es un vehículo en un carril adyacente en respuesta a uno o más umbrales o criterios de detección diferentes. Además, el control 16 puede ser operable para variar uno o más umbrales o criterios de detección en el que se considera un borde u objeto detectado un vehículo o un objeto significativo. Por lo tanto, los valores de umbral pueden ser variables y pueden ser ajustados en respuesta a condiciones de conducción, a la curvatura de la carretera, a la ubicación de los bordes detectados y/o la distancia entre la cámara y el objeto detectado y/o similares. Por ejemplo, se puede ajustar el o los valores umbrales en respuesta a la distancia, de forma que el control 16

acepta y procesa más fácilmente bordes detectados según se acerca o se aproxima el objeto del que son representativos al presente vehículo.

5 Por ejemplo, el control 16 puede tener un umbral mínimo de gradiente en el que el control 16 determina si se va a incluir o no un borde detectado en un procesamiento adicional de la imagen capturada. Por lo tanto, el control 16 puede ser operable para determinar el gradiente vertical y/u horizontal de los bordes detectados y puede eliminar o filtrar sustancialmente los bordes con un gradiente por debajo de un nivel umbral de gradiente, dado que tales bordes no pueden ser representativos de un vehículo u objeto que es significativo para el sistema de asistencia de cambio de carril. De esta manera, el control puede excluir sustancialmente, además, señales de falsos positivos y reducir un procesamiento adicional de las señales de los píxeles.

10 Sin embargo, según se aproxima un objeto u otro vehículo al presente vehículo 12, el o los bordes detectados representativos del objeto tienden a resolverse o reducen y esparcen el gradiente por múltiples píxeles, reduciendo de ese modo el gradiente en un píxel particular. De esta manera, el control 16 puede ser operable adicionalmente para ajustar el umbral mínimo de gradiente en respuesta a la distancia hasta el objeto detectado. Al utilizar una distancia calculada o estimada o aproximada hasta el objeto detectado o una tabla de cálculos de perspectiva o aproximaciones de distancia, expuestas a continuación, se puede reducir el umbral mínimo de gradiente de forma proporcional en respuesta a los datos estimados o tabulados de distancia para proporcionar una detección mejorada de bordes a alcances más cercanos.

20 Al detectar bordes de objetos dentro del conjunto reducido de datos o zona o área de interés (y ajustar la zona de interés para condiciones o situaciones particulares de conducción), y al centrarse o al concentrarse o al procesar principalmente los bordes horizontales detectados u otros bordes que pueden ser indicativos de un vehículo u objeto significativo, mientras que se filtra sustancialmente o se ignoran sustancialmente otros datos de imagen o bordes o información, la presente invención reduce sustancialmente la posibilidad de señales de falsos positivos. Para reducir adicionalmente la posibilidad de tales señales de falsos positivos, el control 16 puede ser operable para determinar una distancia entre un objeto detectado y el presente vehículo para filtrar adicionalmente o eliminar sustancialmente objetos que no se encuentran dentro de un intervalo predeterminado o distancia umbral desde el presente vehículo y que, por lo tanto, puede ser insignificante para el sistema de asistencia de cambio de carril de la presente invención.

25 En una realización preferente, la cámara 14 y el control 16 pueden ser operables para aproximar la distancia hasta un objeto o vehículo en respuesta a un recuento de píxeles del número de píxeles entre los píxeles que capturan el objeto (o un borde del objeto) y los píxeles a lo largo de un borde de la cámara o dirigidos hacia el horizonte, o a lo largo del mismo, de la imagen capturada. Más en particular, estando la cámara 14 orientada con las líneas o los píxeles de barrido horizontal del fotograma de vídeo, generalmente en paralelo al horizonte, se pueden realizar los cálculos de perspectiva para proporcionar una tabla de entradas de distancias particulares que se corresponden con líneas o píxeles horizontales particulares en el fotograma de vídeo que pueden detectar o captar un borde delantero de un vehículo adyacente en el nivel del suelo, tal como un borde correspondiente a una sombra de la parte delantera del vehículo 18 o un borde correspondiente a la intersección del neumático 18d del vehículo 18 sobre la superficie de la carretera o similar. Entonces, se puede aproximar la distancia hasta un objeto capturado por un borde detectado en la imagen capturada al determinar un recuento de píxeles verticales y recuperar la entrada apropiada de distancia correspondiente a esa línea horizontal particular o recuento o posición de píxeles. De esta manera, la presente invención proporciona un medio rápido y económico para determinar o estimar o aproximar la distancia entre el presente vehículo y un objeto o borde detectado en el área o zona de interés al determinar un recuento de líneas horizontales desde el horizonte bajando hasta los píxeles que capturan el borde detectado.

30 Como puede verse con referencia a las FIGURAS 3 y 7-9 y como se expone a continuación, se puede calcular la ubicación y la distancia de un punto más cercano ϕ sobre un borde u objeto detectado con respecto a la cámara 14 o al presente vehículo 12 con base en parámetros conocidos o asignados de la ubicación de la cámara 14 y un recuento de píxeles horizontales y verticales entre una diana o punto 14b de alineamiento (FIGURAS 7 y 8) y el punto más cercano ϕ . Esto puede llevarse a cabo porque se puede considerar el borde detectado más bajo de un vehículo indicativo de una sombra delantera del parachoques delantero del vehículo sobre la superficie de la carretera o puede ser indicativo de la intersección del neumático y de la superficie de la carretera. Debido a que tales bordes se encuentran generalmente en la superficie de la carretera, o cerca de la misma, se puede calcular la distancia hasta el objeto detectado utilizando ecuaciones geométricas conocidas dada la altura de la cámara en el presente vehículo (como entrada para el control). Por lo tanto, el control 16 puede determinar rápidamente la distancia hasta un objeto detectado y puede ser calibrada fácilmente para distintas aplicaciones del sistema de asistencia de cambio de carril. Se pueden introducir las distancias calculadas correspondientes a al menos algunos de los píxeles 14a de la cámara 14 en una tabla o en una base de datos, de forma que el control 16 puede ser operable para obtener rápidamente una distancia estimada entre la cámara y el punto más cercano de un borde u objeto detectado una vez se determina al menos el contador de píxeles verticales entre el punto más cercano ϕ y el horizonte o diana o punto 14b de alineamiento.

60 Más en particular, para determinar la distancia total entre la cámara 14 y el punto más cercano de un borde u objeto detectado, se puede calcular la distancia lateral ψ y la distancia longitudinal δ y se pueden utilizar para obtener la distancia total τ . Debido a que la distancia lateral ψ debería ser aproximadamente constante para un borde o

vehículo detectado en la zona o área correspondiente al carril adyacente, el sistema 10 de asistencia de cambio de carril solo puede calcular o tabular y acceder a la distancia longitudinal δ para los bordes detectados, por lo que se pueden calcular y tabular las distancias para cada recuento de líneas horizontales bajando desde el horizonte o el punto diana. Más en particular, se puede calcular o aproximar la distancia longitudinal δ al determinar un recuento de píxeles ($Píxeles_{\beta}$) hacia abajo desde el horizonte 15 hasta el borde detectado o el punto φ . Se puede utilizar el recuento de píxeles para obtener un valor para el ángulo descendente β (FIG. 3) entre la cámara 14 y el objeto detectado, que es derivado de la siguiente ecuación (1):

$$(1) \quad \beta = Píxeles_{\beta} * v,$$

en la que v es el ángulo vertical de visión por píxel de la cámara y es obtenido por medio de la siguiente ecuación (2):

$$(2) \quad v = (Grados altura campo \acute{optico}) / (Resoluci3n vertical de píxeles);$$

en la que *Grados de altura del campo óptico* es el ángulo vertical de visión de la cámara y *Resolución vertical de píxeles* es el número de filas horizontales de píxeles de la cámara. Entonces, se calcula el ángulo descendente β para determinar el ángulo entre el horizonte y el borde delantero del objeto detectado en el suelo. Entonces, se puede determinar o aproximar la distancia longitudinal δ entre los vehículos por medio de la siguiente ecuación (3):

$$(3) \quad \delta = \gamma * \tan(90^{\circ} - \beta);$$

en la que γ es la altura de la cámara 14 por encima del suelo como entrada para el control 16, y como se muestra mejor con referencia a la FIG. 3. Como se ha expuesto anteriormente, se puede ajustar la entrada de altura al control 16 entre γ y γ' (FIG. 4) para ajustar la zona de interés para condiciones de conducción diurnas con respecto a las nocturnas. Tal ajuste también ajusta los cálculos de distancia para determinar la distancia hasta los faros delanteros detectados, que se encuentran por encima del suelo o de la superficie de la carretera.

Asimismo, si se desea, se puede calcular la ubicación o la distancia ψ lateral o hacia los lados hasta el punto más cercano φ en el borde u objeto detectado al obtener un recuento de píxeles horizontales $Píxel_{\beta min}$, tal como al contar o determinar los píxeles o columnas de píxeles desde el punto 14b de alineamiento horizontalmente a través de la imagen capturada hasta la columna de píxeles correspondiente al punto más cercano φ . Se puede utilizar este valor de recuento de píxeles para calcular la distancia lateral hasta el borde u objeto detectado, que a su vez puede ser utilizado para calcular o estimar la distancia total hasta el objeto detectado. Más en particular, se puede determinar el ángulo lateral ω (FIG. 9) entre la cámara 14 en el lateral del vehículo 12 y el objeto detectado por medio de la siguiente ecuación (4):

$$(4) \quad \omega = Píxel_{\beta min} * \lambda;$$

en la que λ es el ángulo horizontal de visión por píxel de la cámara y se obtiene por medio de la siguiente ecuación (5):

$$(5) \quad \lambda = Grados anchura campo \acute{optico} / Resoluci3n horizontal de píxeles;$$

en la que *Grados de anchura del campo óptico* de la cámara 14 es el ángulo de visión de la cámara y la *Resolución horizontal de píxeles* es el número de columnas de píxeles de la cámara 14.

Opcionalmente, se puede determinar el ángulo lateral ω (FIG. 9) entre la cámara 14 en el lateral del vehículo 12 y el objeto detectado utilizando trigonometría esférica, lo que puede proporcionar una determinación más precisa del ángulo lateral ω que las anteriores ecuaciones 4 y 5. Utilizando trigonometría esférica, expuesta a continuación, o las ecuaciones definidas anteriormente, se puede producir una tabla (espacio de imagen) de ángulos horizontales en el arranque o la inicialización del sistema 10 de asistencia de cambio de carril para determinar el ángulo horizontal para cada posición de píxel en la imagen capturada. Debido a que el ángulo horizontal no es independiente del ángulo vertical, se puede crear un espacio de imagen y se puede almacenar en el mismo el ángulo horizontal de visión de cada píxel. En la FIG. 11F se muestra un ejemplo de tal espacio o matriz de imagen.

Al determinar la geometría de perspectiva, se determinan o se asignan y se implementan los parámetros de una cámara virtual 14' (véanse las FIGURAS 11A-11E). La cámara virtual 14' no existe en realidad, pero se pueden realizar los cálculos para determinar una distancia focal efectiva (en píxeles) de la cámara virtual. Para trabajar con la geometría de perspectiva, se puede emplear trigonometría esférica para determinar dónde se dirige cada píxel en la cámara. En trigonometría esférica, se pueden calcular ángulos laterales con base en posiciones tanto horizontales como verticales de píxeles del agrupamiento o del punto del borde detectado. Se puede utilizar la relación entre los

ángulos horizontales y los ángulos verticales para calcular o generar una tabla de ángulos horizontales y/o de distancias hasta un borde u objeto detectado por cada píxel.

5 Se puede calcular la geometría de la cámara virtual y se puede utilizar para determinar la relación entre cada píxel de la imagen capturada y la ubicación en la superficie de la carretera a la que corresponde el píxel. Estos cálculos pueden estar basados en una suposición de que las líneas perpendiculares a la dirección de desplazamiento del presente vehículo pueden encontrarse en un plano que es generalmente paralelo al horizonte y, por lo tanto, paralelas a las líneas o filas de píxeles o de la imagen, dado que la cámara está colocada u orientada de forma que las filas horizontales de píxeles son generalmente paralelas al horizonte. Esto permite que el control determine la distancia a lo largo de la dirección del vehículo hacia delante en respuesta a las filas de píxeles en los que se ha detectado el objeto, suponiendo que la cámara está detectando un borde del objeto detectado u otro vehículo (tal como los bordes de sombra delanteros, neumáticos o similares) a lo largo de la calzada o de la superficie de la carretera.

10 En las FIGURAS 11A, 11B y 11E se muestra un conjunto de píxeles 14a' y una distancia focal (en píxeles) vfl de la cámara virtual 14'. Se puede determinar la distancia focal virtual vfl en el centro del fotograma de la cámara virtual 14' por medio de la siguiente ecuación (6):

$$(6) \quad vfl = (Resolución\ de\ píxeles / 2) / (\tan(Tamaño\ angular\ del\ fotograma / 2));$$

20 en la que el Tamaño angular del fotograma es el campo angular de visión de la cámara 14. Se puede utilizar esta ecuación para calcular la distancia focal virtual de una cámara diminuta imaginaria con una lente diminuta infinitamente pequeña en píxeles verticales $vvfl$ y la distancia focal virtual en píxeles horizontales $hvfl$ utilizando las resoluciones de píxeles y los tamaños angulares del fotograma en las direcciones vertical y horizontal, respectivamente. Se calcula la distancia focal virtual tanto en unidades de píxeles verticales y unidades de píxeles horizontales dado que los tamaños verticales y horizontales de los píxeles pueden ser distintos y la cámara puede tener una resolución de píxeles y un tamaño angular del fotograma o campo de visión distintos entre las direcciones vertical y horizontal.

25 Se puede determinar el ángulo vertical o descendente de visión β_{\odot} con respecto al objeto por medio de la siguiente ecuación (7):

$$(7) \quad \beta = \arctan(Píxeles\ verticales) / (vfl);$$

30 en la que *Píxeles verticales* es el número de píxeles o de filas de píxeles bajando desde la fila diana u horizonte. Por lo tanto, se puede calcular el ángulo de visión para cualquier línea de píxeles según la ecuación (7). Se puede calcular un conjunto para cada uno de los valores de ángulo de visión y se puede almacenar para cálculos rápidos de distancia. Entonces, se puede utilizar el ángulo descendente β para calcular la distancia longitudinal δ de una forma similar como se ha expuesto anteriormente. Como se ha expuesto anteriormente, los cálculos de distancia longitudinal dan por sentado que, para un borde u objeto detectado a lo largo de una fila de píxeles, la distancia longitudinal hasta el borde u objeto es la misma para cualquier píxel a lo largo de la fila, dado que la cámara está orientada con las filas de píxeles generalmente paralelas al horizonte y generalmente perpendiculares a la dirección de desplazamiento del vehículo.

35 Para determinar la ubicación y el ángulo y las distancia hasta un objeto o borde detectado (que puede ser representado por un punto a lo largo de un objeto, tal como en la coordenada x , y del conjunto de píxeles (FIG. 11A)), se puede calcular la distancia focal eficaz de la cámara virtual para el punto en el objeto detectado. Como se muestra en la FIG. 11E, se puede calcular la distancia focal eficaz en píxeles verticales ($vefl$) por medio de la siguiente ecuación (8):

$$(8) \quad vefl = (vfl^2 + (y - altura / 2)^2)^{1/2};$$

45 en la que $altura/2$ es la mitad de la altura vertical de la imagen (en píxeles) de la cámara. Entonces, se puede calcular la distancia focal eficaz en píxeles horizontales ($hefl$) al convertir la distancia focal eficaz en unidades de píxeles verticales en unidades de píxeles horizontales por medio de la siguiente ecuación (9):

$$(9) \quad hefl = hvfl * vefl / vfl.$$

Se puede calcular el ángulo horizontal ω hasta el punto detectado en la imagen por medio de la siguiente ecuación (10):

$$(10) \quad \omega = \arctan(Píxeles\ horizontales / hefl);$$

50 en la que *Píxeles horizontales* es el número de columnas de píxeles (o distancia horizontal en píxeles) al que el punto x , y se encuentra de la diana o alineamiento o punto o píxel trasero. El control puede contar o calcular el valor

de *Píxeles horizontales*. Los cálculos del valor de *Píxeles horizontales* pueden ser distintos para los lados opuestos del vehículo en aplicaciones en las que la coordenada cero del conjunto de píxeles puede encontrarse en el lado del vehículo del conjunto para una cámara en un lado del vehículo, tal como en el lado del pasajero del vehículo, y puede encontrarse en el exterior del conjunto para una cámara en el otro lado del vehículo, tal como en el lado del conductor del vehículo. En la realización ilustrada de la FIG. 11A, se pueden calcular los Píxeles horizontales al restar la coordenada x para el píxel trasero o el punto 14b' de alineamiento desde la coordenada x del punto detectado x, y.

Tales cálculos pueden proporcionar un valor más preciso y verdadero para el ángulo lateral ω entre la cámara 14 y el objeto detectado. De esta manera, se puede calcular la distancia lateral ψ hasta el objeto detectado por medio de la siguiente ecuación (11):

$$(11) \quad \psi = \delta * \tan(\omega).$$

En consecuencia, se puede obtener la distancia real τ entre la cámara 14 y el punto más cercano en el objeto detectado por medio de la siguiente ecuación (12):

$$(12) \quad \tau = (\delta^2 + \psi^2)^{1/2}.$$

Debido a que se calculan las distancias lateral, longitudinal y total utilizando ciertas características y relaciones geométricas conocidas o que se pueden conseguir, tal como la altura introducida de la cámara 14 por encima del suelo, la resolución en píxeles de la cámara 14, el campo de visión de la cámara, y un recuento de píxeles en la dirección horizontal y vertical con respecto a un punto diana o una diana de alineamiento y/o el horizonte, se puede introducir en una tabla la distancia calculada y/o valores angulares para cada recuento o ubicación de píxeles para proporcionar un tiempo rápido de respuesta para determinar la distancia hasta el borde u objeto detectado una vez se conoce el recuento o la ubicación de píxeles del borde detectado.

Como se ha expuesto anteriormente, el sistema de asistencia de cambio de carril puede interesarse únicamente en la distancia longitudinal δ hasta el borde detectado. Por lo tanto, el control 16 puede determinar un recuento de píxeles verticales y aproximar la distancia longitudinal hasta el objeto o borde detectado por medio de las ecuaciones (1), (2) y (3) o por medio de la tabla de datos, reduciendo de forma significativa de ese modo los requerimientos de procesamiento del control 16 para estimar o calcular la distancia hasta los bordes u objetos detectados.

Además, el control 16 puede ser operable para eliminar sustancialmente o ignorar sustancialmente otras formas o tipos de bordes detectados que no pueden ser o que no es probable que sean parte de un vehículo en el carril adyacente. Por ejemplo, como puede verse en la FIG. 5, los neumáticos y las ruedas 18d de un vehículo 18 adyacente o que se aproxima son vistos como elipses desde un ángulo hacia delante y hacia el lateral con respecto al vehículo adyacente. Debido a que todos los vehículos en la carretera tienen neumáticos, el control 16 del sistema 10 de asistencia de cambio de carril puede ser operable para procesar las señales de los píxeles (tales como los píxeles dirigidos hacia la zona de interés) para detectar la presencia de una o más elipses en los bordes detectados, o cerca de los mismos. Si no se detecta una elipse o rueda, entonces se pueden eliminar los bordes detectados y el objeto asociado del procesamiento por parte del control 16, dado que no puede ser un vehículo en el carril adyacente. De esta manera, la detección de la presencia de elipses y ruedas o porciones de las mismas pueden contribuir a proporcionar información acerca de la existencia de un vehículo y puede contribuir a determinar la posición y/o la velocidad o la posición relativa y/o la velocidad relativa del vehículo detectado con respecto al vehículo 12.

Para reducir adicionalmente la posibilidad de que el control 16 genere una señal de falso positivo, el control 16 del sistema 10 de asistencia de cambio de carril puede ser operable para determinar un nivel de intensidad o brillo asociado con los bordes detectados o eliminar sustancialmente bordes que no cambian de forma significativa su nivel de brillo o su nivel de intensidad de un lado del borde detectado al otro. Esto es preferente, dado que las bifurcaciones estrechas en la carretera y/o muchos otros artículos u objetos pequeños pueden no resolverse y, por lo tanto pueden tener como resultado bordes simples que no cambian de significativa su brillo o intensidad (o color si se utiliza un sistema de color) a través de sus bordes detectados. Sin embargo, se esperaría un cambio significativo del brillo o intensidad a lo largo de un borde detectado de un panel de carrocería de automóvil o de un parachoques o de otro componente o estructura de un vehículo o similar. En consecuencia, el control 16 puede eliminar sustancialmente o ignorar sustancialmente los bordes u objetos que no tienen un cambio significativo de brillo o de intensidad a través de los mismos, dado que un borde con un cambio insignificante en brillo o color significa un borde insignificante que puede ser eliminado sustancialmente. Al eliminar sustancialmente tales bordes insignificantes, el control 16 puede reducir de forma significativa, además, los requerimientos de cálculo o los requerimientos de procesamiento, mientras que también se reduce de forma significativa la posibilidad de una indicación de falso positivo.

El control 16 también puede ser operable para comparar datos de imagen de fotogramas o imágenes consecutivos capturados por la cámara 14 para confirmar que un borde u objeto detectado es representativo de un vehículo en un

carril adyacente y/o para determinar la velocidad relativa entre el objeto o vehículo detectado y el vehículo equipado o presente 12. Al extraer colecciones de bordes o puntos de interés, tales como elipses, máximos de curvatura en bordes y/o similares, de fotogramas consecutivos, y al correlacionar tales puntos de interés de un fotograma al siguiente, el sistema de asistencia de cambio de carril de la presente invención puede verificar de forma más eficaz el emparejamiento de tales características u objetos. El control puede hacer un seguimiento o correlacionar los puntos de interés con base en la colocación o ubicación de los bordes dentro de las imágenes capturadas, la dirección general de desplazamiento de los bordes o grupos de bordes detectados entre fotogramas consecutivos, las dimensiones, el tamaño y/o la relación de aspecto de los bordes u objetos detectados y/o similares. La confirmación de tales características de bordes y grupos de bordes y objetos permite que el sistema de asistencia de cambio de carril haga un seguimiento de los objetos de un fotograma o una imagen capturados al siguiente. Si la velocidad o el movimiento relativo del borde u objeto detectado no es indicativo de la velocidad o del movimiento relativo de un vehículo en el carril adyacente, el control 16 puede filtrar o ignorar sustancialmente tales bordes detectados en un procesamiento adicional, de forma que se reduzcan los requerimientos subsiguientes de procesamiento y para evitar una generación de una señal de falso positivo. El sistema 10 de asistencia de cambio de carril también puede ser operable para conectar colecciones de tales objetos o bordes con base en el movimiento relativo entre el presente vehículo y el objeto o bordes detectados. Tales colecciones conectadas pueden proporcionar información acerca del tamaño y de la forma del objeto detectado para una clasificación e identificación del objeto por parte del control 16.

Se prevé, además, que el sistema 10 de asistencia de cambio de carril pueda ser operable junto con un sistema de aviso de salida del carril u otro sistema 22 de formación de imágenes orientado hacia delante del vehículo 12, tal como un sistema de aviso de salida del carril del tipo expuesto a continuación o como se da a conocer en la solicitud provisional U.S. con nº de serie 60/377.524, presentada el 3 de mayo de 2002 por McMahon titulada LANE DEPARTURE WARNING SYSTEM, o cualquier otro sistema de aviso de salida del carril o similar, o un sistema de control de faros delanteros, tal como se da a conocer en la patente U.S. nº 5.796.094, o cualquier sistema de visión del vehículo dirigido hacia delante, tal como un sistema de visión que utiliza los principios dados a conocer en las patentes U.S. nº 5.550.677; 5.670.935; 6.201642; y 6.396.397, y/o en la solicitud de patente U.S. con nº de serie 09/199.907, presentada el 25 de noviembre de 1998 por Boss et al. titulada WIDE ANGLE IMAGE CAPTURE SYSTEM FOR VEHICLE (Expediente de agente DON01 P-676). El sistema de formación de imágenes orientado hacia delante puede proporcionar una entrada al sistema 10 de asistencia de cambio de carril para reducir adicionalmente cualquier probabilidad de una señal de falso positivo procedente del sistema de asistencia de cambio de carril.

Por ejemplo, el sistema de formación de imágenes orientado hacia delante puede detectar marcas de carril en la superficie de la carretera para detectar una curvatura en la carretera a la que se aproxima el presente vehículo y/o por la que está desplazándose. Tal información puede ser comunicada al sistema 10 de asistencia de cambio de carril, de forma que el control 16 puede adaptar o conformar el conjunto reducido de datos de imagen o la zona de interés según entra el presente vehículo 12 y prosigue a lo largo de la curvatura detectada de la carretera, como se ha expuesto anteriormente. Además, el sistema de formación de imágenes orientado hacia delante puede detectar faros delanteros de vehículos en sentido contrario o que se aproximan. Si el carril por delante y a la izquierda del vehículo 12 tiene tráfico en sentido contrario, el control 16 puede ignorar sustancialmente el lado izquierdo del vehículo, dado que el sistema de asistencia de cambio de carril no se ocuparía de un cambio de carril al tráfico en sentido contrario. Además, el sistema de formación de imágenes orientado hacia delante puede detectar las luces traseras o la porción trasera de un vehículo precedente en otro carril, y puede hacer un seguimiento del vehículo precedente con respecto al presente vehículo. Cuando el presente vehículo adelanta al vehículo precedente, se puede alertar al sistema de asistencia de cambio de carril en cuanto a la presencia del vehículo adelantado, de forma que se identifique fácilmente los bordes detectados en ese carril durante un breve periodo de tiempo después de que el vehículo adelantado se salga del alcance del sistema de formación de imágenes orientado hacia delante (el periodo de tiempo puede estar calculado con base en la velocidad relativa entre el presente vehículo y el vehículo adelantado) como el vehículo ya adelantado y pasado. Al utilizar la información vehicular de un vehículo detectado por medio de un sistema de formación de imágenes orientado hacia delante, el sistema de asistencia de cambio de carril de la presente invención (u otros sistemas de detección de objetos laterales o similares) puede reducir la cantidad de procesamiento de las imágenes capturadas o de los bordes detectados, dado que se puede identificar fácilmente a tal vehículo como el vehículo que fue detectado anteriormente por el sistema de formación de imágenes orientado hacia delante. Esto evita una duplicación de esfuerzos por parte del sistema de formación de imágenes orientado hacia delante y el sistema de asistencia de cambio de carril del vehículo.

Al procesar principalmente datos de imagen y bordes detectados en ciertas áreas y/o al procesar datos de imagen y bordes detectados que satisfacen ciertos umbrales o criterios, y al rechazar sustancialmente o ignorar sustancialmente otra información o datos de imagen o bordes, tales como bordes detectados que son sustancialmente no horizontales, u otros bordes que no pueden ser parte de un vehículo, o datos de imagen que no son representativos de una zona de interés de la escena exterior, el sistema de asistencia de cambio de carril de la presente invención reduce sustancialmente los datos de imagen que van a ser procesados por el control 16. Se prevé que tal reducción en la cantidad de datos de imagen que van a ser procesados puede permitir que el sistema de asistencia de cambio de carril tenga un control que comprenda un microprocesador colocado en la cámara. En consecuencia, se puede proporcionar el sistema de asistencia de cambio de carril como un módulo que puede estar

colocado en cualquiera de los lados, o en ambos, del vehículo, y que puede estar conectado a una fuente apropiada de alimentación o a un control o accesorio del vehículo.

Por lo tanto, la presente invención proporciona un sistema de asistencia de cambio de carril que es operable para detectar e identificar vehículos u otros objetos de interés hacia el lateral y/o hacia atrás del presente vehículo. El sistema de asistencia de cambio de carril de la presente invención es operable para detectar bordes de objetos, y en particular bordes horizontales de objetos, para proporcionar un reconocimiento o identificación mejorado de los objetos detectados y menos señales de falsos positivos procedentes del sistema de asistencia de cambio de carril. El sistema de asistencia de cambio de carril procesa principalmente información o datos de imagen a partir de un conjunto reducido o subconjunto de datos de imagen que es representativo de una zona seleccionada o área de interés dentro de la escena exterior y puede ajustar el conjunto reducido de datos o la zona seleccionada en respuesta a condiciones de conducción o de la carretera o similares. El procedimiento o el algoritmo de detección de bordes del sistema de asistencia de cambio de carril de la presente invención permiten un sistema o un algoritmo de procesamiento de bajo coste, que no requieren las metodologías estadísticas y los algoritmos de flujo de cálculo costoso de los sistemas de la técnica anterior. Además, el procedimiento de detección de bordes puede detectar bordes y objetos incluso cuando hay poco movimiento relativo, o ninguno, entre el presente vehículo y el borde u objeto detectado.

Por lo tanto, el sistema de asistencia de cambio de carril de la presente invención puede ser operable para ignorar sustancialmente o eliminar o reducir sustancialmente el efecto de bordes o características que son indicativos de objetos insignificantes, reduciendo de ese modo el nivel requerido de procesamiento en las imágenes capturadas y reduciendo la posibilidad de detecciones de falsos positivos. El sistema de asistencia de cambio de carril también puede proporcionar una aproximación rápida y de bajo coste de una distancia longitudinal y/o lateral y/o total entre el presente vehículo y un borde u objeto detectado en un lateral del vehículo y puede ajustar el nivel umbral de detección en respuesta a la distancia aproximada. El sistema de asistencia de cambio de carril de la presente invención puede ser operable para ignorar sustancialmente ciertos bordes detectados o proporcionar una señal de identificación positiva dependiendo de las características del objeto o borde o bordes detectados, las condiciones de conducción o de la carretera, y/o la distancia desde el presente vehículo. Por lo tanto, la presente invención puede proporcionar un procesamiento más rápido de las imágenes capturadas, que puede llevarse a cabo por medio de un procesador que tiene menores capacidades de procesamiento que los procesadores requeridos para los sistemas de la técnica anterior.

Aunque se ha descrito anteriormente la presente invención como un sistema de ayuda o de asistencia de cambio de carril o un sistema de detección de objetos laterales, se prevé que muchos aspectos del sistema de formación de imágenes de la presente invención son adecuados para ser utilizados en otros sistemas de formación de imágenes o de visión del vehículo, tales como otros sistemas de detección de objetos laterales, sistemas de visión orientados hacia delante, tales como sistemas de aviso de salida del carril, ayudas delanteras de estacionamiento, sistemas pasivos de guiado, sistemas adaptables de control de cruceo o similares, sistemas de visión orientados hacia atrás, tales como ayudas de marcha atrás o ayudas de estacionamiento o similares, sistemas de visión panorámica y/o similares.

Por ejemplo, un sistema de detección de objetos o un sistema de formación de imágenes de la presente invención puede comprender un sistema 110 de aviso de salida del carril orientado hacia delante (FIG. 1), que puede incluir un sensor de imágenes o una cámara 114 y un control 116 colocado en o sobre el vehículo 12. El sistema 110 de aviso de salida del carril se muestra en general en la parte delantera del vehículo 12 con la cámara 114 colocada y orientada para capturar una imagen de la región generalmente por delante del vehículo. Sin embargo, la cámara puede estar colocada, opcionalmente, en otro lugar en el vehículo, tal como en el interior del habitáculo del vehículo, tal como en el conjunto del espejo retrovisor interior del vehículo o en un módulo accesorio o similar, y dirigida hacia delante a través del parabrisas del vehículo, sin afectar al alcance de la presente invención. La cámara 114 es operable para capturar una imagen de una escena que sucede por delante del vehículo y el control 116 es operable para procesar datos de imagen de los fotogramas o imágenes capturados para detectar y monitorizar o hacer un seguimiento de marcas de carril o de bordes de la carretera o similares o de vehículos o vehículos en sentido contrario o que se aproximan, y para proporcionar una señal de aviso o de alerta a un conductor del vehículo en respuesta a las imágenes detectadas, tal como de la forma dada a conocer en la solicitud provisional U.S. con nº de serie 60/377.524, presentada el 3 de mayo de 2002 por McMahon titulada LANE DEPARTURE WARNING SYSTEM.

De forma similar a la cámara 14 del sistema 10 de asistencia de cambio de carril, expuesto anteriormente, la cámara 114 puede estar colocada en el vehículo 12 y orientada generalmente hacia abajo hacia el suelo para aumentar el recuento de píxeles horizontales a través de la imagen capturada en las áreas importantes por delante del vehículo 12, dado que cualquier marca significativa de carril o borde de la carretera o similar, u otro vehículo que se aproxima o al que se aproxima el presente vehículo, colocado por delante o hacia un lado del presente vehículo se encontrará sustancialmente por debajo del horizonte y, por lo tanto, sustancialmente dentro de la imagen capturada. Por lo tanto, el sistema de aviso de salida del carril de la presente invención puede proporcionar una mayor porción de la imagen capturada o un mayor recuento de píxeles en áreas importantes de la escena exterior, dado que el área por muy encima de la carretera u horizonte no es tan significativa para la detección de marcas de carril y similares y/u otros vehículos. Además, la colocación de la cámara para que esté inclinada generalmente hacia abajo también

reduce los efectos adversos que el sol y/o los faros delanteros de otros vehículos pueden tener sobre las imágenes capturadas.

5 El control 116 del sistema 110 de aviso de salida del carril puede incluir un algoritmo o función de detección de bordes, tal como se ha descrito anteriormente, que es operable para procesar los píxeles individuales, o puede ser aplicado a los mismos, para determinar si la imagen capturada por los píxeles define uno o más bordes de una marca de carril o similar. El algoritmo o función de detección de bordes del control 116 permite que el sistema 110 de aviso de salida del carril averigüe patrones complejos en la imagen capturada y separe patrones o bordes particulares que pueden ser indicativos de una marca de carril o similar, e ignore sustancialmente otros bordes o patrones que no son indicativos, o que pueden no serlo, de una marca de carril o similar y, por lo tanto, son insignificantes para el sistema 110 de aviso de salida del carril. Entonces, el control 116 puede ignorar o filtrar otra información en el fotograma o imagen capturado, que no está asociada con bordes significativos, por medio de diversos mecanismos de filtrado o limitaciones de procesamiento para reducir la información que está siendo procesada por el control 116.

15 El control 116 puede ser operable para determinar qué bordes detectados están inclinados o son diagonales a través y a lo largo de la imagen capturada y para filtrar parcialmente o ignorar sustancialmente o limitar el procesamiento de bordes verticales y/u horizontales. Esto puede ser preferente, dado que los bordes indicativos de una marca de carril pueden estar inclinados dentro de la imagen capturada, como puede verse con referencia a las FIGURAS 7 y 8. Por lo tanto, el control puede procesar bordes que están inclinados y que se mueven diagonalmente a través de la escena de un fotograma al siguiente. El control 116 puede ser operable para sesgar o inclinar las filas de píxeles en el conjunto pixelado para simular bordes horizontales con los bordes inclinados, de forma que el control puede detectar y hacer un seguimiento de tales bordes mientras que ignora sustancialmente otros bordes. Por lo tanto, el control 116 puede rechazar o ignorar sustancialmente bordes que no son indicativos que marcas de carril o similares (y que no son indicativo de otro vehículo por delante del presente vehículo, y que se aproxima al mismo), reduciendo de ese modo los datos que van a ser procesados.

25 Para reducir adicionalmente los requerimientos de procesamiento y la posibilidad de una detección o indicación falsa de una marca de carril, y para mejorar el tiempo de respuesta y el rendimiento del sistema, el control 116 puede procesar principalmente señales o datos de imagen de los píxeles que están orientados o escogidos o dispuestos o seleccionados para capturar imágenes de objetos o marcas que están colocados al menos parcialmente dentro de un área predeterminada o seleccionada o zona de interés de la escena exterior. La zona de interés puede estar definida por una región o un área por delante y hacia uno o ambos lados del presente vehículo en la que puede haber colocada una marca de carril o un borde o lado de la carretera, lo que sería significativo o importante para el sistema 110 de aviso de salida del carril. Al aislar sustancialmente el conjunto reducido de datos representativo de la zona de interés, o al filtrar sustancialmente o ignorar sustancialmente bordes o señales o datos de imagen que son representativos de áreas fuera de la zona o área de interés, la presente invención puede reducir los datos de imagen o la información que va a ser procesada por el control 116 y puede reducir sustancialmente la posibilidad de que se produzca una detección falsa de una marca de carril o similar. El sistema 110 de aviso de salida del carril también puede procesar bordes o datos de imagen dentro de un conjunto más reducido de datos de imagen representativo de una porción seleccionada o zona problemática de la zona de interés para identificar y confirmar adicionalmente que el o los bordes detectados son indicativos de una marca de carril o similar o un vehículo u objeto que es significativo para el sistema de aviso de salida del carril, tal como se ha expuesto anteriormente con respecto al sistema 10 de asistencia de cambio de carril.

45 Al detectar bordes de objetos (tales como marcas de carril, bordes de la carretera, vehículos y similares) dentro de la zona o área de interés (y al ajustar opcionalmente la zona de interés para condiciones o situaciones particulares de conducción), y al centrarse o concentrarse o al procesar principalmente los bordes detectados o datos de imagen que pueden ser indicativos de una marca de carril o vehículo u objeto significativo, mientras que se filtran sustancialmente o se ignoran sustancialmente otros bordes o información o datos de imagen, la presente invención reduce sustancialmente la posibilidad de detectar falsamente marcas de carril u otros vehículos u objetos significativos. El control 116 puede ser operable, además, para determinar una distancia entre un objeto detectado y el presente vehículo para filtrar adicionalmente o eliminar sustancialmente objetos que no se encuentran dentro de un alcance predeterminado o una distancia umbral desde el presente vehículo y que, por lo tanto, puede ser insignificante para el sistema de aviso de salida del carril de la presente invención, tal como se ha descrito anteriormente con respecto al sistema 10 de asistencia de cambio de carril.

55 El control 116 también puede ser operable para determinar o estimar la distancia hasta el borde u objeto detectado en respuesta a la ubicación del o de los píxeles en el conjunto pixelado que captura el borde u objeto detectado, tal como de la forma expuesta también anteriormente. Por lo tanto, se puede determinar la distancia al determinar la ubicación de los píxeles y acceder a una tabla o lista o conjunto de datos para determinar la distancia asociada con el píxel particular.

60 El control 116 del sistema 110 de aviso de salida del carril también puede ser operable para determinar un nivel de intensidad o brillo asociado con los bordes detectados y para eliminar sustancialmente bordes que no cambian de forma significativa en cuanto a su nivel de brillo o nivel de intensidad desde un lado del borde detectado al otro. Esto

es preferente, dado que pueden no resolver las bifurcaciones estrechas en la carretera ni/o muchos otros pequeños artículos u objetos, y por lo tanto puede tener como resultado bordes simples que no cambian de forma significativa en cuanto a brillo o intensidad (o color si se utiliza un sistema de color) a través de sus bordes detectados. Sin embargo, se esperaría un cambio brusco o significativo en brillo o intensidad en un borde detectado de una marca de carril (dado que una marca de carril es normalmente un segmento blanco o amarillo de línea a lo largo de una superficie oscura o negra o gris de carretera) o un panel de carrocería de automóvil o parachoques u otro componente o estructura de un vehículo o similar. En consecuencia, el control 16 puede eliminar sustancialmente o ignorar sustancialmente bordes u objetos que no tienen un cambio significativo de brillo o de intensidad a través de los mismos. Al eliminar sustancialmente tales bordes insignificantes, el control 16 puede reducir de forma significativa, además, los requerimientos de cálculo o los requerimientos de procesamiento, mientras que también se reduce de forma significativa la posibilidad de una detección falsa de una marca de carril o de vehículo. Además, se prevé que el sistema 110 de aviso de salida del carril puede ser capaz de detectar marcas de carril y bordes de carretera y otros vehículos y de modificar la señal o el procedimiento de alerta en respuesta al tipo de marca, de vehículos circundantes o similares y/o el movimiento del vehículo, tal como se da a conocer en la solicitud provisional U.S. con nº de serie 60/377.524, presentada el 3 de mayo de 2002 por McMahon titulada LANE DEPARTURE WARNING SYSTEM.

Con referencia a las FIGURAS 12 y 13, el sistema 110 de aviso de salida del carril puede proporcionar una señal de aviso a un conductor del vehículo 12 cuando el vehículo está a punto de salirse de su carril o carretera 113. El sistema 110 de aviso de salida del carril es operable en respuesta a un sensor de formación de imágenes o una cámara 114 colocado en una porción delantera del vehículo 12 (y puede estar colocado en un área del parachoques del vehículo o en un área del parabrisas, tal como en un espejo retrovisor interior o fijado al mismo, sin afectar al alcance de la presente invención) y que tiene un campo de visión dirigido en general hacia delante con respecto a la dirección de desplazamiento del vehículo 12. El sensor 114 de formación de imágenes es operable para capturar una imagen de una escena en general hacia delante (y preferentemente al menos parcialmente hacia el lateral) del vehículo. El sistema de aviso de salida del carril incluye controles o dispositivos de procesamiento de imágenes que pueden procesar las imágenes capturadas para detectar e identificar diversos objetos dentro de la imagen.

Preferentemente, el sensor de formación de imágenes útil con la presente invención un sensor matricial de formación de imágenes, tal como un sensor CMOS o un sensor CCD o similar, tal como se da a conocer en las patentes U.S. transferidas legalmente nºs 5.550.677; 5.670.935; 5.796.094; y 6.097.023; y en la solicitud de patente U.S. con nº de serie 09/441.341, presentada el 16 de noviembre de 1999 por Schofield et al. titulada VEHICLE HEADLIGHT CONTROL USING IMAGING SENSOR. Se puede implementar y operar el sensor de formación de imágenes en conexión con otros sistemas vehiculares también, o puede ser operable utilizando los principios de tales otros sistemas vehiculares, tal como un sistema de control de faros delanteros del vehículo, tal como el tipo dado a conocer en la patente U.S. nº 5.796.094, un sensor de lluvia, tal como los tipos dados a conocer en las patentes U.S. transferidas legalmente 6.353.3912; 6.313.454; y/o 6.320.176, un sistema de visión del vehículo, tal como un sistema de visión del vehículo dirigido hacia delante que utiliza los principios dados a conocer en las patentes U.S. nºs 5.550.677; 5.670.935; y 6.201.642, y/o en la solicitud de patente U.S. con nº de serie 09/199.907, presentada el 25 de noviembre de 1998 por Bos et al. titulada WIDE ANGLE IMAGE CAPTURE SYSTEM FOR VEHICLE, un sistema de reconocimiento de señales de tráfico, un sistema para determinar una distancia a un vehículo u objeto precedente, tal como mediante el uso de los principios dados a conocer en la solicitud de patente U.S. con nº de serie 09/372.915, presentada el 12 de agosto de 1999 por Bos et al. titulada VEHICLE IMAGING SYSTEM WITH STEREO IMAGING, ahora patente U.S. nº 6.396.397.

El sistema de aviso de salida del carril de la presente invención es operable para proporcionar una señal de aviso a un conductor del vehículo bajo al menos una de al menos las siguientes tres condiciones:

- 1) el vehículo está moviéndose hacia el borde de la carretera a una velocidad rápida que indica que el vehículo se saldrá realmente de la calzada o el arcén;
- 2) el vehículo está metiéndose en un carril con tráfico en sentido contrario presente en ese carril; y/o
- 3) el vehículo está metiéndose en un carril con tráfico que fluye en la misma dirección y hay un vehículo adyacente en ese carril (con independencia del uso de los intermitentes).

El sistema de aviso de salida del carril puede ser operable en respuesta a una o más de las condiciones detectadas y puede ser operable, además, en respuesta a diversos parámetros o características del vehículo, tales como la velocidad del vehículo, una distancia hasta la marca de carril, arcén, otro vehículo, o cualquier otra distancia relevante, condiciones de la carretera, condiciones de conducción, y/o similares.

Con respecto a la primera condición (mostrada en la FIG. 12), el sistema de aviso de salida del carril puede ser operable en respuesta a un único sensor de formación de imágenes o una cámara orientados hacia delante, para establecer y hacer un seguimiento del borde de la carretera como se define por dos umbrales:

- 1) umbral 1: el borde 113a de la carretera o la calzada 113 (la intersección de la calzada 113 y el arcén 113b); y/o
- 2) umbral 2: el borde 113c del arcén 113b (la intersección del arcén 113b y la hierba 113d).

Entonces, el sistema de aviso de salida del carril de la presente invención puede ser operable para proporcionar un aviso audible, tal como un sonido de banda sonora, cuando el vehículo se acerca al umbral 1 y el vehículo está moviéndose por encima de una velocidad establecida. Entonces, el sistema de aviso de salida del carril puede ser operable para proporcionar un aviso audible más urgente, tal como una alarma, cuando el vehículo se acerca al umbral 2 y está moviéndose por encima de la velocidad establecida. Si la carretera no tiene un arcén, tal como en algunas carreteras rurales, solo existe un umbral y este puede corresponderse con un aviso de umbral 2. El sistema de aviso de salida del carril puede ser operable para proporcionar la o las señales de aviso en respuesta a que el vehículo se encuentre a una distancia particular desde el carril o carretera o arcén detectado. Las distancias hasta las marcas de umbral en las que el sistema de aviso de salida del carril inicia la o las señales de aviso pueden variar dependiendo de la velocidad del vehículo, u otras condiciones que rodean el vehículo, tales como condiciones de la carretera, condiciones de conducción, o similares.

Con respecto a la segunda condición, el sistema de aviso de salida del carril puede ser operable en respuesta a una única cámara orientada hacia delante para monitorizar las marcas 113e de carril a lo largo de la superficie de la carretera y monitorizar la presencia potencial de tráfico en sentido contrario en uno o más carriles adyacentes. Una vez que se ha establecido la presencia de tráfico en sentido contrario, el sistema de aviso de salida del carril puede emitir un aviso audible urgente si el vehículo comienza a cruzar la marca 113e del carril. Además, si el vehículo ya ha comenzado a cruzar al carril del tráfico en sentido contrario antes de que se detecte el tráfico en sentido contrario, el sistema de aviso de salida del carril puede emitir el aviso urgente cuando se detecta el tráfico en sentido contrario.

De forma similar a la primera condición, el sistema de aviso de salida del carril puede ser operable en respuesta a la segunda condición para iniciar la señal de aviso en respuesta a distintas distancias entre el presente vehículo y el vehículo que se aproxima, dependiendo de la velocidad de uno de los vehículos, o de ambos, de las condiciones de conducción, de las condiciones de la carretera y/o similares.

Con respecto a la tercera condición (mostrada en la FIG. 13), el sistema de aviso de salida del carril de la presente invención puede ser operable en respuesta a una única cámara orientada hacia delante y al menos una, y opcionalmente dos, cámaras orientadas hacia atrás y/o hacia el lateral, para monitorizar las marcas de carril y la presencia potencial de tráfico o vehículo o vehículos adyacentes 112 en un carril adyacente 113f, que pueden estar desplazándose en la misma dirección que el presente vehículo 12. Una vez se ha establecido la presencia de tráfico adyacente, el sistema de aviso de salida del carril puede emitir un aviso audible urgente al conductor del vehículo si el presente vehículo comienza a cruzar la marca 113e del carril. Además, si el presente vehículo ya ha comenzado a cruzar al carril adyacente y luego se detecta subsiguientemente un vehículo adyacente, el sistema de aviso de salida del carril puede emitir la señal de aviso urgente al conductor del vehículo.

De nuevo, el sistema de aviso de salida del carril puede ser operable para iniciar la o las señales de aviso en respuesta a parámetros variables de umbral, que pueden variar dependiendo de la velocidad del presente vehículo, de la velocidad del otro vehículo detectado, de la velocidad relativa de los vehículos, de las condiciones de conducción, de las condiciones de la carretera y/o similares. El sistema de aviso de salida del carril de la presente invención puede ser operable para diferenciar entre los distintos tipos de marcas de carril a lo largo de carreteras, tal como entre líneas continuas y discontinuas y líneas dobles.

Opcionalmente, el sistema de aviso de salida del carril puede ser operable, además, para detectar y reconocer semáforos y/o señales de parada y/u otras señales o marcas de carretera o calle, y para proporcionar una señal de aviso al conductor del vehículo en respuesta a tal detección. Se prevé, además, que el sistema de aviso de salida del carril de la presente invención pueda ser operable para proporcionar una alarma o emitir una alarma o señal de aviso en una banda de seguridad de aviso cuando la cámara orientada hacia delante detecta un semáforo o una señal de parada y el sistema determina que el vehículo no va a detenerse con base en la velocidad y desaceleración actual del vehículo. Esto proporciona una señal o alarma para los conductores que cruzan para avisarles de una condición insegura.

Opcionalmente, el sistema de aviso de salida del carril de la presente invención puede ser operable para determinar las condiciones viales de la carretera sobre la que se desplaza el vehículo y/o las condiciones de conducción que rodean el vehículo. Entonces, el sistema puede proporcionar una o más señales de aviso en respuesta a valores variables de umbral, tales como distintas velocidades del vehículo o distancias o similares. Por ejemplo, las carreteras mojadas o nevadas cambiarían los umbrales de distancia y/o de velocidad a los que el sistema de aviso de salida del carril proporcionaría la o las señales de aviso. Además, debido a que las condiciones de baja visibilidad o de lluvia pueden afectar a la visibilidad de marcas de carril, de los bordes de la carretera y de otros vehículos, el sistema de aviso de salida del carril de la presente invención puede ser operable para proporcionar una señal de aviso antes o con una mayor distancia desde la marca, borde o vehículo en tales condiciones de baja visibilidad. Esto proporciona al conductor del presente vehículo una mayor cantidad de tiempo para responder al aviso en tales condiciones.

El sistema de aviso de salida del carril de la presente invención puede estar integrado con un sistema de detección de objetos laterales (SOD). Por ejemplo, el vehículo puede estar equipado con una cámara o sistema de detección

de objetos laterales basado en imágenes o un sistema de detección de objetos laterales basado en un radar Doppler u otros sistemas tales (tal como montado en los espejos retrovisores laterales o en el lado del vehículo) para detectar objetos y/o vehículos en uno de los lados, o en ambos, del presente vehículo. El nivel umbral o de sensibilidad de aviso de salida del carril al que el sistema de aviso de salida del carril genera una señal de aviso puede ser ajustable entonces en respuesta a la detección de un vehículo u objeto en un lado del presente vehículo y a la determinación de la ubicación y de la velocidad del vehículo detectado. Opcionalmente, la señal generada puede aumentar o reducir su intensidad o volumen en respuesta a la posición o velocidad de un objeto o vehículo detectado por el sistema de detección de objetos laterales. Por ejemplo, el nivel umbral puede tener en cuenta la velocidad de aproximación del otro vehículo al presente vehículo, y puede proporcionar un aviso más alto o más brillante al conductor del presente vehículo si la velocidad de aproximación es superior a un nivel umbral o a niveles umbrales particulares.

El sistema de aviso de salida del carril puede estar dotado de un sistema de formación de imágenes orientado hacia delante de múltiples características o de múltiples funciones. El sistema de formación de imágenes puede combinar dos o más funciones, tal como un controlador inteligente de faros delanteros (tal como el tipo dado a conocer en las patentes U.S. n^{os} 5.796.094 y 6.097.023 y en la solicitud de patente U.S. con n^o de serie 09/441.341, presentada el 16 de noviembre de 1999 por Schofield et al. titulada VEHICLE HEADLIGHT CONTROL USING IMAGING SENSOR, un controlador inteligente de limpiaparabrisas basado en imágenes, un sensor de lluvia (tal como los tipos dados a conocer en las patentes U.S. transferidas legalmente n^{os} 6.353.392; 6.313.454; y/o 6.320.176, un controlador del compresor del climatizador basado en imágenes, un sistema adaptable de control de cruceo basado en imágenes, o derivado, o derivado parcialmente de imágenes (en el que la formación de imágenes puede ser primaria o secundaria a un radar Doppler orientado hacia delante), y/u otros sistemas de visión (tal como un sistema de visión del vehículo dirigido hacia delante que utiliza los principios dados a conocer en las patentes U.S. n^{os} 5.550.677; 5.670.935; y 6.201.642, y/o en la solicitud de patente U.S. con n^o de serie 09/199.907, presentada el 25 de noviembre de 1998 por Bos et al. titulada WIDE ANGLE IMAGE CAPTURE SYSTEM FOR VEHICLE, un sistema de reconocimiento de señales de tráfico, un sistema para determinar una distancia hasta un vehículo u objeto precedente (tal como utilizando los principios dados a conocer en la solicitud de patente U.S. con n^o de serie 09/372.915, presentada el 12 de agosto de 1999 por Bos et al. titulada VEHICLE IMAGING SYSTEM WITH STEREO IMAGING, ahora patente U.S. n^o 6.396.397.

Por ejemplo, una realización del sistema de aviso de salida del carril de la presente invención puede estar incorporado o integrado en un sistema de control inteligente de faros delanteros (tal como se describe en las patentes U.S. n^{os} 5.796.094 y 6.097.023 y en la solicitud de patente U.S. con n^o de serie 09/441.341, presentada el 16 de noviembre de 1999 por Schofield et al. titulada VEHICLE HEADLIGHT CONTROL USING IMAGING SENSOR que tiene un sensor matricial de formación de imágenes que suministra una señal o imagen a un microcontrolador (que puede comprender un microprocesador o microordenador), que es operable para ajustar un estado de los faros delanteros en respuesta a una imagen capturada de la escena por delante del vehículo. La imagen capturada por el sensor de formación de imágenes puede ser analizada por fuentes de luz de interés para el control de faros delanteros, y también en busca de marcas de carril, bordes de la carretera, y otros objetos de interés (tales como señales de carretera, señales de parada, semáforos y/o similares) para el sistema de aviso de salida del carril. Opcionalmente, el sistema de aviso de salida del carril puede estar integrado en un control existente de faros delanteros, o ligado al mismo, del vehículo.

Por lo tanto, el sistema de aviso de salida del carril de la presente invención puede ser implementado como parte de uno o más sistemas basados en formación de imágenes diferentes y, por lo tanto, puede compartir componentes, *hardware* y/o *software* con los otros sistemas para reducir los costes incrementales asociados con el sistema de aviso de salida del carril y también con los otros sistemas. En consecuencia, un suministrador de automoción puede proporcionar múltiples sistemas como parte de una plataforma o módulo común para cada vehículo de una línea o un modelo particular de vehículo. Entonces, el fabricante de vehículos puede escoger activar o habilitar uno o más de los sistemas del módulo, dependiendo de qué opciones ha seleccionado en un vehículo particular. Por lo tanto, la adición o selección del sistema de aviso de salida del carril, o de uno o más sistemas basados en formación de imágenes diferentes, está asociada con una adición incremental de *hardware* y/o *software* y, por lo tanto, de costes asociados, para instalar y habilitar el sistema en un vehículo particular. Entonces, se puede interrogar al o a los sensores matriciales de formación de imágenes del módulo por medio de un procesador o *software* apropiado para extraer las fuentes de luz o los objetos de interés o píxeles de interés para cada sistema respectivo del módulo común o unitario. Por ejemplo, una imagen capturada por el sensor matricial de formación de imágenes o la cámara puede ser procesada o analizada de una forma para un sistema de control de faros delanteros, y luego ser procesada o analizada de otra forma por el sistema de aviso de salida del carril o por cualquier otra función o sistema habilitado del módulo común. El *software* puede incluir, además, bloques o funciones o macros comunes para aumentar adicionalmente la compartición de *software* entre los sistemas.

En consecuencia, se puede proporcionar un módulo unitario a una planta de montaje de vehículos y puede incluir múltiples características, sistemas o funciones, de forma que se puedan habilitar los sistemas, funciones o características deseados para un vehículo particular, asociándose con un mínimo de *software* o componentes o *hardware* adicionales con los sistemas, las funciones o las características que están habilitados. El sistema de anclaje del módulo o de la plataforma común o unitario puede ser un controlador inteligente de faros delanteros,

siendo añadidos o integrados los sistemas adicionales, tales como el sistema de aviso de salida del carril de la presente invención, al sistema de anclaje.

Se puede incluir el sistema de aviso de salida del carril y cualquier otro sistema asociado basado en formación de imágenes como parte de un conjunto de espejo retrovisor interior o como parte de un módulo electrónico del parabrisas y/o un conjunto accesorio de módulo, tal como se da a conocer en las patentes U.S. transferidas legalmente n^{os} 6.243.003; 6.278.377; y 6.433.676; en las solicitudes de patentes U.S. con n^o de serie 10/054.633, presentada el 22 de enero de 2002 por Lynam et al. titulada VEHICULAR LIGHTING SYSTEM; y con n^o de serie 09/792.002, presentada el 26 de febrero de 2001 por Schofield et al. titulada VIDEO MIRROR SYSTEMS INCORPORATING AN ACCESSORY MODULE; con n^o de serie 09/585.379, presentada el 1 de junio de 2000 titulada REARVIEW MIRROR ASSEMBLY WITH UTILITY FUNCTIONS; con n^o de serie 09/466.010, presentada el 17 de diciembre de 1999 por DeLine et al. titulada INTERIOR REARVIEW MIRROR SOUND PROCESSING SYSTEM, ahora patente U.S. n^o 6.420.975 (DON01 P-787); y con n^o de serie 10/355.454, presentada el 31 de enero de 2003 por Schofield et al. titulada VEHICLE ACCESSORY MODULE.

Por lo tanto, el sistema de aviso de salida del carril de la presente invención proporciona una o más señales de aviso a un conductor de un vehículo con base en la detección de diversos objetos, vehículos y condiciones que rodean el vehículo. Por lo tanto, es menos probable que el sistema de aviso de salida del carril de la presente invención proporcione una señal de aviso a un conductor del vehículo cuando el conductor pretenda maniobrar el vehículo de esa forma y, por lo tanto, cuando no es necesaria o deseada una señal de aviso. Por lo tanto, el sistema de aviso de salida del carril de la presente invención evita avisos molestos innecesarios y, por lo tanto, proporciona respuestas mejoradas por el conductor del vehículo, dado que es menos probable que el conductor ignore la señal proporcionada por el sistema de aviso de salida del carril. Se puede implementar el sistema de aviso de salida del carril con uno o más sistemas basados en formación de imágenes diferentes, o integrado con los mismos, para reducir los componentes, el *hardware*, el *software* y los costes incrementales asociados con la implementación del sistema de aviso de salida del carril.

Opcionalmente, el sistema de detección de objetos o el sistema de formación de imágenes de la presente invención puede ser operable junto con un sistema pasivo 210 de guiado (FIG. 1), que es operable para ajustar o predisponer la dirección de guiado del vehículo hacia una región central de un carril en respuesta a la detección de las marcas de carril o bordes de la carretera o similares por medio del sistema de formación de imágenes. El sistema pasivo 210 de guiado puede estar en comunicación con un sistema de guiado, o conectado al mismo, del vehículo y puede ajustar o predisponer la dirección de guiado del vehículo ligeramente si el sistema de aviso de salida del carril detecta una desviación lenta del vehículo fuera de su carril y puede ser operable, además, en respuesta a una curvatura detectada de la carretera por delante del vehículo. El sistema pasivo 210 de guiado puede guiar el vehículo de nuevo a su carril o mantener el vehículo en su carril cuando se detecta tal condición de desviación. El sistema pasivo de guiado puede funcionar para predisponer el guiado del vehículo hacia el centro del carril ocupado, pero puede ser vencido fácilmente mediante un guiado manual del vehículo por parte del conductor, de forma que el conductor mantenga el control final en todo momento sobre el guiado del vehículo. Por lo tanto, el sistema pasivo de guiado puede funcionar como una retención de carril que mantiene el vehículo en su carril, pero puede ser vencido o deshabilitado fácilmente si se gira manualmente el volante o si se activa un intermitente o similar.

Por lo tanto, el sistema pasivo de asistencia de guiado de la presente invención puede reducir la fatiga del conductor por conducir un vehículo bajo condiciones que requieren una indicación o un ajuste constantes de guiado por parte del conductor, tal como en condiciones de viento y similares. Por lo tanto, el sistema pasivo de asistencia de guiado puede reducir la desviación de carril de lado a lado en un carril. Además, se puede mejorar la seguridad global mediante la reducción de maniobras no deseadas en el carril. Aunque se ha descrito como siendo sensible al sistema de formación de imágenes de la presente invención, el sistema pasivo de guiado de la presente invención puede ser sensible a otros tipos de sistemas de aviso de salida del carril u otros tipos de sistemas de visión o de formación de imágenes, sin afectar al alcance de la presente invención.

Opcionalmente, el sistema de detección de objetos o el sistema de formación de imágenes de la presente invención puede ser operable en conexión con un sistema adaptable 310 de control de la velocidad (FIG. 1), que puede ajustar la configuración o la velocidad de control de cruceo del vehículo en respuesta a las condiciones de la carretera o del tráfico detectadas por el sistema de formación de imágenes. Por ejemplo, el sistema adaptable 310 de control de la velocidad puede reducir la velocidad establecida del vehículo en respuesta al sistema de formación de imágenes (u otro sistema de visión orientado hacia delante) que detecta una curva en la carretera por delante del vehículo. Se puede reducir la velocidad del vehículo hasta una velocidad apropiada para desplazarse por la curva sin que el conductor tenga que desactivar manualmente el control de cruceo. Entonces, el control adaptable de velocidad puede reanudar la configuración inicial de velocidad después de que el vehículo ha pasado el giro o la curva y se encuentra desplazándose de nuevo a lo largo de una sección generalmente recta de carretera. El control adaptable 310 de velocidad también puede reducir la velocidad del vehículo o incluso desactivar la configuración del control de cruceo en respuesta a una detección por parte del sistema de aviso de salida del carril u otro sistema de visión de luces traseras o de faros delanteros de otro vehículo detectado por delante del presente vehículo y dentro de una distancia umbral del presente vehículo o que se aproxima al presente vehículo a una velocidad superior a una

velocidad umbral de aproximación, o en respuesta a la detección de otros objetos o condiciones que pueden indicar que se debería reducir la velocidad del vehículo.

Además, debido a que el sistema de formación de imágenes, tal como un sistema de aviso de salida del carril orientado hacia delante, puede hacer un seguimiento de la curvatura del carril, el sistema también puede determinar si un vehículo que aparece delante del presente vehículo se encuentra realmente en el mismo carril que el presente vehículo o si se encuentra en un carril adyacente que está curvándose con la sección de la carretera. Entonces, el sistema de formación de imágenes y el sistema adaptable de control de la velocidad pueden establecer si se debería reducir la velocidad del vehículo en respuesta a la curvatura de la carretera y a la presencia de otro vehículo en la curva. Aunque se ha descrito como sensible al sistema de formación de imágenes o al sistema de aviso de salida del carril de la presente invención, el sistema adaptable de control de la velocidad de la presente invención puede ser sensible a otros tipos de sistemas de aviso de salida del carril u otros tipos de sistemas de visión o de formación de imágenes, particularmente otros tipos de sistemas de formación de imágenes orientados hacia delante, sin afectar al alcance de la presente invención.

Se prevé además que el sistema de formación de imágenes, que puede comprender un sistema de detección de objetos, un sistema de asistencia de cambio de carril, un sistema de detección de objetos laterales, un sistema de aviso de salida del carril u otro sistema de visión orientado hacia delante, un sistema de visión trasera o una ayuda de estacionamiento o un sistema de visión panorámica, un sistema pasivo de guiado, un sistema adaptable de control de cruce o similar, puede estar en comunicación con un sistema de monitorización de la seguridad. Los datos de visión o de imágenes del sistema de formación de imágenes pueden ser transmitidos a un dispositivo remoto, tal como el monitor del ordenador del propietario del vehículo u otro sistema de visualización personal alejado del vehículo, de forma que el propietario del vehículo u otra persona pueda ver el estado del área que rodea el vehículo cuando el propietario u otra persona no se encuentra dentro del vehículo. Además, se pueden proporcionar los datos de visión o de imágenes a los agentes de la policía local o similares, o puede hacerse que estén disponibles para los mismos, en el caso de un robo del vehículo o de un accidente en el que esté implicado el vehículo o de que el vehículo sea inoperable por otro motivo (tal como cuando el conductor se queda tirado). La policía o los servicios de emergencia o similares pueden utilizar los datos de visión o de imágenes para determinar la ubicación del vehículo y posiblemente la condición del vehículo y/o del conductor y/o de los pasajeros. Se prevé, además, que se pueden utilizar los datos de visión o de imágenes junto con el sistema de posicionamiento global (GPS) del vehículo para ubicar o localizar con precisión la ubicación del vehículo. Se pueden transmitir datos de visión o de imágenes al dispositivo remoto o a los servicios de emergencia o similares por medio de diversos dispositivos o sistemas de transmisión, tal como utilizando tecnología Bluetooth o similar, sin afectar al alcance de la presente invención.

Por lo tanto, la presente invención proporciona un sistema de visión o de formación de imágenes o un sistema de detección de objetos que es operable para detectar y procesar bordes dentro de una o más imágenes capturadas para determinar si los bordes son indicativos de un vehículo u objeto significativo o similar en o cerca del presente vehículo, o que se aproxima al mismo. El sistema de formación de imágenes puede procesar principalmente un conjunto reducido de datos de imagen representativo de una zona de interés de la escena exterior y puede procesar bordes que son detectados que son representativos de un objeto dentro de la zona de interés de la imagen capturada. El sistema de formación de imágenes puede ajustar el conjunto reducido de datos o zona de interés en respuesta a diversas condiciones o características o criterios. El sistema de formación de imágenes puede comprender un sistema de detección de objetos o un sistema de asistencia de cambio del carril operable para detectar objetos u otros vehículos en uno o ambos lados del presente vehículo. El sistema de detección de objetos puede determinar la distancia hasta el objeto o el borde detectado y puede ajustar el criterio de umbral en respuesta a la distancia determinada o estimada o calculada.

Opcionalmente, el sistema de formación de imágenes puede comprender un sistema de aviso de salida del carril orientado hacia delante que puede ser operable para detectar marcas de carril o similares y/o vehículos por delante del presente vehículo y para proporcionar una señal de alerta al conductor del vehículo de que el vehículo está abandonando su carril. El sistema de aviso de salida del carril puede procesar principalmente bordes detectados dentro de una zona de interés dentro de la imagen capturada. El sistema de aviso de salida del carril puede determinar una distancia hasta el borde u objeto detectado y puede variar o ajustar el criterio de umbral en respuesta a la distancia determinada o estimada o calculada.

El sistema de formación de imágenes orientado hacia delante puede estar en comunicación con el sistema de asistencia de cambio de carril del vehículo y/o puede estar en comunicación con otros sistemas del vehículo, tal como un sistema de detección de objetos laterales, un sistema pasivo de guiado o un sistema adaptable de control de la velocidad o similares. El sistema de formación de imágenes puede comunicar al sistema de asistencia de cambio de carril que el vehículo se aproxima a una curva en la carretera o que se está aproximándose a otro vehículo y que es adelantado por el presente vehículo para contribuir en el procesamiento de los datos de imagen capturados por el sensor o la cámara del sistema de asistencia de cambio de carril. Opcionalmente, un sistema pasivo de guiado puede ajustar una dirección de guiado del vehículo en respuesta al sistema de formación de imágenes. Opcionalmente, se puede proporcionar una salida del sistema de formación de imágenes a un sistema remoto de recepción y de visualización, o puede ser comunicada al mismo, para proporcionar datos de imagen para que sean vistos en una ubicación alejada del presente vehículo.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de formación de imágenes para un vehículo que comprende:

un sensor matricial de formación de imágenes que comprende una pluralidad de píxeles fotosensores, estando colocado dicho sensor matricial de formación de imágenes en el vehículo y que tiene un campo de visión en el exterior del vehículo, siendo operable dicho sensor matricial de formación de imágenes para captar un conjunto de datos de imagen representativo de una escena que sucede en el exterior del vehículo y en el campo de visión exterior de dicho sensor matricial de formación de imágenes; y

un procesador para procesar dicho conjunto capturado de datos de imagen, incluyendo dicho procesador un microprocesador que comprende un algoritmo de detección de bordes, **caracterizado porque** dicho procesador selecciona un conjunto reducido de datos de imagen de dicho conjunto de datos de imagen y aplica dicho algoritmo de detección de bordes a dicho conjunto reducido de datos de imagen de dicho conjunto de datos de imagen para detectar bordes de objetos presentes en el exterior del vehículo y dentro de una zona seleccionada dentro del campo de visión exterior de dicho sensor de formación de imágenes, siendo representativo dicho conjunto reducido de datos de imagen de dicha zona seleccionada dentro del campo de visión exterior de dicho sensor de formación de imágenes, en el que dicho procesador es operable para procesar dicho conjunto reducido de datos de imagen más que otros datos de imagen de dicho conjunto de datos de imagen para detectar objetos presentes en el exterior del vehículo y dentro de dicha zona seleccionada, y en el que (i) dicha zona seleccionada abarca un área geográfica de la escena exterior en la que se puede esperar de manera realista que haya presente un objeto de interés para el conductor del vehículo y (ii) dichos otros datos de imagen son representativos de otras áreas geográficas de la escena exterior en las que se espera de forma poco realista que haya presente o que no pueda haber presente un objeto de interés, en el que la zona seleccionada se selecciona según una entrada de ajuste,

comprendiendo dicha entrada de ajuste al menos uno de

- (a) una salida procedente de un sensor de luz ambiental,
- (b) un control de faros delanteros,
- (c) un control manual,
- (d) una condición diurna de conducción para el vehículo,
- (e) una condición nocturna de conducción para el vehículo,
- (f) el vehículo está desplazándose por o a lo largo de una sección curvada de carretera,
- (g) una salida procedente de un sistema independiente de formación de imágenes orientado hacia delante,
- (h) una condición de iluminación exterior, y
- (i) un ajuste matemático de la altura de la imagen de la cámara, de forma que se ajuste la geometría de la zona seleccionada.

2. El sistema de formación de imágenes de la reivindicación 1, en el que dicho sistema de formación de imágenes comprende un sistema de asistencia de cambio de carril con dicho conjunto de formación de imágenes operable para capturar una imagen de la escena exterior dentro del campo de visión del conjunto de formación de imágenes.

3. El sistema de formación de imágenes de cualquier reivindicación precedente, en el que dicho procesador está en comunicación con un sistema de formación de imágenes orientado hacia delante, comunicando dicho sistema de formación de imágenes orientado hacia delante al menos una de información de tráfico en sentido contrario, información de tráfico precedente e información de marcas de carril a dicho procesador.

4. El sistema de formación de imágenes de cualquier reivindicación precedente, en el que dicho procesador es operable para proporcionar una indicación de aviso a un conductor del presente vehículo en respuesta a al menos dos condiciones detectadas por dicho sistema de formación de imágenes, en el que dicho procesador proporciona un primer aviso en respuesta a una detección de que el presente vehículo se encuentra en vías de dejar la superficie de la carretera y desplazarse al arcén de la carretera y un segundo aviso en respuesta a la detección de que el presente vehículo se encuentra en vías de dejar el arcén y la superficie de la carretera.

5. El sistema de formación de imágenes de cualquier reivindicación precedente, en el que dicho sistema de formación de imágenes está en comunicación con un sistema pasivo de guiado operable para ajustar una dirección de guiado del vehículo en respuesta a una detección por medio de dicho sistema de formación de imágenes de que el vehículo está desviándose o saliéndose de su carril ocupado.

6. El sistema de formación de imágenes de cualquier reivindicación precedente, en el que dicho sistema de formación de imágenes está en comunicación con un control adaptable de la velocidad operable para ajustar una configuración de control de crucero del vehículo en respuesta a las condiciones detectadas de la carretera o del tráfico por medio de dicho sistema de formación de imágenes.

7. El sistema de formación de imágenes de cualquier reivindicación precedente, en el que dicho sistema de formación de imágenes es operable de forma selectiva para proporcionar datos de imagen a un dispositivo remoto que se encuentra alejado del vehículo, en el que dicho sistema de formación de imágenes proporciona dichos datos de imagen para indicar una ubicación y/o condición del vehículo.
- 5 8. El sistema de formación de imágenes de la reivindicación 7, en el que dicho dispositivo remoto comprende al menos uno de un sistema de visualización personal, un sistema de visualización de seguridad y un sistema de visualización de emergencia.
9. El sistema de formación de imágenes de cualquier reivindicación precedente, en el que dicho procesador es operable para ajustar dicho conjunto reducido de datos de imagen y dicha zona seleccionada entre una zona diurna y una zona nocturna en respuesta a una condición diurna o nocturna de conducción para el vehículo.
- 10 10. El sistema de formación de imágenes de la reivindicación 9, en el que dicho procesador es operable para ajustar una entrada de altura de dicho sensor matricial de formación de imágenes, de forma que dicha zona diurna sea representativa de un área generalmente a lo largo de la superficie de la carretera y dicha zona nocturna sea representativa de un área generalmente a una altura de los faros delanteros de los vehículos.
- 15 11. El sistema de formación de imágenes de cualquier reivindicación precedente, en el que dicho procesador es operable para ajustar dicho conjunto reducido de datos de imagen y dicha zona seleccionada en respuesta a una distancia hasta un objeto detectado.
12. El sistema de formación de imágenes de cualquier reivindicación precedente, en el que dicho procesador es operable para aproximar una distancia a una porción de algunos de dichos objetos detectados en respuesta a una ubicación de los píxeles de la porción en dicha imagen capturada.
- 20 13. El sistema de formación de imágenes de la reivindicación 12, en el que dicha ubicación de los píxeles es determinada con respecto a un píxel seleccionado que está dirigido, en general, al horizonte y a lo largo de la dirección de desplazamiento del vehículo.
14. El sistema de formación de imágenes de la reivindicación 12, en el que dicho procesador es operable para aproximar dicha distancia en respuesta a un tamaño de píxel, una resolución de píxeles y un campo de visión de dicho sensor matricial de formación de imágenes.
- 25 15. El sistema de formación de imágenes de la reivindicación 1, en el que dicho procesador es operable para procesar bordes detectados horizontales y limitar sustancialmente el procesamiento de bordes verticales detectados.
- 30 16. El sistema de formación de imágenes de la reivindicación 1, en el que dicho procesador es operable para procesar bordes horizontales detectados y limitar sustancialmente el procesamiento de bordes verticales detectados y reducir la cantidad de datos que van a ser procesados corriente abajo.
17. El sistema de formación de imágenes de la reivindicación 1, en el que dicho procesador es operable para procesar bordes detectados que tienen una concentración de bordes en un segundo conjunto reducido de datos de imagen que es representativo de una zona o área reducida particular de dicha zona seleccionada de dicha imagen capturada.
- 35 18. El sistema de formación de imágenes de la reivindicación 1, en el que dicho procesador es operable para limitar sustancialmente el procesamiento de bordes detectados que tienen una intensidad menor que una intensidad umbral.
- 40 19. El sistema de formación de imágenes de la reivindicación 1, en el que dicho procesador es operable para determinar si dichos bordes detectados constituyen una porción de un vehículo en un carril adyacente.
20. El sistema de formación de imágenes de la reivindicación 19, en el que dicho procesador es operable para determinar que dichos bordes detectados puedan constituir una porción de un vehículo en respuesta a una determinación de que dichos bordes detectados están asociados con una elipse o elipse parcial, siendo indicativas dicha elipse o elipse parcial del neumático de un vehículo.
- 45 21. El sistema de formación de imágenes de cualquier reivindicación precedente, en el que dicho procesador es operable para hacer un seguimiento de al menos uno de dichos bordes detectados entre fotogramas subsiguientes capturados por dicho sensor matricial de formación de imágenes para identificar algunos de dichos bordes detectados.
- 50 22. El sistema de formación de imágenes de cualquier reivindicación precedente, en el que dicho procesador es operable para procesar principalmente bordes detectados o limitar sustancialmente el procesamiento de bordes detectados en respuesta a al menos uno de un tamaño, una ubicación, una intensidad y una distancia de dichos bordes detectados con respecto al vehículo.

- 5
23. El sistema de formación de imágenes de cualquier reivindicación precedente, en el que dicho procesador es operable para identificar marcas de carril o de carretera en dichas imágenes capturadas para determinar la curvatura de la carretera de la sección de la carretera por la que está desplazándose el vehículo, en el que dicho procesador es operable para ajustar dicho conjunto reducido de datos de imagen y dicha zona seleccionada en respuesta a una identificación de una curva en la sección de la carretera.

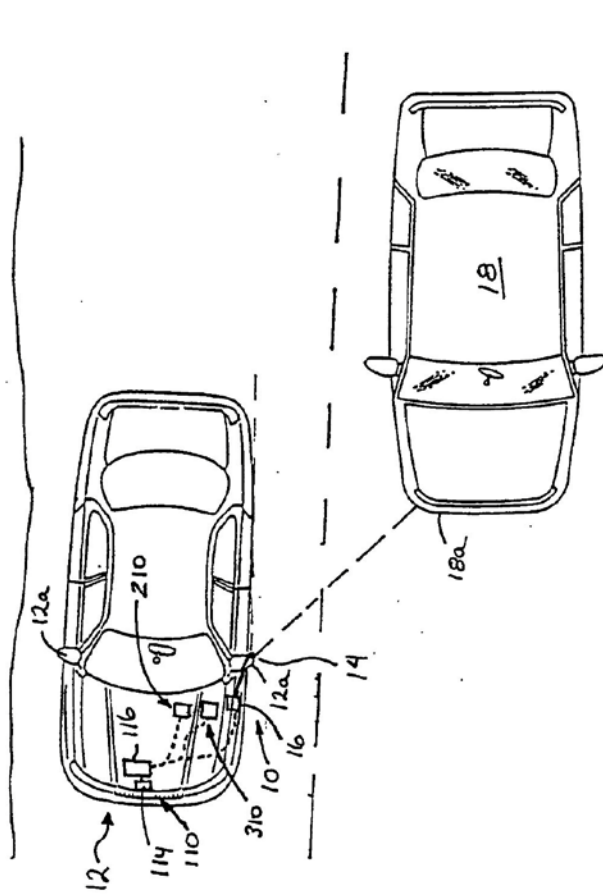


FIG. 1

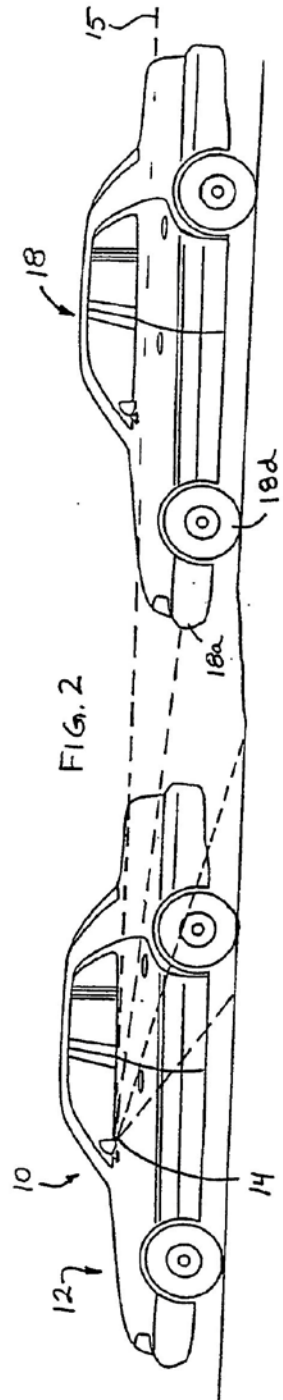


FIG. 2

FIG. 3

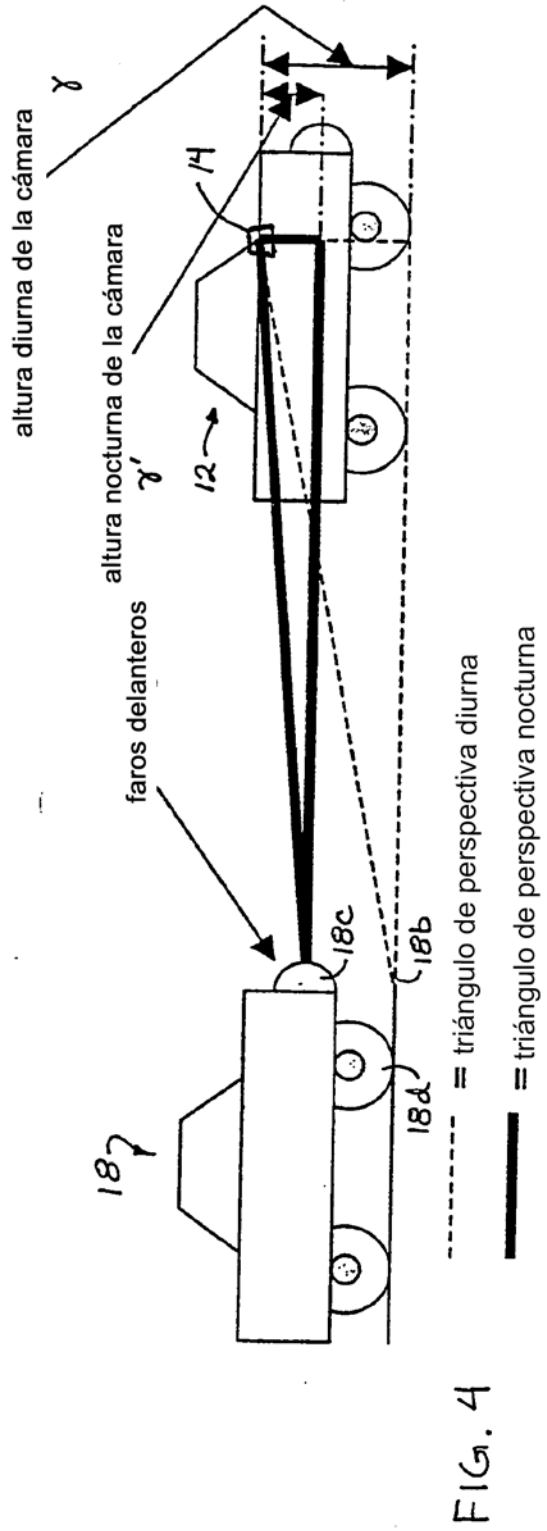
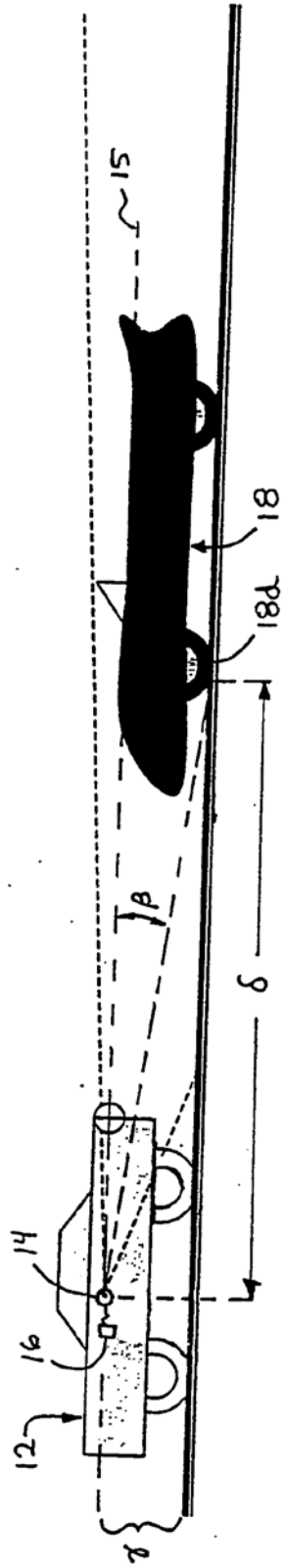


FIG. 4

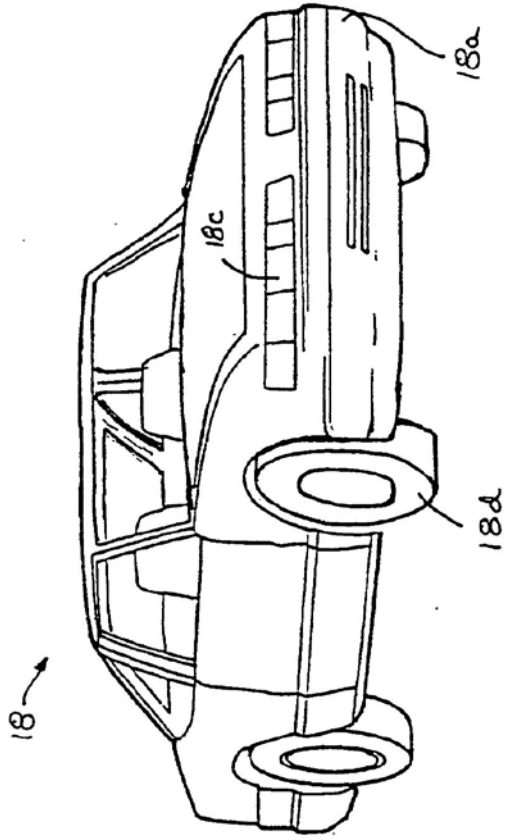


FIG. 5

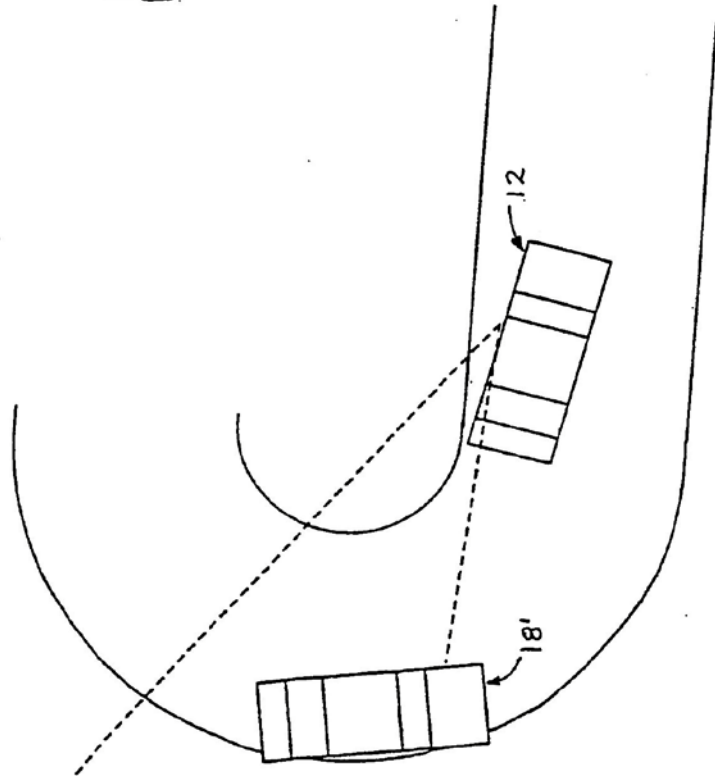
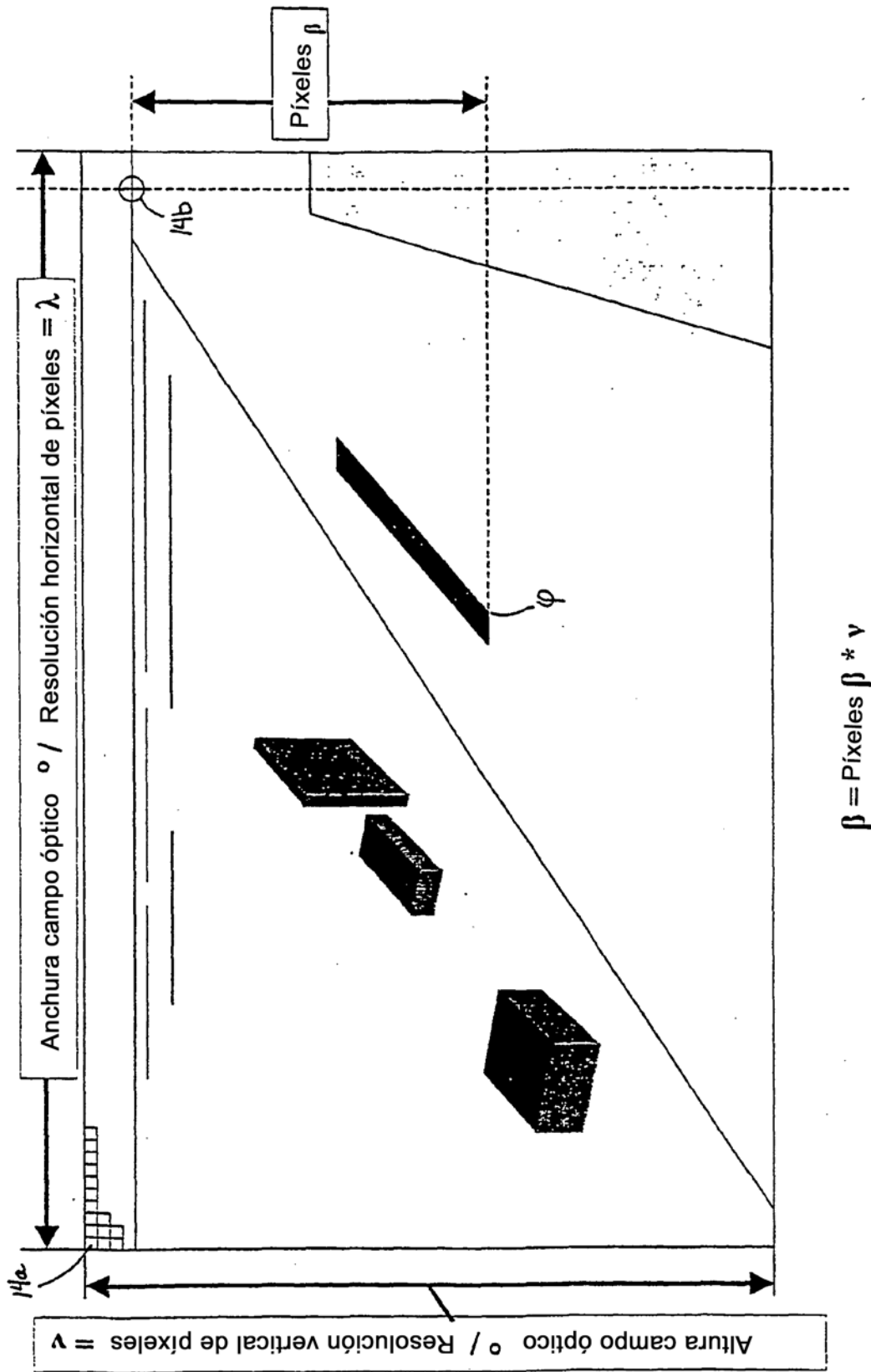


FIG. 6



$\beta = \text{Píxeles } \beta * \nu$

FIG. 7

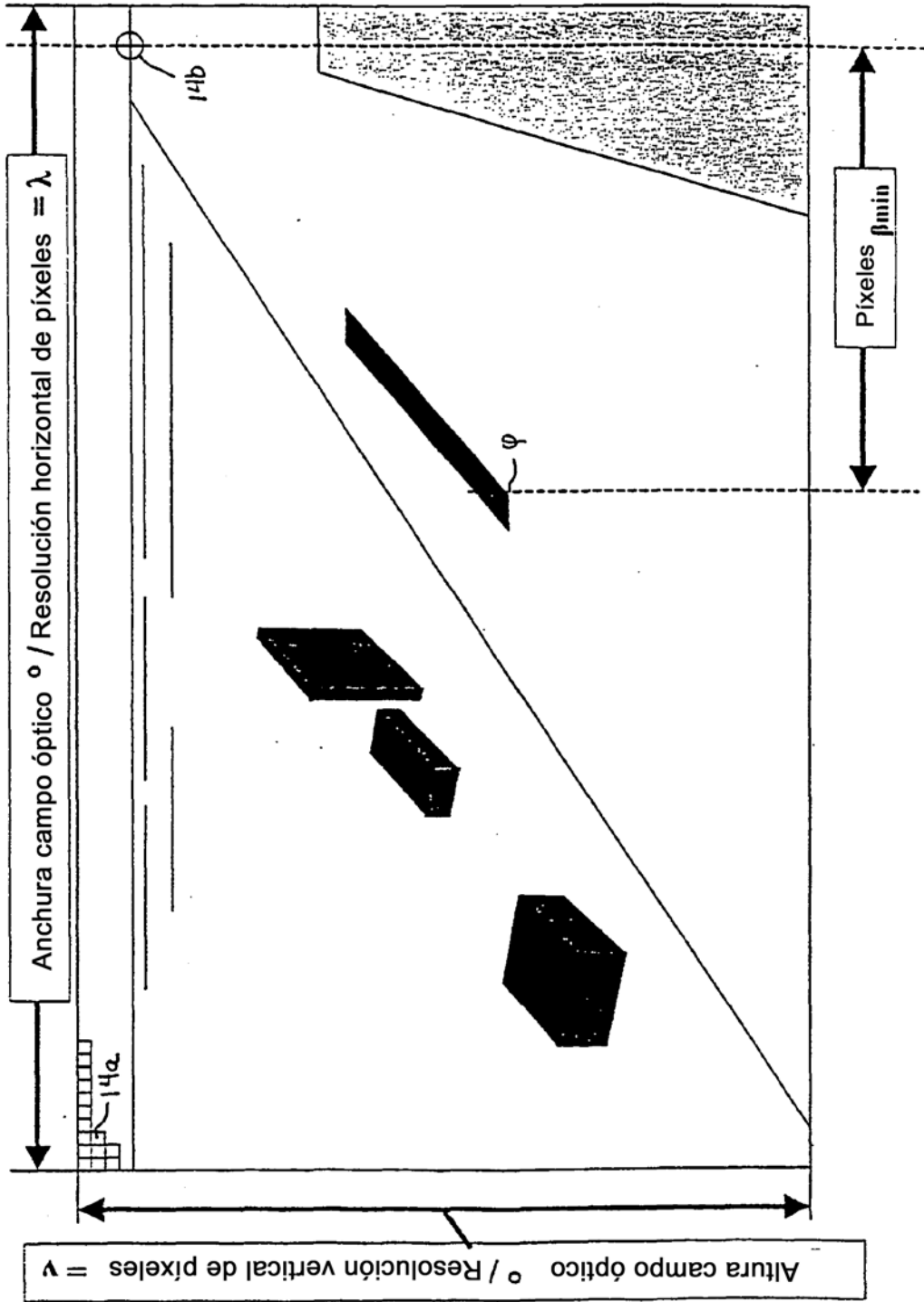


FIG. 8

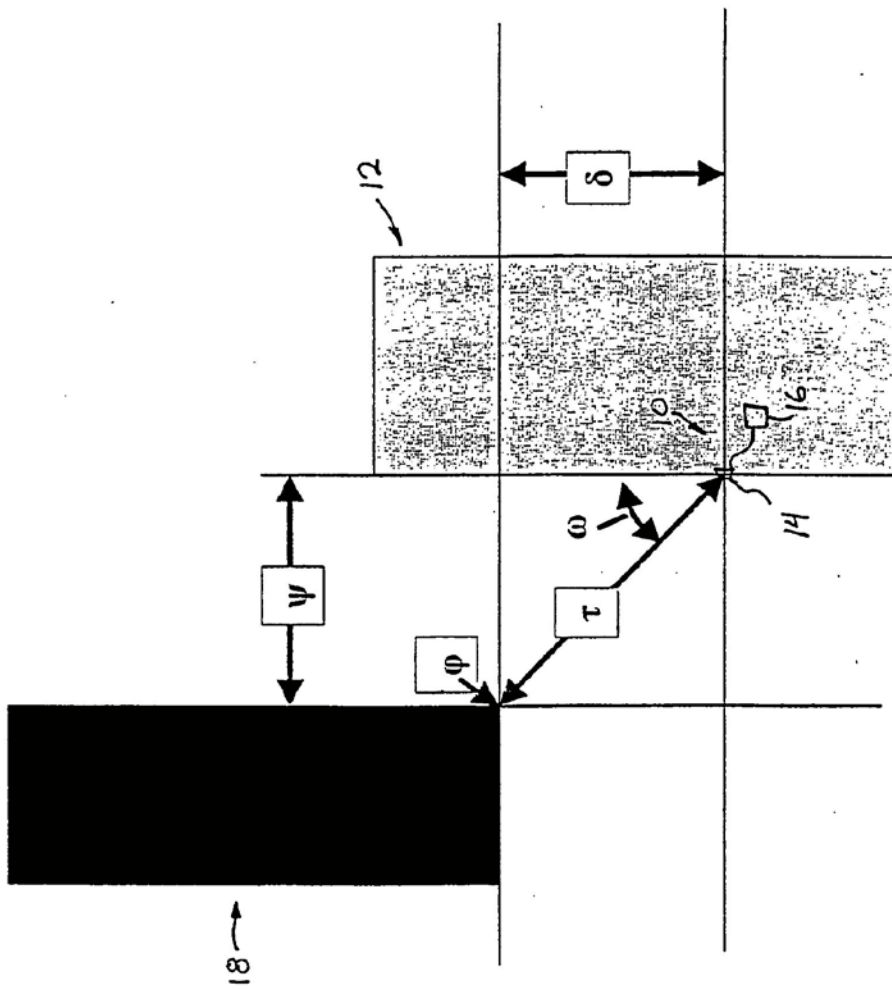


FIG. 9

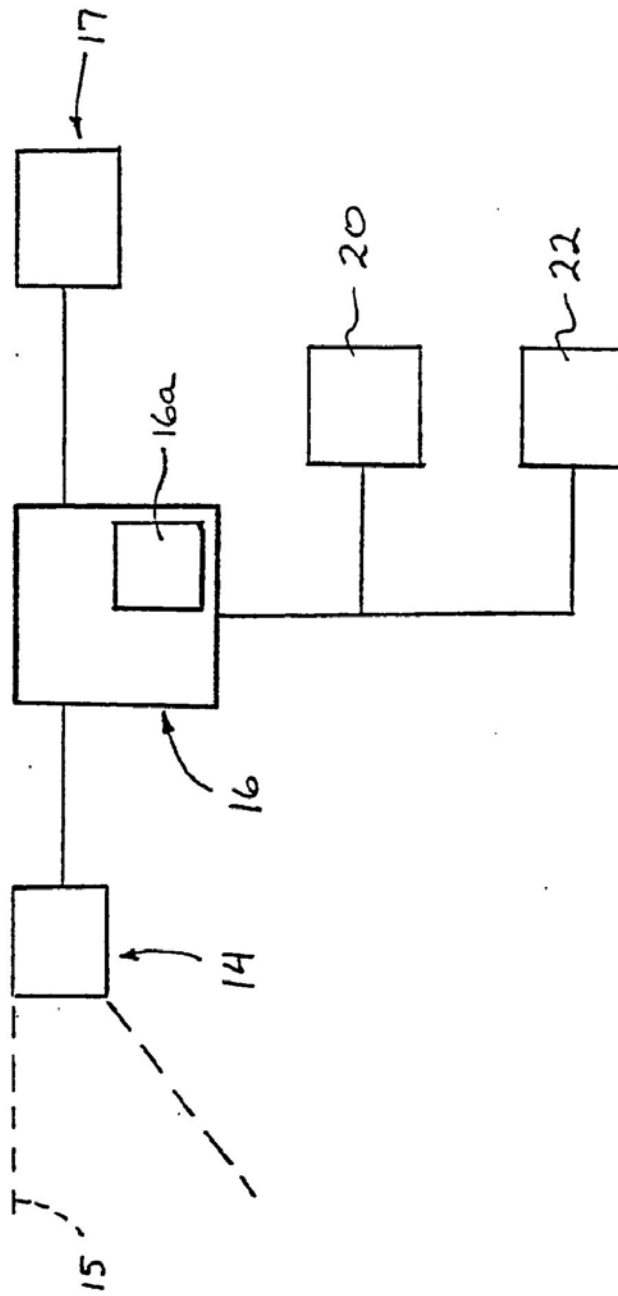


FIG. 10

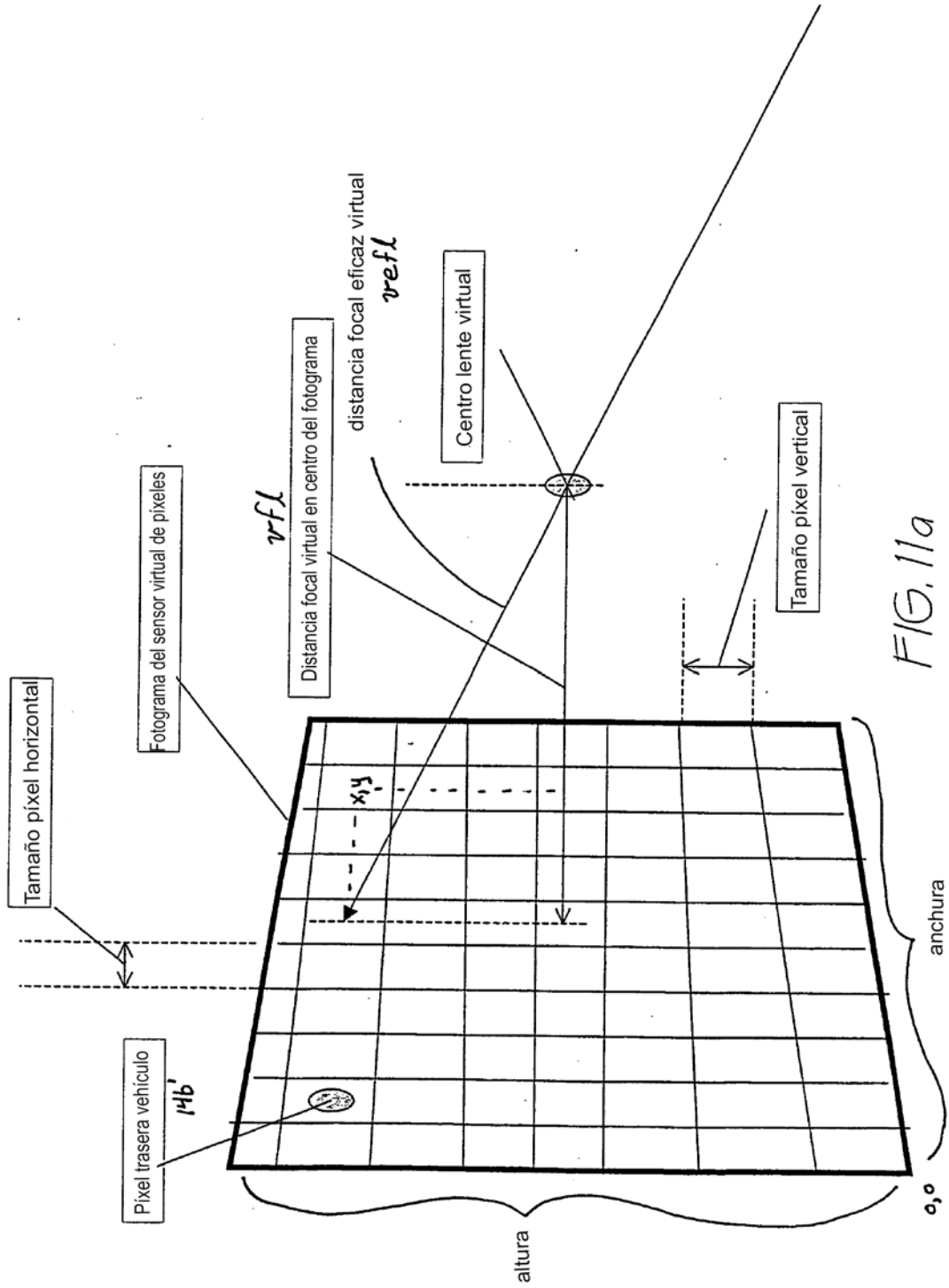


FIG. 11a

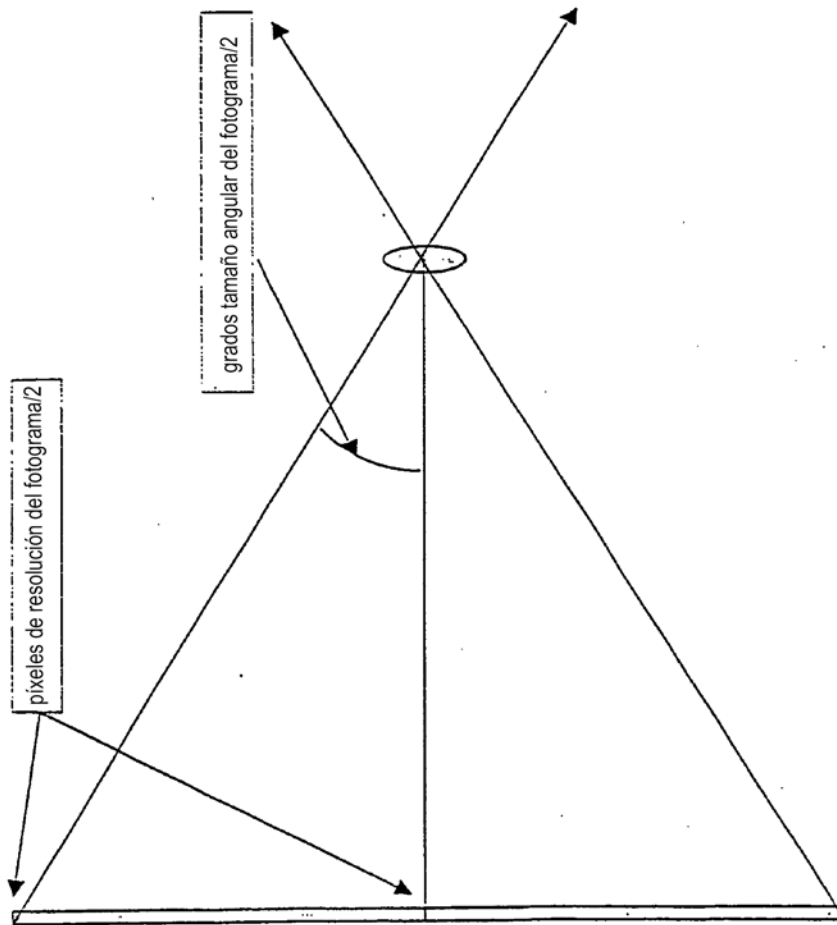


FIG. 11b

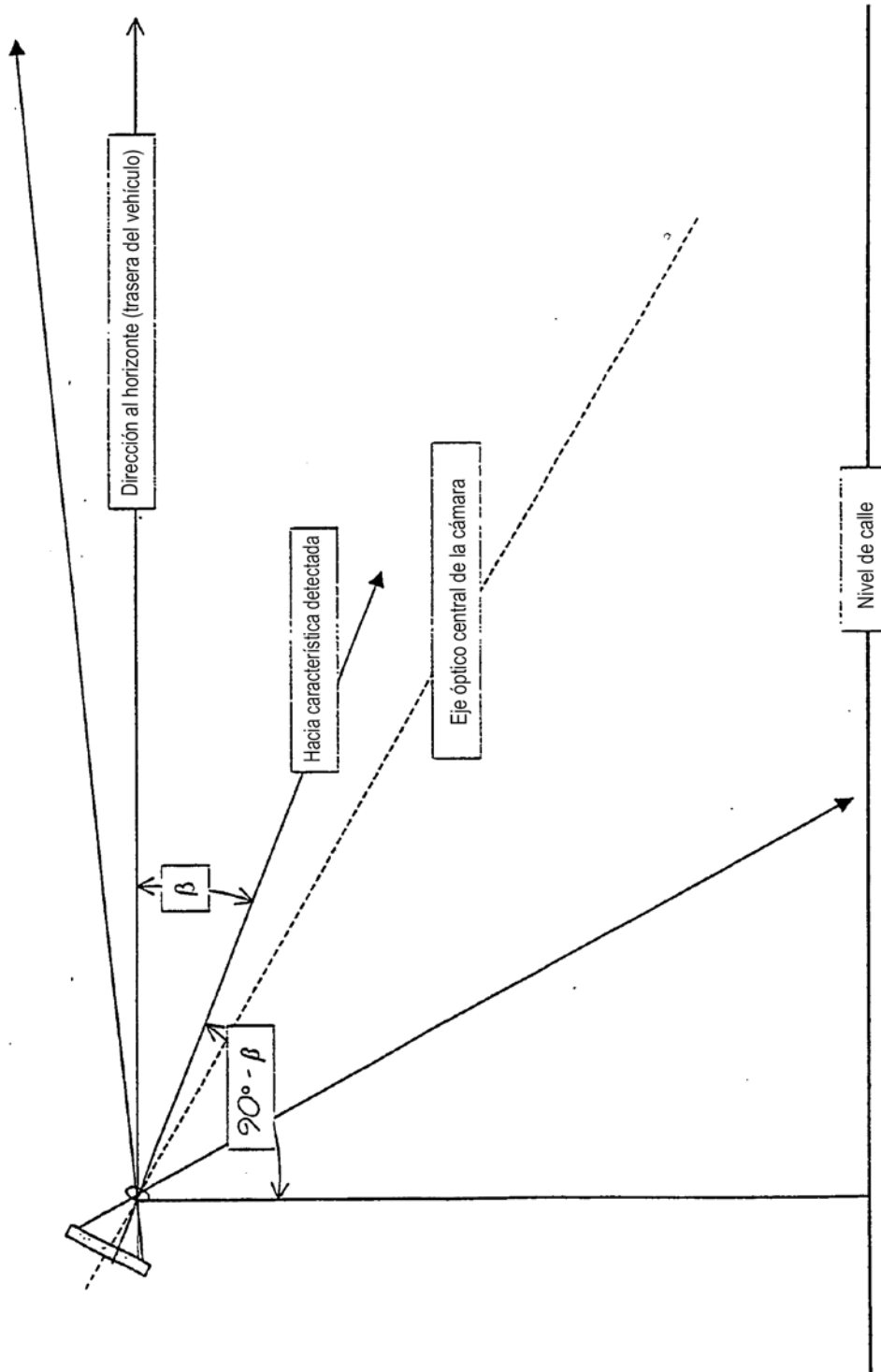


FIG. 11c

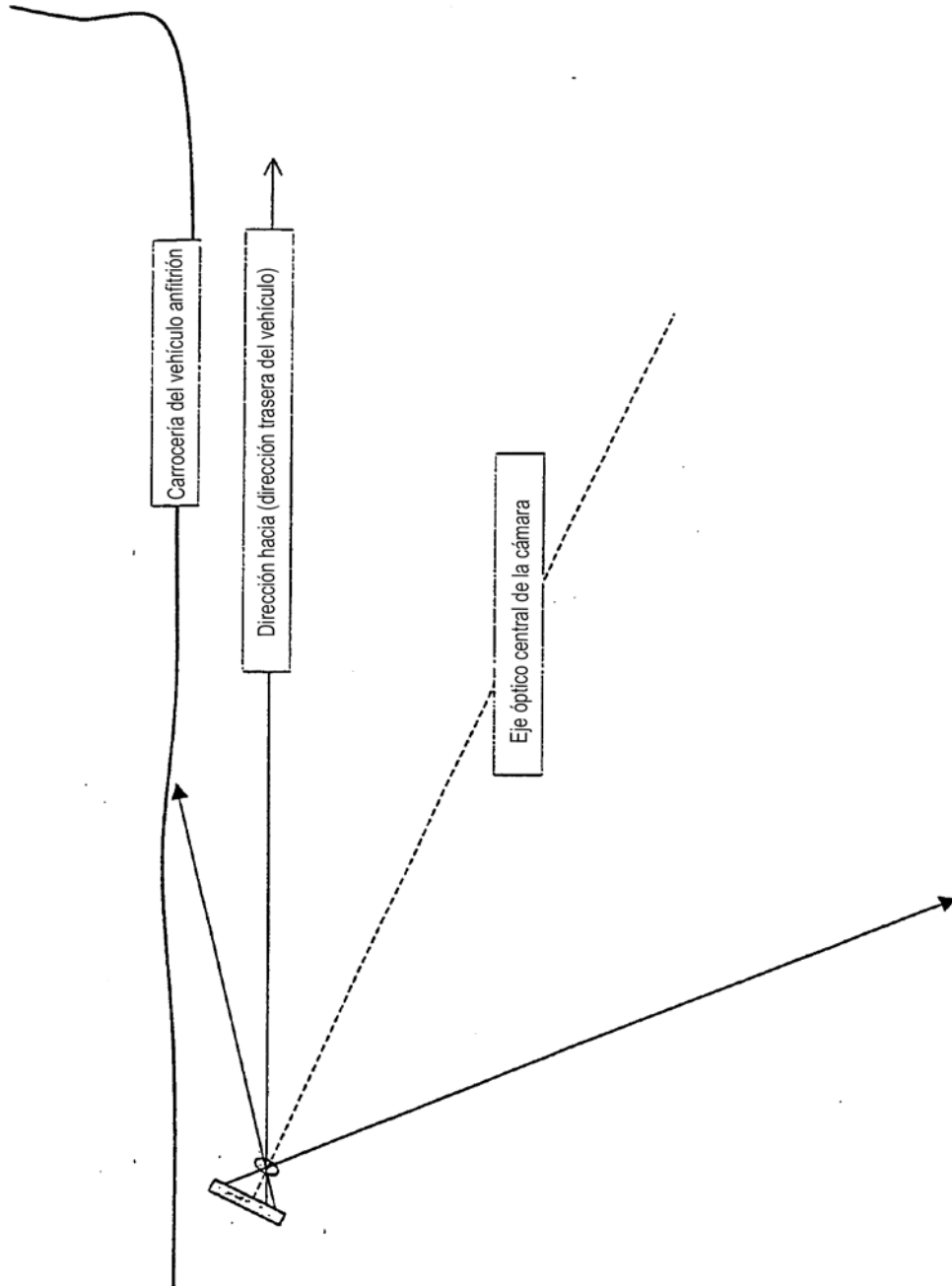


FIG. 11d

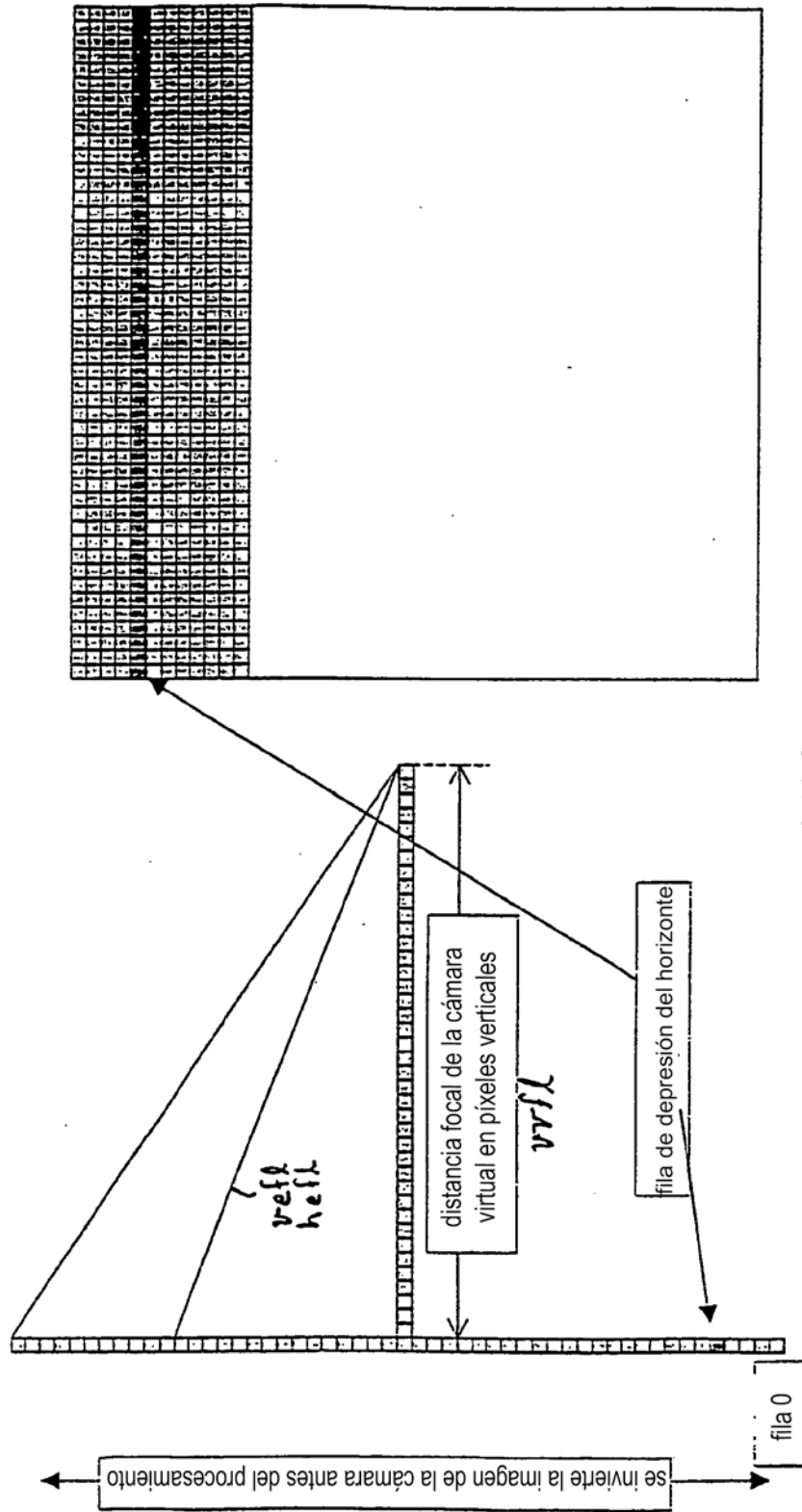


FIG. 11e

-00002	+00000	+00002	+00003	+00004
-00001	+00000	+00001	+00002	+00003
-00001	+00000	+00001	+00002	+00003
-00001	+00000	+00001	+00002	+00003
-00002	+00000	+00002	+00003	+00004
-00002	+00000	+00002	+00003	+00004
-00003	+00000	+00003	+00004	+00005
-00003	+00000	+00003	+00004	+00006

FIG. 11f

FIG. 12

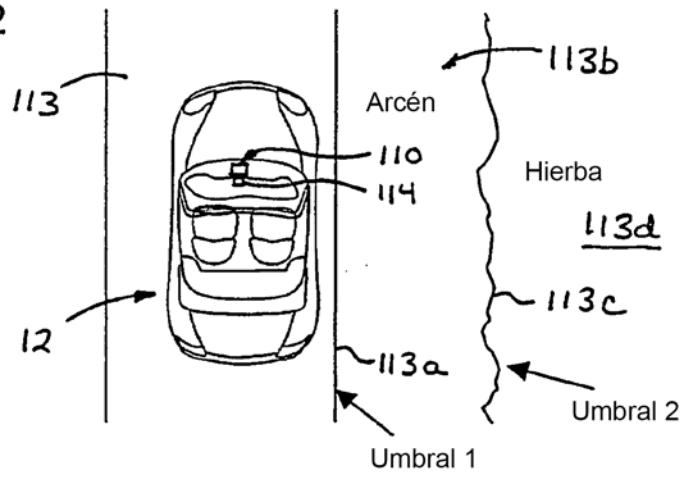


FIG. 13

