

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 503**

51 Int. Cl.:

**G08G 1/04** (2006.01)

**G06T 7/00** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.11.2015 PCT/EP2015/077862**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.06.2016 WO16083553**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2015 E 15801803 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018 EP 3224819**

54 Título: **Procedimiento de control de un sistema de vigilancia de tráfico**

30 Prioridad:

**27.11.2014 EP 14195255**

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

**18.03.2019**

73 Titular/es:

**KAPSCH TRAFFICCOM AB (100.0%)**

**Box 1063**

**551 10 Jönköping, SE**

72 Inventor/es:

**BÄCKVALL, JOHAN;**

**ÄRLIG, ULF;**

**CRONA, BJÖRN y**

**KARLSTRÖM, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 704 503 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de control de un sistema de vigilancia de tráfico

### Campo técnico

5 La presente descripción se refiere a un procedimiento de control de un sistema de vigilancia de tráfico. En particular, la presente descripción se refiere a un procedimiento para determinar una característica de un objeto en movimiento, tal como el número de ejes de un vehículo. Además, la presente descripción se refiere a una unidad de procesamiento para un sistema de vigilancia de tráfico configurada para implementar un procedimiento de control de la vigilancia de tráfico. Una realización ejemplar del procedimiento puede ser usada y/o instalada, por ejemplo, en un sistema de peaje de carretera. Dichos sistemas de vigilancia de tráfico son conocidos, por ejemplo, a partir de los documentos DE 196 40 938  
10 A1 y EP 1 361 488 A1.

### Técnica antecedente

15 Típicamente, los sistemas de vigilancia de tráfico están configurados para detectar, supervisar/rastrear y registrar objetos en movimiento, tales como vehículos que pasan en una zona de vigilancia. Típicamente, la zona de vigilancia está definida por una extensión predeterminada de uno o varios carriles de tráfico a lo largo de un tramo de carretera. El sistema de vigilancia de tráfico debería estar dispuesto e instalado de manera que el sistema tenga un impacto bajo o nulo sobre el flujo de tráfico y también un bajo impacto visual.

20 Un tipo de sistema de vigilancia de tráfico puede incluir dos cámaras dispuestas como un par en un pórtico y posicionadas para capturar un carril de una zona de vigilancia. La primera de las dos cámaras está dirigida hacia una primera zona extrema en la que los vehículos están entrando a la zona de vigilancia y la segunda de las dos cámaras está dirigida hacia una segunda zona extrema en la que los vehículos están saliendo de la zona de vigilancia. Como ejemplo, las cámaras pueden estar enfocadas a una altura predeterminada por encima de la carretera correspondiente a la altura de una placa de matrícula de los vehículos que pasan. La altura predeterminada puede establecerse en base a la altura más común de las placas de matrícula en un vehículo estándar. Típicamente las imágenes capturadas por las cámaras son procesadas en un sistema ANPR (Automatic Number Plate Recognition, reconocimiento automático de placas de matrícula).  
25

Hasta ahora, los sistemas de vigilancia de tráfico conocidos se usan típicamente para detectar vehículos con exceso de velocidad, conducción insegura y escenas de accidentes sin el uso de un ser humano para supervisar de manera activa el tráfico para identificar este tipo de escenas. En un sistema automatizado, un operador humano solo es requerido para verificar la infracción de tráfico en una etapa de revisión posterior. En algunos casos, incluso es posible registrar y enviar automáticamente una multa o una citación judicial sin ser verificadas por el operador. En otra actividad relacionada, el sistema puede estar configurado para recopilar estadísticas acerca de la carretera para identificar si deberían considerarse e implementarse cambios en la carretera con el fin de aumentar la seguridad de la función general de la carretera.  
30

35 La instalación de un sistema de vigilancia de tráfico es particularmente útil en un sistema de peaje para detectar y registrar vehículos que circulan por una carretera que está sujeta a peajes, a veces en términos de impuestos. Un sistema de peaje de carretera usado comúnmente comprende un pórtico con diversos dispositivos, un transceptor y un conjunto de sensores. El transceptor puede ser usado para un registro automático de los vehículos que pasan equipados con transpondedores. De esta manera, los vehículos con transpondedores pagan automáticamente el peaje cada vez que pasan por una estación de peaje. Los sensores, tales como cámaras, se usan para capturar imágenes de las placas de matrícula de los vehículos que pasan sin transpondedores. Dependiendo de la configuración del sistema, las imágenes pueden ser usadas para realizar peajes en base al número de matrícula o pueden servir como una evidencia de incumplimiento en el caso de que se requieran transpondedores. Los sistemas de peaje de carretera pueden estar configurados también para clasificar vehículos en base a características físicas, tales como el tamaño o volumen del vehículo.  
40

45 A pesar de la actividad en el campo, sigue existiendo una necesidad no satisfecha de mejorar la función y el uso del sistema de vigilancia de tráfico. En particular, sería deseable incrementar las posibilidades para los usuarios del sistema, tales como los usuarios de un sistema de peaje de carretera, para realizar clasificaciones más precisas de los vehículos que pasan a través del sistema de vigilancia.

### Sumario de la invención

50 Para conseguir una vigilancia más precisa o fiable, algunos sistemas de tráfico emplean diversas técnicas para mejorar la precisión del sistema. Una de dichas técnicas es el uso de cámaras o sensores estereoscópicos. Un sensor estereoscópico comprende una primera cámara y una segunda cámara separadas. Ambas cámaras están dirigidas de manera que tengan un área de captura que cubre esencialmente el mismo segmento de área, es decir, el segmento de área supervisado por el sensor estereoscópico. Las cámaras del sensor estereoscópico están calibradas de manera que

tengan un plano de vigilancia, que está alineado con el segmento de área supervisado, de manera que el plano de vigilancia indica un plano cero, y la altura/profundidad se miden con el plano de vigilancia como plano cero. El sensor estereoscópico usa dos cámaras para capturar imágenes del segmento de área supervisado. Un objeto en movimiento que se encuentra en el plano de vigilancia, tal como una sombra sobre una carretera, tendrá la misma posición en una imagen de la primera cámara y en una imagen de la segunda cámara. Un objeto en movimiento que se encuentra por debajo o por encima del plano de vigilancia (tal como un punto de un vehículo sobre la carretera) tendrá una posición ligeramente diferente en una imagen de la primera cámara que en una imagen de la segunda cámara del sensor estereoscópico. Esta diferencia es debida a los diferentes ángulos que tienen las cámaras con relación al objeto en movimiento. Usando esta técnica puede crearse una imagen/mapa de altura/profundidad (a la que se solo se hace referencia en adelante como imagen de altura) del segmento de área supervisado.

Los sensores estereoscópicos y los sistemas con sistemas estereoscópicos se usan para supervisar el tráfico, especialmente en situaciones críticas, tales como un pórtico de peaje o una plaza de peaje. Los sensores y los sistemas estereoscópicos equipados con los mismos pueden aplicarse en otras aplicaciones, tales como supervisión de centros comerciales, estacionamientos, campos aéreos y cualquier otro lugar donde sea ventajosa una imagen de altura del área supervisada. Los sensores estereoscópicos pueden capturar imágenes individuales o pueden ser usados para capturar secuencias de película. La información en una imagen de altura puede ser usada para la clasificación de objetos tales como, por ejemplo, vehículos, aeronaves, personas y neumáticos dependiendo de la aplicación preferida.

Un objeto de las realizaciones ejemplares de la descripción es proporcionar un procedimiento de control de un sistema de vigilancia de tráfico que permita una determinación simple, pero fiable y precisa, de una característica relacionada con un vehículo. Este y otros objetos, que serán evidentes a continuación, se consiguen mediante un procedimiento de control de un sistema de vigilancia de tráfico según se define en la reivindicación independiente adjunta. Los detalles de algunas realizaciones ejemplares y características opcionales se mencionan en las reivindicaciones dependientes asociadas.

Según un primer aspecto, se proporciona un procedimiento para controlar un sistema de vigilancia de tráfico. El sistema comprende una pluralidad de sensores estereoscópicos conectados a una unidad de procesamiento. Cada sensor estereoscópico de entre la pluralidad de sensores estereoscópicos está configurado para capturar una primera imagen y una segunda imagen que pueden ser procesadas para obtener una imagen de altura por la unidad de procesamiento. Además, cada sensor estereoscópico de entre la pluralidad de los sensores estereoscópicos está configurado para definir y supervisar una zona de vigilancia principal que define una cobertura primaria en un plano de vigilancia a una distancia predeterminada desde el sensor estereoscópico. De esta manera, una cualquiera de entre la primera imagen capturada, la segunda imagen capturada y la imagen de altura procesada incluye una vista primaria correspondiente a la cobertura primaria del sensor estereoscópico. El procedimiento comprende las etapas de:

- capturar primeras imágenes y segundas imágenes en el tiempo mediante la pluralidad de sensores estereoscópicos;
- procesar una primera imagen y una segunda imagen desde un primer sensor estereoscópico de entre la pluralidad de los sensores estereoscópicos para producir una primera imagen de altura a partir de las mismas por medio de la unidad de procesamiento;
- analizar dicha primera imagen de altura para detectar un objeto en movimiento, tal como un vehículo situado dentro de la vista primaria del primer sensor estereoscópico; y
- analizar una parte de una vista primaria de al menos una cualquiera de entre una primera imagen, una segunda imagen y una combinación de las imágenes primera y segunda capturadas por un segundo sensor estereoscópico en base al objeto en movimiento detectado en dicha primera imagen de altura para determinar una característica del objeto en movimiento.

De esta manera, los sensores estereoscópicos del sistema de vigilancia usados en el procedimiento son controlados para interactuar entre sí con el fin de detectar un objeto en movimiento, tal como un vehículo, por un sensor y, en base a datos relativos a esta operación, es decir, el vehículo detectado, para identificar la imagen más óptima de entre las imágenes capturadas de los otros sensores del sistema para determinar una característica del vehículo de una manera fiable y precisa, tal como se describe adicionalmente más adelante.

Tal como se ha indicado en la presente memoria, el objeto en movimiento se refiere generalmente a un vehículo, tal como un camión, un autobús o similar.

La función y las ventajas ejemplares de las realizaciones ejemplares de la invención se representan convenientemente por medio de un ejemplo no limitativo cuando el procedimiento se usa para determinar un número de ejes de un vehículo. La determinación del número de ejes de un vehículo de una manera más precisa es particularmente relevante para muchos operadores de peaje, que desean un peaje basado en la clasificación según el número de ejes del vehículo. En la actualidad, esto se consigue normalmente mediante un sistema de conteo de ejes separado que podría ser costoso, inexacto y difícil de integrar con las otras partes y/u operaciones del sistema de peaje. Además, una instalación de un

sistema de conteo de ejes separado puede requerir frecuentemente importantes instalaciones invasivas de carretera que podrían ser difíciles de reparar. Sin embargo, la configuración de la realización ejemplar del procedimiento indicado anteriormente usa un sistema de sensores estereoscópicos para procesar inicialmente una primera imagen y una segunda imagen desde un primer sensor estereoscópico para producir una primera imagen de altura y posteriormente realizar un análisis de la imagen de altura para detectar el vehículo situado dentro de la vista primaria. Cuando el vehículo ha sido detectado y/o identificado por el primer sensor estereoscópico, el sistema es capaz de determinar la ubicación precisa del vehículo en la zona de vigilancia (correspondiente típicamente al tramo de carretera supervisado), a través de un análisis de la imagen de altura. Posteriormente, en base a datos relativos al vehículo detectado en la primera imagen de altura, el procedimiento continúa para iniciar un análisis de una parte de una vista primaria de una primera imagen, una segunda imagen y/o una combinación de las imágenes primera y segunda capturadas por un segundo sensor estereoscópico para determinar el número de ejes del vehículo. De esta manera, el procedimiento es capaz de realizar un análisis de las características del vehículo, por ejemplo, el número de ejes, a partir de una imagen que ha capturado la vista más óptima de los ejes del vehículo, es decir, la vista más óptima de una región de interés de la característica del vehículo para conseguir mediciones más precisas de la característica. La detección de los ejes puede ser realizada una vez por vehículo cuando todo el vehículo es visible al mismo tiempo en la posición óptima. De manera alternativa, la detección de los ejes puede ser realizada de manera continua durante todo el paso cubierto por la zona de vigilancia de los sensores. De esta manera, el procedimiento está configurado para proporcionar detecciones promedio ponderadas de los ejes. Además, este tipo de configuración puede permitir que los ejes en camiones largos y remolques puedan ser detectados parte por parte.

Por consiguiente, mediante la configuración del procedimiento según se ha indicado anteriormente, resulta posible proporcionar un procedimiento para controlar un sistema de vigilancia de tráfico para determinar una característica de un vehículo de una manera más fiable y menos costosa en comparación con los procedimientos conocidos hasta ahora.

En una realización ejemplar, el procedimiento es particularmente útil para determinar un número de ejes de un vehículo.

De esta manera, la presente descripción se refiere también a un procedimiento para determinar una característica de un objeto en movimiento, tal como el número de ejes de un vehículo.

Típicamente, aunque no es estrictamente necesario, el procedimiento puede estar configurado para iniciar un análisis de una parte de la vista primaria de al menos una primera imagen, una segunda imagen y/o una combinación de las imágenes primera y segunda capturadas por otro sensor estereoscópico antes de que dichas imágenes sean transformadas en una imagen de altura. De esta manera, se hace posible adquirir de manera más precisa información acerca de una cierta característica del vehículo, tal como se describe adicionalmente más adelante. Sin embargo, debería apreciarse fácilmente que la primera imagen, la segunda imagen y/o la combinación de las imágenes primera y segunda pueden ser salvadas por el sistema para un análisis posterior.

Tal como se describirá adicionalmente con relación a las realizaciones ejemplares en la presente memoria, existen diversas posibilidades diferentes para realizar un análisis de la primera imagen y/o la segunda imagen.

Mediante la disposición de que el procedimiento incluya la etapa de capturar imágenes por medio de una pluralidad de sensores estereoscópicos, el procedimiento está configurado para aprovechar la vista más amplia de un sensor estereoscópico en el sentido de que el vehículo detectado que se desplaza, por ejemplo, por una carretera, está cubierto tanto por una cobertura primaria de un primer sensor estereoscópico como por una cobertura secundaria, generalmente un área exterior (algunas veces designada como la vista lateral) de un segundo sensor estereoscópico. En otras palabras, en el caso de un tramo de carretera, el sistema está dispuesto para definir y supervisar una zona de vigilancia de manera que el sensor estereoscópico sea capaz de supervisar un tramo de carretera predeterminado en la zona de vigilancia mediante la cobertura primaria (o vista primaria) y un área de un tramo de carretera adyacente en la zona de vigilancia mediante la cobertura lateral de la cobertura primaria (vista lateral de la vista primaria). De esta manera, debido a la característica del sensor estereoscópico, cada sensor estereoscópico puede estar configurado mediante el procedimiento para supervisar un tramo de carretera predeterminado y un área de un tramo de carretera adyacente.

Además de que la característica puede hacer referencia al número de ejes del vehículo, la característica puede hacer referencia a cualquiera de los siguientes: una presencia de ventanas, una distancia al suelo, un ángulo de la ventana delantera y una indicación de objetos fijados sobre o detrás del vehículo (por ejemplo, bicicletas).

Mediante la disposición de analizar la primera imagen de altura para detectar un objeto en movimiento, tal como un vehículo situado dentro de la vista primaria, se hace posible determinar la ubicación precisa del vehículo en el plano de vigilancia, que corresponde típicamente al tramo de carretera predeterminado.

Como ejemplo, la etapa de analizar la primera imagen de altura para detectar un objeto en movimiento, tal como un vehículo situado dentro de la vista primaria, incluye la etapa de determinar la posición del vehículo mediante coordenadas en un sistema de coordenadas cartesianas tridimensional. Como ejemplo, un vehículo es detectado analizando una imagen de altura para grupos de píxeles de altura. Típicamente, se determina un cuadro de seguimiento alrededor del

grupo que seguirá los píxeles de altura a medida que se mueven. A partir de esta caja de seguimiento, se hace posible derivar la posición, la velocidad, la longitud, la altura y la anchura del vehículo, que se usarán para calcular qué otro sensor proporciona la mejor vista lateral del vehículo.

5 Según una realización ejemplar, el procedimiento está configurado para detectar el número de ejes de un vehículo. De esta manera, el procedimiento comprende la etapa de analizar una parte de una vista primaria de una primera imagen, una segunda imagen y/o una combinación de las imágenes primera y segunda capturadas por el segundo sensor estereoscópico en base al objeto en movimiento detectado en dicha primera imagen de altura para determinar un número de ejes del objeto en movimiento.

10 Según una realización ejemplar, el procedimiento puede comprender además la etapa de procesar una primera imagen y una segunda imagen desde al menos el segundo sensor estereoscópico para producir una segunda imagen de altura a partir de las mismas por medio de la unidad de procesamiento.

Típicamente, la cobertura primaria en el plano de vigilancia de al menos el primer sensor estereoscópico está superpuesta a la cobertura primaria en el plano de vigilancia del segundo sensor estereoscópico.

15 En general, una zona de vigilancia puede ser definida como la cobertura del sistema de vigilancia de tráfico en un plano desde el que sobresale una estructura portadora, tal como un pórtico. En otras palabras, la zona de vigilancia en la presente memoria se refiere al área sobre el plano de vigilancia, que cubre el sistema de vigilancia de tráfico, es decir, el área capturada de la pluralidad de sensores estereoscópicos del sistema de vigilancia de tráfico.

20 En una implementación del sistema de vigilancia de tráfico, el área de vigilancia está adaptada para que corresponda al área de tráfico en la que se desea la supervisión y/o el registro de vehículos. De esta manera, una zona de vigilancia puede incluir típicamente una superficie de carretera, un tramo de carretera predeterminado y/o tramos de carretera adyacentes o similares. Debería entenderse fácilmente que, en una implementación del sistema de vigilancia de tráfico, el plano de vigilancia está dispuesto en paralelo con un plano de la superficie de la carretera, el tramo de carretera predeterminado y/o el tramo de carretera adyacente, etc., a supervisar. Un tramo de carretera predeterminado puede solaparse generalmente con un tramo de carretera adyacente, o al menos pueden estar dispuestos límite con límite de manera que un vehículo que atraviesa varios tramos de carretera, sobre los límites, pueda ser supervisado de manera continua por el sistema.

En un ejemplo en el que el sistema y el procedimiento se usan para supervisar el tráfico en uno o varios carriles de tráfico, la zona de vigilancia de un sensor estereoscópico puede cubrir típicamente un tramo de carretera predeterminado que incluye un primer carril de tráfico y un segundo carril de tráfico.

30 Tal como se ha indicado anteriormente, existen varias posibilidades diferentes para realizar un análisis de la primera imagen y/o la segunda imagen capturadas por el segundo sensor estereoscópico.

35 Según una realización ejemplar, la etapa de determinar la característica del objeto en movimiento se basa en la correspondencia de patrones con uno o varios modelos estadísticos del objeto en movimiento. Por lo tanto, la etapa de analizar una parte de la vista primaria de la primera imagen, la segunda imagen y/o la combinación de las imágenes primera y segunda capturadas por el segundo sensor estereoscópico comprende la etapa de determinar la característica del objeto en movimiento por medio de correspondencia de patrones con uno o varios modelos estadísticos del objeto en movimiento. Típicamente, los uno o varios modelos estadísticos del objeto en movimiento pueden ser almacenados en una memoria del sistema, por ejemplo, en la unidad de procesamiento.

40 Con el uso de un modelo estadístico que incluye, como un ejemplo, las dimensiones del vehículo y otras características, el área de análisis se mantiene más pequeña. De esta manera, el proceso de análisis podría mantenerse más corto, resultando típicamente en resultados más fiables.

Típicamente, el modelo o los modelos estadísticos se basan en niveles de altura estándar, niveles de longitud estándar, niveles de anchura estándar, tamaño de cabina, información de huellas dactilares, información de placa de matrícula, información de condiciones climáticas y similares.

45 Según una realización ejemplar, la característica del objeto en movimiento es determinada mediante una determinación de varios valores de disparidad de altura del objeto en movimiento, donde los grupos de valores de disparidad más bajos que un primer umbral indican la presencia de un eje. En una realización ejemplar, la indicación del eje puede ser detectada mediante una indicación de la presencia de la rueda.

50 En otras palabras, el procedimiento incluye la etapa de determinar varios valores de disparidad de altura del objeto en movimiento, donde los grupos de valores de disparidad más bajos que un primer umbral indican la presencia de un eje.

Además, si el grupo incluye valores más bajos que un segundo umbral, el procedimiento está configurado para indicar que la rueda del objeto en movimiento está en contacto con el suelo.

- 5 Típicamente, los diversos valores de disparidad de altura del objeto en movimiento se determinan a partir de la primera imagen, la segunda imagen y/o la combinación de las imágenes primera y segunda capturadas por el segundo sensor estereoscópico antes de producir una segunda imagen de altura a partir de las mismas. Los valores de disparidad se calculan a partir de las diferencias en las posiciones de contrastes en las imágenes primera y segunda. El valor de disparidad es igual al valor de altura, pero todavía no se ha movido a la posición correcta en la posición de altura, por ejemplo, un poste visto ligeramente desde el lado tendrá varios valores de disparidad, pero en la imagen de altura todos los valores de disparidad se transformarán a una posición con sólo la mayor disparidad/valor de altura visible. Esto significa que, por ejemplo, el lado de un remolque tendrá muchos valores de disparidad, incluyendo los valores de disparidad para las ruedas, mientras que en la imagen de altura todos estarán cubiertos por la altura desde el techo.
- 10 Según una realización ejemplar, la disposición para determinar una característica del objeto en movimiento puede hacer referencia a la determinación de una posición de un neumático del vehículo correspondiente al eje de vehículo del vehículo, tal como se ve en un sistema de coordenadas cartesianas tridimensional.
- 15 En una configuración del procedimiento, el sistema y el procedimiento pueden estar dispuestos para supervisar un carril de tráfico y al menos un carril de tráfico adyacente. En otras palabras, cada sensor estereoscópico de entre la pluralidad de sensores estereoscópicos está dispuesto para supervisar un carril de tráfico y una parte de un carril adyacente. Con este fin, el sistema está configurado para supervisar una pluralidad de carriles de tráfico.
- Típicamente, al menos una parte de la cobertura primaria de cada sensor estereoscópico de entre la pluralidad de sensores estereoscópicos está dirigida hacia una región de eje de vehículo previsible del vehículo.
- 20 Según una realización ejemplar, el procedimiento comprende además la etapa de determinar previamente si un vehículo excede o no un valor de activación predeterminado, tal como un valor de altura mínimo, un valor de longitud mínimo o un número mínimo de ejes de vehículo.
- 25 Según una realización ejemplar, la etapa de análisis de una parte de una vista primaria de una primera imagen, una segunda imagen y/o una combinación de las imágenes primera y segunda capturadas por un segundo sensor estereoscópico (en base al objeto en movimiento detectado en la primera imagen de altura para determinar una característica del objeto en movimiento) es activada cuando un vehículo excede el valor de activación predeterminado.
- Típicamente, aunque no estrictamente necesario, la pluralidad de sensores estereoscópicos están montados sobre un pórtico y están configurados para definir el plano de vigilancia sobre una superficie de carretera por debajo del pórtico.
- 30 Cabe señalar que la expresión "una combinación de las imágenes primera y segunda" puede hacer referencia a una imagen de disparidad. Tal como es bien conocido en el campo de las imágenes estereoscópicas, la disparidad se refiere a la distancia entre dos puntos correspondientes en una imagen izquierda y una imagen derecha de un par estereoscópico. De esta manera, tal como se ha indicado anteriormente, los valores de disparidad se calculan a partir de las diferencias en las posiciones de contrastes en las imágenes primera (izquierda) y segunda (derecha). El valor de disparidad es igual al valor de altura, pero todavía no se ha movido a la posición correcta en la posición de altura.
- 35 Cabe señalar que la cobertura primaria puede ser definida adicionalmente por tener una cobertura secundaria, que corresponde típicamente a la región exterior de la cobertura primaria. De esta manera, una cualquiera de entre la primera imagen capturada, la segunda imagen capturada y la imagen de altura procesada incluye una vista secundaria correspondiente a la cobertura secundaria.
- 40 De esta manera, la zona de vigilancia puede ser definida de manera que la primera cámara y la segunda cámara supervisen esencialmente un tramo de carretera predeterminado en la zona de vigilancia mediante la cobertura primaria y un área de un tramo de carretera adyacente en la zona de vigilancia mediante la cobertura secundaria. De esta manera, cada sensor estereoscópico está configurado para supervisar un tramo de carretera predeterminado y una zona de un tramo de carretera adyacente.
- 45 En una situación de tráfico en la que el vehículo en cuestión es oscurecido por otro vehículo de manera que la característica del vehículo es invisible en la imagen capturada por un sensor estereoscópico (por ejemplo, el segundo sensor), el procedimiento es capaz de encontrar la imagen capturada más óptima para analizar debido a que el primer sensor estereoscópico es capaz de determinar la posición exacta del vehículo, tal como se ve en un sistema de coordenadas cartesianas tridimensional. De esta manera, el procedimiento puede, a través de la etapa de producción de una primera imagen de altura a partir de las imágenes del primer sensor estereoscópico y la etapa de análisis de la primera imagen de altura para detectar el vehículo situado dentro de la vista primaria, identificar si el vehículo es oscurecido por otro vehículo u objeto y determinar si el vehículo que ocasiona el oscurecimiento previene que la característica del vehículo sea determinada con precisión para evaluar y decidir cuál de las imágenes disponibles debería ser analizada en base al vehículo detectado en la primera imagen de altura desde el primer sensor.
- 50 Típicamente, la unidad de procesamiento puede hacer referencia a un circuito de procesamiento, una unidad de control o

- similar, y/o puede incluir un microprocesador, un microcontrolador, un procesador de señal digital programable u otro dispositivo programable. La unidad de procesamiento puede incluir también, o en su lugar, un circuito integrado específico de la aplicación, un conjunto de puertas programables o una lógica de conjuntos programables, un dispositivo lógico programable o un procesador de señal digital. Cuando la unidad de procesamiento incluye un dispositivo programable, tal como el microprocesador, el microcontrolador o el procesador de señal digital programable indicados anteriormente, el procesador puede incluir además un código ejecutable por ordenador que controla la operación del dispositivo programable.
- Típicamente, la unidad de procesamiento está configurada para recibir primeras imágenes y segundas imágenes desde la pluralidad de los sensores estereoscópicos y está configurada además para procesar dichas imágenes a una imagen de altura.
- En general, la unidad de procesamiento está configurada para controlar el sistema tal como se ha indicado anteriormente, es decir, para realizar las etapas de procedimiento del procedimiento indicado anteriormente.
- Típicamente, aunque no es estrictamente necesario, la unidad de procesamiento puede estar configurada también para realizar una coincidencia de patrones con uno o varios modelos estadísticos del objeto en movimiento para determinar la característica del objeto (vehículo) en movimiento.
- Cabe señalar que, algunas veces, cada sensor estereoscópico de entre la pluralidad de sensores estereoscópicos puede hacer referencia a, o ser designado como, una cámara estereoscópica.
- Además, cada sensor estereoscópico puede comprender generalmente una primera cámara adaptada para capturar una primera imagen y una segunda cámara adaptada para capturar una segunda imagen.
- De esta manera, el primer sensor estereoscópico está provisto de una primera cámara adaptada para capturar una primera imagen y una segunda cámara adaptada para capturar una segunda imagen. Además, el primer sensor estereoscópico está configurado para ser dirigido a una carretera de manera que tanto la primera cámara como la segunda cámara supervisen esencialmente un primer tramo de carretera predeterminado a través de la cobertura primaria, de manera que el primer sensor supervise el primer tramo de carretera predeterminada.
- De manera análoga, el segundo sensor estereoscópico está provisto de una primera cámara adaptada para capturar una primera imagen y una segunda cámara adaptada para capturar una segunda imagen. Además, el segundo sensor estereoscópico está configurado para ser dirigido a una carretera de manera que tanto la primera cámara como la segunda cámara supervisen esencialmente un segundo tramo de carretera predeterminado a través de la cobertura primaria, de manera que el segundo sensor supervise el segundo tramo de carretera predeterminado.
- Según un segundo aspecto, el objeto se consigue mediante una unidad de procesamiento según la reivindicación independiente 15. De esta manera, según el segundo aspecto, se proporciona una unidad de procesamiento para un sistema de vigilancia de tráfico, que está configurada para implementar un procedimiento según el primer aspecto y/o una cualquiera de las realizaciones ejemplares indicadas anteriormente. Otros efectos de este segundo aspecto son, en gran parte, análogos a los descritos anteriormente con relación al primer aspecto.
- La expresión "imagen de altura" se refiere generalmente a una imagen en la que cada píxel tiene un valor de altura asociado. La imagen de altura es, por ejemplo, una imagen que revela alturas por encima de la carretera del tramo de carretera cubierto por la cámara estereoscópica. En este tipo de aplicación, el valor de altura es cero para el nivel del suelo, es decir, el nivel de la carretera. Sin embargo, en algunos casos, el valor de altura se establece a cero también para valores indeterminados relacionados con píxeles oscuros. De esta manera, en algunos ejemplos, el procedimiento de identificación de alturas en la imagen de altura puede incluir la etapa de asociar píxeles oscuros con un valor de altura de cero.
- La imagen de altura es creada combinando la información desde la primera imagen, capturada por la primera cámara de la cámara estereoscópica, y la segunda imagen, capturada por la segunda cámara de la cámara estereoscópica.
- En otras palabras, en el contexto de la invención, una "imagen de altura" es una imagen que comprende información desde las imágenes primera y segunda, y en la que cada píxel de la imagen de altura tiene un valor de altura asociado. Un atributo de altura especifica la altura de una imagen, en píxeles.
- Además, una imagen de altura desde una cámara estereoscópica puede ser alineada, o combinada, con una imagen de altura desde otra cámara estereoscópica para formar una imagen de altura combinada, ya que las coordenadas de una imagen de altura están alineadas y, de esta manera, están típicamente sincronizadas entre sí. De esta manera, una imagen de altura desde una cámara estereoscópica y otra imagen de altura desde otra cámara estereoscópica pueden formar una imagen de altura combinada.
- Típicamente, aunque no es estrictamente necesario, los cálculos de altura se realizan a partir de información en la imagen

de altura combinada.

El proceso de cálculo de las alturas a partir de las imágenes primera y segunda es un procedimiento comúnmente conocido y, de esta manera, no se describe adicionalmente en la presente memoria.

5 Otras características y ventajas de las realizaciones ejemplares de la presente invención resultarán evidentes tras un estudio de las reivindicaciones adjuntas y la descripción siguiente. La persona con conocimientos en la materia se percatará que pueden combinarse diferentes características de la presente invención para crear realizaciones distintas de las descritas a continuación, sin apartarse del alcance de la presente invención.

**Breve descripción de los dibujos**

10 Las diversas realizaciones ejemplares, incluyendo sus características particulares y ventajas ejemplares, se entenderán fácilmente a partir de la siguiente descripción detallada, ilustrativa y no limitativa, y de los dibujos adjuntos, en los que:

La Fig. 1a ilustra esquemáticamente un sistema de vigilancia de tráfico operable mediante un procedimiento según una realización ejemplar de la presente invención;

La Fig. 1b es una vista superior esquemática del sistema de la Fig. 1a;

15 La Fig. 1c ilustra esquemáticamente una realización ejemplar de un par de cámaras estereoscópicas de un sensor estereoscópico;

La Fig. 2 ilustra esquemáticamente el sistema de vigilancia de tráfico de la Fig. 1a, en el que se ilustran detalles adicionales del sistema;

La Fig. 3 ilustra una imagen desde un sensor estereoscópico según una realización ejemplar de la presente invención;

20 La Fig. 4 ilustra esquemáticamente un sistema de vigilancia de tráfico operable mediante un procedimiento según una realización ejemplar de la presente invención, en el que el sistema está provisto de una pluralidad de sensores estereoscópicos;

La Fig. 5a es una representación gráfica de un procedimiento para controlar el sistema de vigilancia de tráfico según una realización ejemplar de la presente invención;

25 La Fig. 5b es una representación gráfica de un procedimiento para controlar el sistema de vigilancia de tráfico según una realización ejemplar de la presente invención;

La Fig. 6 es una vista lateral de un vehículo que ilustra detalles adicionales acerca de una determinada característica del vehículo, que es capaz de ser determinada mediante un procedimiento según una realización ejemplar de la presente invención.

**Descripción detallada**

30 A continuación, se describirán más completamente las realizaciones ejemplares de la presente invención con referencia a los dibujos anexos. Sin embargo, la invención puede ser realizada de muchas formas diferentes y no debería interpretarse como limitada a las realizaciones expuestas en la presente memoria; por el contrario, estas realizaciones se proporcionan en aras de la exhaustividad e integridad de la descripción. Los caracteres de referencia similares se refieren a elementos similares a lo largo de la descripción. Los dibujos no están necesariamente a escala y ciertas características pueden estar exageradas para ilustrar y explicar mejor las realizaciones ejemplares de la presente invención.

35 Con referencia ahora a las figuras y a la Fig. 1c en particular, se representa una realización ejemplar de un par de cámaras 10, 11 estereoscópicas, cuyo par de cámaras 10, 11 estereoscópicas está adaptado para definir una zona 50 de vigilancia en un plano 60 de vigilancia. El par de cámaras 10, 11 estereoscópicas comprende cámaras 10, 11 primera y segunda, que están adaptadas para capturar imágenes del plano 60 de vigilancia. El plano 60 de vigilancia se extiende en una dirección X y en una dirección Y, y el par de cámaras 10, 11 estereoscópicas está provisto a una distancia al plano 60 de vigilancia en la dirección Z en la figura, de manera que las direcciones X, Y y Z sean ortogonales entre sí. El par de cámaras 10, 11 estereoscópicas tiene una posición 92 de montaje proyectada en el plano 60 de vigilancia. La disposición del par de cámaras 10, 11 estereoscópicas en la Figura 1c puede ser considerado como una configuración estándar de un par de cámaras 10, 11 estereoscópicas.

45 Las cámaras 10, 11 son calibradas de manera que definan el plano 60 de vigilancia, de manera que el plano 60 de vigilancia indica un plano cero, y la altura/profundidad se miden con el plano 60 de vigilancia como un plano cero. La primera cámara y la segunda cámara 10, 11 capturan sus imágenes simultáneamente. Cualquier objeto que está en el plano 60 de vigilancia, tal como una sombra sobre una carretera, tendrá la misma posición en una imagen desde la primera cámara 10 y en una imagen desde la segunda cámara 11. Cualquier objeto o parte de un objeto que está situado



debajo o encima del plano 60 de vigilancia (tal como una parte de un vehículo sobre la carretera) tendrá una posición ligeramente diferente en una imagen desde la primera cámara 10 que en una imagen desde la segunda cámara 11 del sensor estereoscópico. Esta diferencia es debida a los diferentes ángulos que tienen las cámaras 10, 11 con relación al plano 60 de vigilancia y al objeto.

5 Centrando la atención ahora en las otras figuras y en la Fig. 1a, en particular, se representa un sistema de vigilancia de tráfico que comprende una pluralidad de sensores estereoscópicos conectados a una unidad de procesamiento, que puede ser controlada mediante un procedimiento según una realización ejemplar de la presente invención. En aras de la simplicidad, el sistema de vigilancia de tráfico puede denotarse algunas veces como el sistema de vigilancia o simplemente como el sistema. Las ubicaciones de los componentes en el sistema y las ubicaciones de otras características, componentes o secciones usados para describir la implementación de la invención pueden ser explicados en la presente memoria y se ilustran con relación a una dirección X longitudinal, una dirección Y transversal, y una dirección Z vertical.

10 El sistema 200 en esta realización ejemplar está dispuesto para supervisar una zona 150 de vigilancia en la forma de una superficie 191 de carretera. Tal como se ilustra, aquí, el sistema está dispuesto para supervisar un carril 196 de tráfico y al menos un carril 198 de tráfico adyacente.

15 Sobre la superficie de la carretera, indicado también a veces como un tramo de carretera, hay típicamente uno o varios objetos en movimiento, tales como uno o varios vehículos 140, 141. Este sistema es particularmente aplicable para supervisar vehículos de carretera pesados tales como camiones pesados o autobuses. Sin embargo, se apreciará fácilmente que pueden supervisarse otros objetos y/o vehículos en movimiento. En otras palabras, el sistema 200 de vigilancia de tráfico está configurado para supervisar, rastrear y registrar los vehículos que pasan a través de una zona 200 de vigilancia principal.

20 Tal como se ha indicado anteriormente, el sistema 200 comprende una pluralidad de sensores 100a, 100b estereoscópicos conectados a una unidad 210 de procesamiento, tal como se muestra en la Fig. 1b. Cada sensor 100a-100n estereoscópico de entre la pluralidad de los sensores estereoscópicos está configurado para capturar una primera imagen y una segunda imagen capaz de ser procesada a una imagen de altura por la unidad de procesamiento. Además, cada sensor estereoscópico de entre la pluralidad de los sensores estereoscópicos está configurado para definir y supervisar una zona 150 de vigilancia principal que define una cobertura 155 primaria en un plano 160 de vigilancia a una distancia D predeterminada desde los sensores 100a o 100b estereoscópicos. De esta manera, cualquiera de entre la primera imagen capturada, la segunda imagen capturada y la imagen de altura procesada incluye una vista primaria correspondiente a la cobertura primaria del sensor estereoscópico.

25 Aquí, el plano 160 de vigilancia corresponde al plano 60 de vigilancia descrito en la Fig. 1c. Cada sensor 100a, 100b estereoscópico comprende un par 110 de cámaras. Aquí, cada par 110 de cámaras corresponde al par de cámaras 10, 11 descrito en la Fig. 1c. Cada par 110 de cámaras define una zona de vigilancia principal (por ejemplo, 151, 152) en el plano 160 de vigilancia.

30 El plano 160 de vigilancia se extiende en el plano definido por la dirección X longitudinal y la dirección Y transversal. Además, cada sensor estereoscópico está situado típicamente a la distancia D predeterminada sobre el plano 160 de vigilancia, tal como se ve en la dirección Z vertical.

35 De esta manera, el plano 160 de vigilancia actúa como el plano de referencia cuando se combinan las imágenes capturadas por un par de cámaras del sensor estereoscópico para producir imágenes de altura. Como un ejemplo, un punto que se ha determinado que está en el plano 160 de vigilancia tiene una altura de 0, un punto sobre el plano tiene una altura positiva igual a la diferencia de altura entre el punto y el plano 160, y una altura negativa si está debajo del plano 160. Cuando un sensor 100 estereoscópico está dispuesto para supervisar un tramo de carretera, el plano 160 de vigilancia está dispuesto a lo largo de la superficie 191 de la carretera, de manera que la altura sobre el plano 160 de vigilancia es igual a la altura sobre la superficie 191 de carretera.

40 Típicamente, el sensor estereoscópico es una cámara estereoscópica, tal como se conoce en la técnica. De esta manera, en la realización ejemplar descrita con relación a las Figs. 1a y 1b, y en todas las otras realizaciones ejemplares, cada sensor estereoscópico comprende generalmente una primera cámara adaptada para capturar una primera imagen y una segunda cámara adaptada para capturar una segunda imagen. En otras palabras, cada sensor estereoscópico comprende generalmente un par de cámaras para capturar una primera imagen y una segunda imagen, que pueden ser procesadas a una imagen de altura. Para este fin, el primer sensor 100a de vigilancia tiene un primer par 110 de cámaras para capturar una primera imagen y una segunda imagen, que pueden ser procesadas a una primera imagen de altura. De esta manera, el primer par 110 de cámaras está adaptado para ser dirigido para cubrir esencialmente la misma área de la zona de vigilancia, de manera que la primera imagen de altura se convierte en un "plano cero" una distancia predeterminada desde el primer sensor 100a estereoscópico.

45 De manera análoga, el segundo sensor de vigilancia 100b tiene un segundo par 120 de cámaras para capturar una

primera imagen y una segunda imagen, que pueden ser procesadas a una segunda imagen de altura. De esta manera, el segundo par 120 de cámaras está adaptado para ser dirigido para cubrir esencialmente la misma área de una zona de vigilancia, de manera que la segunda imagen de altura se convierte en un "plano cero" una distancia predeterminada desde el primer sensor 100b estereoscópico.

5 En otras palabras, cuando la zona de vigilancia es un tramo de carretera predeterminado, la primera cámara y la segunda cámara en un sensor estereoscópico están dirigidas esencialmente en el mismo tramo de carretera predeterminado, de manera que se produzcan dos imágenes separadas, tomadas al mismo tiempo. De esta manera, puede producirse una imagen de altura del tramo de carretera predeterminado realizando un procesamiento de imagen de la primera imagen y de la segunda imagen, que es realizado típicamente por una unidad de procesamiento según se describe adicionalmente  
10 más adelante. En general, el plano de la carretera está dispuesto esencialmente en la misma posición en la primera imagen y en la segunda imagen. Aunque no se muestra, el sensor estereoscópico, por ejemplo, 100a o 100b, está dispuesto típicamente en una configuración en ángulo para capturar el tramo de carretera predeterminado, en el que la vista del sensor se extiende desde el horizonte a las proximidades del sensor. Mediante esta configuración del sensor, se hace posible usar el sensor estereoscópico para la vigilancia del comportamiento del tráfico en un tramo largo de la  
15 carretera, permitiendo un análisis de situaciones de tráfico complejas que puedan tener lugar en distancias más largas o durante un tiempo prolongado.

El sensor estereoscópico puede estar dirigido también a la carretera de manera que el tramo de carretera predeterminado se estira desde una parte del horizonte a otra parte del horizonte, por ejemplo, usando una lente de gran angular.

20 La zona 150 de vigilancia es proporcionada en el plano 160 por encima de la pluralidad de los sensores estereoscópicos, y típicamente desde la que sobresale un pórtico 190, tal como se muestra en las Figs. 1a o 1b. Por consiguiente, la zona 150 de vigilancia está dispuesta a nivel del suelo que corresponde al plano de la superficie 191 de carretera que está bajo vigilancia por el sistema 200. De esta manera, la zona de vigilancia puede ser definida como la cobertura del sistema de vigilancia de tráfico en un plano desde el que sobresale una estructura de carga, tal como un pórtico. En otras palabras, la zona de vigilancia en la presente memoria se refiere al área sobre el plano de vigilancia, que cubre el sistema de vigilancia  
25 de tráfico, es decir, el área de captura de la pluralidad de los sensores estereoscópicos del sistema de vigilancia de tráfico. De esta manera, una zona de vigilancia puede incluir típicamente una superficie de la carretera, un tramo de carretera predeterminado y/o tramos de carretera adyacentes, o similares.

Debería entenderse fácilmente que, en una implementación del sistema de vigilancia de tráfico, el plano de vigilancia está dispuesto en paralelo con un plano de la superficie de la carretera, el tramo de carretera predeterminado y/o el tramo de  
30 carretera adyacente, etc., a supervisar. Un tramo de carretera predeterminado puede traslaparse típicamente con un tramo de carretera adyacente, o al menos pueden estar dispuestos límite-con-límite de manera que un vehículo que atraviesa varios tramos de carretera, pueda ser supervisado de manera continua por el sistema.

Tal como se ilustra en las figuras, con referencia particular a las Figs. 1a y 1b, la zona 150 de vigilancia se ha trazado sobre (se ha definido sobre) un tramo  $R_1$  de carretera predeterminado, tal como una pluralidad de carriles 196, 198 de tráfico. De esta manera, una zona de vigilancia principal puede corresponder a un primer carril de tráfico y una parte de un carril de tráfico adyacente. Para esto, aquí, el sistema está dispuesto para supervisar un carril 196 de tráfico y al menos un carril 198 de tráfico adyacente, aunque el sistema puede supervisar típicamente varios carriles de tráfico. Más específicamente, cada sensor estereoscópico de entre la pluralidad de sensores 100a, 100b estereoscópicos, etc., está  
35 dispuesto para supervisar un carril de tráfico y una parte de un carril adyacente.

40 En otras palabras, en un ejemplo, cuando la zona de vigilancia es trazada (definida sobre) un tramo de carretera predeterminado, cada sensor estereoscópico de entre la pluralidad de los sensores 100a, 100b estereoscópicos, etc., está configurado para definir y supervisar una zona 150 de vigilancia principal que define una cobertura 155 primaria de un tramo R de carretera predeterminado a una distancia predeterminada desde el sensor 100a o 100b estereoscópico.

45 Además, al menos una parte de la cobertura primaria de cada sensor estereoscópico de entre la pluralidad de sensores estereoscópicos está dirigida típicamente hacia una región de eje de vehículo previsible del vehículo.

Tal como se ha indicado anteriormente, el primer sensor 100a estereoscópico está provisto de la primera cámara adaptada para capturar una primera imagen y la segunda cámara adaptada para capturar una segunda imagen. Además, tal como se muestra en la Fig. 1b, el primer sensor 100a estereoscópico está configurado aquí para ser dirigido a una  
50 carretera de manera que tanto la primera cámara como la segunda cámara supervisen esencialmente el primer tramo  $R_1$  de carretera predeterminado a través de la cobertura 155a primaria de manera que el primer sensor estereoscópico supervise el primer tramo  $R_1$  de carretera predeterminado.

De manera análoga, el segundo sensor 100b estereoscópico está provisto de una primera cámara adaptada para capturar una primera imagen y una segunda cámara adaptada para capturar una segunda imagen. Además, el segundo sensor 100b estereoscópico está configurado para ser dirigido a una carretera de manera que tanto la primera cámara como la  
55 segunda cámara supervisen esencialmente un segundo tramo  $R_2$  de carretera predeterminado a través de la cobertura

155b primaria, de manera que el segundo sensor estereoscópico supervise el segundo tramo  $R_2$  de carretera predeterminado.

5 De esta manera, el primer sensor 100a estereoscópico está configurado aquí para definir y supervisar una primera zona 151 de vigilancia principal que define una cobertura 155a primaria en el plano 160 de vigilancia a una distancia predeterminada desde el sensor 100a estereoscópico. Es decir, la primera zona 151 de vigilancia principal corresponde aquí al primer tramo  $R_1$  de carretera predeterminado. De manera análoga, el segundo sensor 100b estereoscópico está configurado aquí para definir y supervisar una segunda zona 152 de vigilancia principal que define una cobertura 155b primaria en el plano 160 de vigilancia a una distancia predeterminada desde el sensor 100b estereoscópico, tal como se ve en la dirección Z vertical. Es decir, la segunda zona 152 de vigilancia principal corresponde aquí al segundo tramo  $R_2$  de carretera predeterminado.

10 Por consiguiente, una zona de vigilancia principal total está formada por la primera zona 151 de vigilancia principal y la segunda zona 152 de vigilancia principal. En este contexto, cabe señalar que hay típicamente un solapamiento entre la primera zona 151 de vigilancia principal y la segunda zona 152 de vigilancia principal, tal como se muestra en las Figs. 1a y 1b.

15 Como ejemplo, el solapamiento entre la cobertura primaria del primer sensor y la cobertura primaria del segundo sensor puede oscilar entre el 10 - 30%. En otras palabras, el solapamiento puede comprender aproximadamente el 10 - 30% de la cobertura primaria.

20 De esta manera, tal como se ilustra adicionalmente en la Fig. 2, la cobertura 155a primaria en el plano de vigilancia de al menos el primer sensor 100a estereoscópico solapa aquí la cobertura 155b primaria en el plano de vigilancia del segundo sensor 100b estereoscópico. La Fig. 2 ilustra esquemáticamente detalles y definiciones adicionales de la realización ejemplar tal como se describe con relación a las Figs. 1a y 1b. En la Fig. 2, se ilustra un tramo de carretera o una superficie 191 de carretera que incluye dos carriles 196, 198 de tráfico. El tramo de carretera o superficie 191 de carretera es cubierto tanto por la cobertura 155a primaria del primer sensor 100a estereoscópico como por la cobertura 155b primaria del segundo sensor 100b estereoscópico.

25 Para facilitar la comprensión y por conveniencia, la cobertura primaria puede ser definida además de manera que tenga una cobertura secundaria, que corresponde típicamente a la región exterior de la cobertura primaria. De esta manera, una cualquiera de la primera imagen capturada, la segunda imagen capturada y la imagen de altura procesada incluye una vista secundaria correspondiente a la cobertura secundaria.

30 De esta manera, la zona de vigilancia puede ser definida de manera que el par de cámaras, es decir, la primera cámara y la segunda cámara del sensor estereoscópico, supervise esencialmente un tramo de carretera predeterminado en la zona de vigilancia a través de la cobertura primaria y un área de un tramo de carretera adyacente en la zona de vigilancia a través de la cobertura secundaria. De esta manera, cada sensor estereoscópico está configurado para supervisar un tramo de carretera predeterminado y un área de un tramo de carretera adyacente.

35 Con este fin, tal como se muestra en la Fig. 2, una cobertura 157a secundaria del primer sensor 100a estereoscópico, que es parte de la cobertura 155a primaria, es dirigida a, y por lo tanto supervisa esencialmente, la misma área en el plano 160 de vigilancia que una cobertura 157b secundaria del segundo sensor 100b estereoscópico, que es una parte de la cobertura 155b primaria del segundo sensor 100b estereoscópico. De esta manera, el sistema permite un solapamiento 159 (área con línea de puntos) entre las coberturas primarias de los sensores estereoscópicos a lo largo de la zona de vigilancia (o plano de vigilancia). Debería apreciarse fácilmente que la misma configuración que la definida entre el primer sensor estereoscópico y el segundo sensor estereoscópico puede ser definida de manera similar entre otros sensores estereoscópicos de entre la pluralidad de los sensores estereoscópicos. Por ejemplo, la cobertura 155b primaria del plano de vigilancia del segundo sensor 100b estereoscópico puede solapar típicamente la cobertura 155c primaria de un plano de vigilancia de un tercer sensor 100c estereoscópico y similares, tal como puede apreciarse en la Fig. 4.

45 En el caso de un tramo de carretera, el sistema 200 está dispuesto para definir y supervisar una zona de vigilancia de manera que cada sensor estereoscópico sea capaz de supervisar un tramo de carretera predeterminado en la zona de vigilancia a través de la cobertura primaria y un área de un tramo de carretera adyacente en la zona de vigilancia a través de la cobertura secundaria de la cobertura primaria. De esta manera, debido a la característica del sensor estereoscópico, cada sensor estereoscópico puede ser configurado por el procedimiento para supervisar un tramo de carretera predeterminado y un área de un tramo de carretera adyacente.

50 Además, tal como se ilustra en la Fig. 1a, cada sensor 100a, 100b estereoscópico está adaptado típicamente para ser montado en una posición 192 de montaje por encima del plano de vigilancia, tal como se ve en una dirección Z vertical. En general, la posición de montaje se refiere a una posición de un sensor estereoscópico que está directamente encima del plano, tal como se ve en la dirección Z vertical. Cada uno de los pares 110, 120 de cámaras está dirigido generalmente al plano 160 de vigilancia en un ángulo con relación a dicho plano 160 de vigilancia. Como ejemplo, cada sensor estereoscópico puede estar montado a aproximadamente 6,5 metros por encima del plano 160 de vigilancia. De

- esta manera, aunque no es estrictamente necesario, en esta realización ejemplar, y en otras realizaciones ejemplares descritas en la presente memoria, la pluralidad de los sensores estereoscópicos están montados sobre un pórtico 190 y están configurados para definir la zona 150 de vigilancia sobre una superficie 191 de carretera debajo del pórtico 190. El pórtico puede comprender una o varias estructuras individuales dispuestas para conformar el pórtico mientras está adaptado para soportar los al menos algunos de los componentes del sistema de vigilancia de tráfico, tales como los sensores estereoscópicos y similares. Típicamente, el pórtico se proporciona en forma en una estructura única con el fin de mantener los costes al mínimo y reducir el impacto visual del sistema.
- Tal como se ha indicado anteriormente, cada sensor estereoscópico de entre la pluralidad de los sensores estereoscópicos está configurado para definir y supervisar una zona 150 de vigilancia principal que define una cobertura 155 primaria. La dirección y la extensión de una zona de vigilancia en la presente memoria se refiere a la dirección principal de la zona de vigilancia, es decir, a lo largo de la extensión de carretera, tramo de carretera, superficie de carretera y similares.
- La operación del sistema 200 de vigilancia de tráfico puede ser controlada por la unidad de procesamiento o similares. De esta manera, la unidad de procesamiento aquí está configurada para controlar el sistema 200 de vigilancia de tráfico, incluyendo cada sensor estereoscópico de entre la pluralidad de sensores 100a-100n estereoscópicos. Típicamente, la unidad de procesamiento comprende un producto de programa informático. El producto de programa informático incluye un medio legible por ordenador que tiene almacenado en el mismo un medio de programa informático para causar que la unidad de procesamiento controle la operación del sistema de vigilancia de tráfico. Además, el producto de programa informático comprende un código para ejecutar un procedimiento según una cualquiera de las realizaciones ejemplares, tal como se describe más adelante.
- Tal como se ha indicado anteriormente, cada sensor estereoscópico está conectado a la unidad de procesamiento, algunas veces designado simplemente como el medio de procesamiento. De esta manera, la unidad de procesamiento está configurada para recibir y procesar imágenes. En otras palabras, cada sensor estereoscópico está conectado típicamente a una unidad de procesamiento adaptada para procesar las imágenes desde el sensor estereoscópico. La unidad de procesamiento puede estar situada esencialmente en la misma estructura que el sensor estereoscópico, incorporado en la misma carcasa que los sensores, situados en una carcasa cerca o sobre la estructura de soporte sobre la que está montado el sensor estereoscópico, o puede estar situada a una distancia o puede estar conectada al sensor estereoscópico a través de una red. La unidad de procesamiento es capaz de realizar un procesamiento de imagen sobre las imágenes capturadas por el sensor estereoscópico para permitir la extracción de datos desde dichas imágenes. La unidad de procesamiento realiza un procesamiento de imagen sobre las imágenes capturadas por el sensor estereoscópico para producir una imagen de altura del tramo de carretera al que está dirigido el sensor estereoscópico. El sensor estereoscópico y la unidad de procesamiento pueden estar conectados típicamente a una memoria a corto plazo, en la que las imágenes primera y segunda, así como las imágenes de altura, son almacenadas un periodo de tiempo predeterminado, es decir, un tiempo suficiente para ser procesadas.
- Debería apreciarse fácilmente que todos los sensores estereoscópicos están conectados típicamente a una unidad de procesamiento. Sin embargo, la unidad de procesamiento puede incluir varias subunidades, de manera que cada subunidad esté conectada a un solo sensor estereoscópico. Entonces, las subunidades pueden comunicarse con una unidad de procesamiento primaria, una unidad de procesamiento central, o similares.
- El uso de una imagen de altura permite la identificación de objetos en el tramo de la carretera, así como la determinación de las posiciones de dichos objetos, permitiendo una vigilancia de tráfico mejor y más precisa en comparación con otras soluciones de vigilancia de tráfico. Otra ventaja de la medición de las alturas de los objetos para identificarlos y distinguir entre los mismos es que el problema de identificación de las sombras como objetos se reduce considerablemente, lo que permite una vigilancia del comportamiento del tráfico más fiable y mejor.
- Por consiguiente, la unidad 210 de procesamiento está configurada además típicamente para procesar imágenes a una imagen de altura. Como un ejemplo, la unidad de procesamiento puede estar configurada para procesar las imágenes a una imagen de altura antes de transmitir la imagen de altura a un sistema 220 de control central. La unidad de procesamiento puede estar configurada además para realizar un procesamiento adicional, tal como compresión, antes de transmitir los datos al sistema de control central. De esta manera, se necesita un menor ancho de banda en los canales de comunicación.
- Con relación ahora a la Fig. 5a, se ilustra una representación gráfica de un procedimiento para controlar el sistema de vigilancia de tráfico, tal como se ha descrito anteriormente, según una realización ejemplar. El procedimiento según realizaciones ejemplares proporciona la posibilidad de controlar la operación del sistema 200 de vigilancia de tráfico de una manera mejorada, mientras todavía supervisa el tráfico y los vehículos principales en el tramo de carretera.
- En particular, por el principio del procedimiento según las realizaciones ejemplares, se hace posible proporcionar un procedimiento para controlar un sistema de vigilancia de tráfico para determinar una característica de un vehículo de una manera más fiable y menos costosa en comparación con los procedimientos conocidos hasta ahora.

Por consiguiente, la Fig. 5a muestra un diagrama de flujo del procedimiento 500 para controlar el sistema 200 de vigilancia de tráfico, tal como se ilustra en las Figs. 1a a 4. El procedimiento comprende las etapas de:

- capturar 504 primeras imágenes y segundas imágenes en el tiempo por parte de la pluralidad de los sensores estereoscópicos;
- 5 – procesar 508 una primera imagen y una segunda imagen desde un primer sensor 100a estereoscópico de entre la pluralidad de los sensores estereoscópicos para producir una primera imagen de altura a partir de las mismas por medio de la unidad 210 de procesamiento;
- analizar 512 dicha primera imagen de altura para detectar un objeto en movimiento, tal como un vehículo situado dentro de la vista primaria; y
- 10 – analizar 516 una parte de una vista primaria de al menos una primera imagen, una segunda imagen y/o una combinación de las imágenes primera y segunda capturadas por un segundo sensor 100b estereoscópico en base al objeto en movimiento detectado en la primera imagen de altura para determinar una característica C del objeto en movimiento.

15 En esta realización ejemplar, la característica C se refiere al número de ejes de un vehículo, en particular un camión. De esta manera, el procedimiento está configurado para detectar el número de ejes de un vehículo. De esta manera, el procedimiento comprende la etapa de iniciar análisis de una parte de una vista primaria de una primera imagen, una segunda imagen y/o una combinación de las imágenes primera y segunda capturadas por el segundo sensor estereoscópico en base al objeto en movimiento detectado en dicha primera imagen de altura para determinar un número de ejes del objeto movimiento.

20 La etapa 504 del procedimiento puede incluir capturar primeras imágenes por parte de la primera cámara y segundas imágenes por parte de la segunda cámara en el tiempo por las cámaras de cada sensor de entre la pluralidad de los sensores estereoscópicos. Debería apreciarse fácilmente que en este punto en el procedimiento 500, el sistema 200 todavía no ha identificado un vehículo, pero está buscando imágenes de la cámara para un vehículo en cuestión.

25 La detección de ejes puede ser realizada una vez por vehículo cuando todo el vehículo es visible al mismo tiempo en la posición óptima. De manera alternativa, la detección de ejes puede ser realizada de manera continua durante todo el paso cubierto por la zona de vigilancia de los sensores. De esta manera, el procedimiento está configurado para proporcionar detecciones promedio ponderadas de ejes. Además, este tipo de configuración puede permitir que los ejes en camiones largos y remolques puedan ser detectados parte por parte.

30 De esta manera, las etapas 512 y 516 del procedimiento pueden ser realizadas de manera continua en el tiempo. De manera alternativa, las etapas 512 y 516 del procedimiento pueden ser realizadas solo en un tiempo determinado.

35 En general, la unidad 210 de procesamiento puede estar configurada para recibir imágenes desde una primera cámara del sensor estereoscópico a través de una primera señal en una primera entrada, y recibir imágenes desde una segunda cámara del sensor estereoscópico a través de una segunda señal en la segunda entrada. La primera señal y la segunda señal pueden ser una señal de vídeo que proporciona un flujo continuo de imágenes. De manera alternativa, las señales pueden proporcionarse en forma de instantáneas periódicas.

40 Mediante la etapa 512 del procedimiento de análisis de la primera imagen de altura (desde el primer sensor 100a estereoscópico) para detectar un objeto en movimiento, tal como un vehículo 140 situado dentro de la vista primaria, se hace posible determinar la ubicación precisa del vehículo 140 en el plano de vigilancia, correspondiente típicamente al tramo  $R_1$  de carretera predeterminado (primera zona 151 de vigilancia principal). En esta realización ejemplar, la etapa 512 de análisis de la primera imagen de altura para detectar el objeto en movimiento, tal como un vehículo situado dentro de la vista primaria, puede incluir típicamente la etapa de determinar la posición del vehículo mediante coordenadas en un sistema de coordenadas cartesianas tridimensional. Como un ejemplo, el vehículo 140 es detectado analizando una imagen de altura para grupos de píxeles de altura. Típicamente, se determina un cuadro de seguimiento alrededor del grupo que seguirá los píxeles de altura a medida que se desplazan. A partir de este cuadro de seguimiento, se hace posible derivar la posición, la velocidad, la longitud, la altura y la anchura del vehículo, a ser usadas en el cálculo de qué otro sensor proporciona la mejor vista lateral del vehículo. En otras palabras, cuando un vehículo 140 ha sido detectado en el sensor estereoscópico, produciendo la primera imagen de altura a través de las etapas 504, 508 y 512 del procedimiento, la posición del vehículo es usada para calcular qué otro sensor estereoscópico tiene la mejor vista lateral del vehículo, por ejemplo, un segundo sensor 100b estereoscópico.

50 La primera imagen y/o la segunda imagen desde ese otro sensor estereoscópico es usada entonces para un análisis de aspectos (características) interesantes tal como se define en la etapa 516 del procedimiento. En la realización ejemplar descrita con relación a las Figs. 1a-4, la característica C (aspecto interesante) se refiere al número de ejes, es decir, el procedimiento está configurado para detectar los ejes del vehículo.

La posición detectada del vehículo, tal como se obtiene en la etapa 512 del procedimiento, en combinación con la posición conocida y el campo de visión del sensor 100b estereoscópico, es usada para calcular el área exacta dónde debería realizarse el análisis en la primera imagen y/o en la segunda imagen.

5 En lo referente a la etapa 516 del procedimiento, hay varias posibilidades diferentes para determinar la característica del vehículo. Como un ejemplo, la característica del vehículo puede ser determinada por coincidencia de patrones con uno o varios modelos estadísticos del vehículo. De esta manera, la etapa de análisis de una parte de la vista primaria de la primera imagen, la segunda imagen y/o la combinación de las imágenes primera y segunda capturadas por el segundo sensor 100b estereoscópico comprende en esta realización ejemplar la etapa de determinar la característica C del objeto (vehículo) en movimiento por medio de coincidencia de patrones con uno o varios modelos estadísticos del objeto (vehículo) en movimiento. Por consiguiente, la etapa de determinación de la característica C del objeto en movimiento se basa en la coincidencia de patrones con uno o varios modelos estadísticos del objeto en movimiento.

15 Con el uso de un modelo estadístico que incluye las dimensiones del vehículo y otras características, el área para el análisis podría mantenerse más pequeña y el proceso de análisis podría mantenerse más corto y con resultados más fiables. El modelo estadístico transmitirá donde están las posiciones de eje probables para un vehículo de dichas dimensiones.

Este tipo de análisis puede realizarse por coincidencia de patrones, que se considera como una técnica bien conocida para el análisis de imágenes. En otras palabras, según esta realización ejemplar, la etapa de determinar la característica del objeto en movimiento con uno o varios modelos estadísticos del objeto se determina aquí en base a, o por medio de, la coincidencia de patrones.

20 De esta manera, en esta realización ejemplar, una parte importante del análisis es la coincidencia de patrones. En el caso de detección de ejes, imágenes de plantilla de ruedas son correlacionadas con todas las posiciones en el área en la que se realiza el análisis. Las posiciones con una alta coincidencia de patrones entre las plantillas y las imágenes primera y/o segunda tendrá una alta probabilidad de una rueda y, de esta manera, de un eje. Con el uso del modelo estadístico, el área a analizar se mantendrá pequeña y se usarán también las plantillas más apropiadas, dependiendo, por ejemplo, de las dimensiones de los vehículos, la posición en la carretera, la hora del día, las condiciones climáticas, etc. Las plantillas se reparan típicamente a partir de detecciones anteriores de vehículos en el sistema.

30 Aunque no es estrictamente necesario, el modelo o los modelos estadísticos se basan típicamente en niveles de altura estándar, niveles de longitud estándar, niveles de anchura estándar, tamaño de cabina, información de huellas dactilares, información de la placa de matrícula, información de condición de tiempo y similares. El modelo o los modelos estadísticos del objeto en movimiento pueden almacenarse en una memoria en el sistema, por ejemplo, en la unidad 210 de procesamiento.

35 Las posiciones exactas de las posiciones más probables de las ruedas podrían compararse entre sí para ver si una posición de rueda es ligeramente más alta que las otras. Esta será una indicación de un probable eje levantado, es decir, una rueda no en contacto con la carretera. La indicación de ejes elevados puede ser ayudada además por el modelo estadístico para transmitir si la posición indicada es una probable posición de un eje levantado.

40 Además, o de manera alternativa al análisis de coincidencia de patrones, podría usarse un algoritmo de búsqueda de bajos valores de disparidad. Como una etapa en el cálculo de una imagen de altura, se calculan los valores de disparidad. Todos los píxeles en una primera imagen que tiene un contraste sobre un cierto umbral y que no tiene la misma información en la posición de píxel correspondiente en la segunda imagen estarán situados a lo largo de un eje de desplazamiento. Si un píxel se encuentra exitosamente en la segunda imagen, el desplazamiento será transformado a un valor de disparidad que indica la altura de ese píxel. Para un vehículo, especialmente un camión, las únicas posiciones con baja altura son las ruedas. De esta manera, el área para el análisis que ha sido previamente calculada es escaneada o barrida en busca de valores bajos de disparidad/altura. Si se encuentra un grupo de valores bajos por debajo de un umbral adecuado, esto es interpretado por el procedimiento a través de la unidad de procesamiento como una indicación de una presencia de una rueda/un eje. Si el grupo contiene valores por debajo de otro umbral todavía más bajo, esto es interpretado por el procedimiento a través de la unidad de procesamiento como una indicación de que la rueda está en contacto con el suelo y, de esta manera, no está elevada. Si el grupo no contiene estos valores bajos, esto es interpretado por el procedimiento a través de la unidad de procesamiento como una indicación de un eje levantado.

50 De esta manera, la etapa 516 del procedimiento puede incluir la etapa de determinar varios valores de disparidad de altura del objeto en movimiento donde los grupos de valores de disparidad menores que un primer umbral indican la presencia de una característica, por ejemplo, la presencia de una rueda que corresponde a la presencia de un eje.

Por consiguiente, la característica C del objeto en movimiento es determinada mediante la determinación de varios valores de disparidad de altura del objeto en movimiento donde los grupos de valores de disparidad menores que un primer umbral indican la presencia de una rueda (o eje).

En este tipo de configuración del procedimiento, cabe señalar que, si el grupo incluye valores menores que un segundo umbral, el procedimiento puede estar configurado además para indicar que la rueda del objeto (vehículo) en movimiento está en contacto con el suelo.

5 Típicamente, los diversos valores de disparidad de altura del objeto (vehículo) en movimiento son determinados a partir de la primera imagen, la segunda imagen y/o la combinación de las imágenes primera y segunda capturadas por el segundo sensor 100b estereoscópico antes de producir una segunda imagen de altura a partir de las mismas. Tal como es bien conocido en la técnica, los valores de disparidad son calculados a partir de diferencias en las posiciones de los contrastes en las imágenes primera y segunda. El valor de disparidad es igual al valor de la altura, pero todavía no se ha movido a la posición correcta en la posición de altura, por ejemplo, un poste visto ligeramente desde el lado tendrá varios valores de disparidad, pero en la imagen de altura los valores de disparidad serán transformados todos ellos a una posición con sólo el mayor valor de disparidad/altura visible. Esto significa que, por ejemplo, el lado de un remolque tendrá muchos valores de disparidad que incluyen los valores de disparidad para las ruedas, mientras que en la imagen de altura todos ellos estarán cubiertos por la altura del techo.

10 Una razón para realizar este análisis sobre los valores de disparidad en lugar de en la imagen de altura es que los valores de disparidad se moverán a sus posiciones 3D correctas y la imagen de altura es una vista de esas posiciones 3D estrictamente desde arriba, donde las ruedas y los lados del vehículo estarán ocultos por los valores de altura desde el techo del vehículo.

15 Además, o de manera alternativa, el procedimiento puede estar configurado para realizar el análisis de la etapa 516 del procedimiento mediante la eliminación del fondo. En este tipo de análisis, se mantiene en una memoria un algoritmo que se correlaciona con un modelo de la carretera, en el que el modelo contiene los valores de intensidad para la carretera bajo diferentes condiciones de luz y las posiciones de los contrastes, etc. El área calculada para el análisis en la primera imagen y/o en la segunda imagen tendrá el fondo eliminado según el modelo de fondo. Las áreas que todavía quedan en la parte más baja de la zona de análisis son entonces buenos candidatos para ruedas/ejes.

20 Además, o de manera alternativa, el procedimiento puede estar configurado para realizar el análisis en la etapa 516 del procedimiento mediante el uso de algoritmos que intentan encontrar círculos o partes de círculos que indicarían ruedas/ejes.

25 Podría haber diversas otras formas de detección de ruedas/ejes y/u otras características interesantes en esta área calculada para el análisis en la primera imagen y/o la segunda imagen del sensor estereoscópico que es calculada para tener la mejor vista lateral de esta área.

30 Además, en una situación en la que es interesante distinguir entre un camión y un autobús, el procedimiento puede estar configurado en la etapa 516 del procedimiento para buscar líneas horizontales, que en algunas alturas podrían indicar ventanas y de esta manera una mayor probabilidad de un autobús. De manera similar, las líneas horizontales inferiores podrían indicar la distancia al suelo y, si es alta y sobre las ruedas, es probablemente una indicación de un vehículo en forma de un camión. Por otra parte, si es baja y no completamente sobre las ruedas, es más probable que sea un autobús.

35 En una realización ejemplar, cuando la característica se refiere la detección de ángulos de ventana, el análisis en la etapa 516 del procedimiento puede ser realizado con coincidencia de patrones o eliminación del fondo cuando el vehículo está en la posición óptima.

40 En una realización ejemplar, cuando la característica se refiere a la detección de elementos fijados al vehículo, el análisis en la etapa 516 del procedimiento puede ser realizado mediante coincidencia de patrones o analizando la suavidad de las líneas del techo y las partes posteriores, etc.

45 Después de la finalización de la etapa 516 del procedimiento, los datos relativos a la determinación de la característica, por ejemplo, la determinación de un cierto número de ejes en el vehículo, pueden ser transmitidos a una memoria para su uso posterior. Como un ejemplo, la determinación de un cierto número de ejes puede ser usada en sistema de peaje de carretera para clasificar el vehículo con el fin de decidir la tasa de peaje aplicable del vehículo.

Opcionalmente, aunque no es estrictamente necesario, el procedimiento puede comprender además una etapa 502 del procedimiento de predeterminar si un vehículo excede o no un valor de activación predeterminado, tal como un valor de altura mínimo, un valor de longitud mínimo o un número mínimo de ejes del vehículo. En esta etapa, el procedimiento puede estar configurado, por ejemplo, para comparar el vehículo con dimensiones mínimas conocidas de vehículos que tienen más de dos ejes. Esta etapa del procedimiento es realizada típicamente antes de la etapa 504 del procedimiento con relación a la captura de las imágenes primera y segunda por parte de uno cualquiera de los sensores 100, 100b estereoscópicos.

En una realización ejemplar en la que el procedimiento está configurado para incluir la etapa 502 del procedimiento, tal

como se muestra en la Fig. 5b, la etapa 516 del procedimiento de análisis de una parte de una vista primaria de una primera imagen, una segunda imagen y/o una combinación de las imágenes primera y segunda capturadas por un segundo sensor estereoscópico (en base al objeto en movimiento detectado en la primera imagen de altura para determinar una característica del objeto en movimiento) puede ser activada cuando un vehículo excede el valor de activación predeterminado. Sin embargo, debería apreciarse fácilmente que la etapa 516 del procedimiento puede ser iniciado de otras maneras. Típicamente, la unidad 210 de procesamiento está configurada para iniciar la etapa 516 del procedimiento, es decir, un análisis de una parte de una vista primaria de una primera imagen, una segunda imagen y/o una combinación de las imágenes primera y segunda capturadas por un segundo sensor estereoscópico, cuando un objeto en movimiento ha sido detectado en la primera imagen de altura a través de la etapa 512 del procedimiento. Además, o de manera alternativa, la unidad 210 de procesamiento puede estar configurada para iniciar un análisis de parte de una vista primaria de una primera imagen, una segunda imagen y/o una combinación de las imágenes primera y segunda capturadas por un segundo sensor estereoscópico tras una solicitud desde la unidad 210 de procesamiento y/o el operador del sistema 200.

Además, cabe señalar que, en esta realización ejemplar y en otras realizaciones ejemplares, el procedimiento puede comprender opcionalmente, aunque no es estrictamente necesario, la etapa de procesamiento de una primera imagen y una segunda imagen desde al menos el segundo sensor estereoscópico para producir una segunda imagen de altura a partir de las mismas por medio de la unidad de procesamiento.

La Fig. 3 ilustra una imagen desde un sensor estereoscópico según una realización ejemplar de la presente descripción. Como un ejemplo, esto se refiere a una primera imagen capturada por el segundo sensor 100b estereoscópico. Más específicamente, el vehículo 140 está situado aquí en la zona lateral de la imagen, tal como se ve en la dirección X longitudinal. La vista lateral es parte de la vista primaria de la imagen capturada y, más específicamente, la vista secundaria de la imagen capturada. Tal como se muestra en la Fig. 3, la vista primaria aquí corresponde a la cobertura 155b primaria, tal como se ha descrito en la presente memoria. En otras palabras, la vista secundaria de la imagen capturada corresponde aquí a la cobertura 157b secundaria. El vehículo 140 en la Fig. 3 está desplazándose en el carril 196 de tráfico. En otras palabras, el vehículo está situado en la vista lateral de la vista primaria de la imagen o, tal como se ha indicado anteriormente, en una parte de la vista primaria de la primera imagen capturada por el segundo sensor 100b estereoscópico. Tal como se aprecia fácilmente a partir de las Figs. 1a y 1b, el objeto en movimiento principal a ser supervisado por el segundo sensor 100b estereoscópico es el vehículo 141 (aunque no se muestra en la Fig. 3). Realizando las etapas del procedimiento según se ha descrito en la presente memoria, se hace posible detectar el vehículo 140 a través de la etapa 512 del procedimiento y, posteriormente, a través de un análisis de la imagen, tal como se muestra en la Fig. 3, para determinar además el número de ejes del vehículo 140 por la etapa 516 del procedimiento. Tal como puede deducirse a partir de la Fig. 3, el vehículo 140 es un camión que tiene un conjunto total de cinco ruedas (en cada lado), que corresponde a un conjunto total de cinco ejes.

Además de la detección de ejes, el procedimiento puede determinar también, a partir de este análisis de la imagen, las distancias de los ejes y/o si se usa un eje adicional que puede elevarse o bajarse.

Los ejemplos de algunas características de un vehículo que pueden ser determinadas por un procedimiento según una realización ejemplar se ilustran en la Fig. 6. La Fig. 6 muestra una vista lateral del vehículo 140 que incluye un eje 144 delantero y un conjunto de ejes 145 traseros. En esta figura, uno de los ejes 146 traseros está en una posición elevada. Como un ejemplo, la característica del vehículo 140 determinada por el procedimiento, tal como se ha descrito con relación a las figuras anteriores, puede corresponder al número de ejes, a la distancia a entre ejes, a la distancia b entre la superficie 191 del suelo y al centro b del eje, y/o a la distancia c entre la superficie 191 del suelo y el eje 146 levantado. Sin embargo, varias características diferentes del vehículo son concebibles para ser determinadas por el procedimiento según se ha indicado anteriormente. Como otro ejemplo, una característica del objeto (vehículo) en movimiento puede referirse a una posición de un neumático del vehículo correspondiente al eje de vehículo del vehículo, tal como se ve en un sistema de coordenadas cartesianas tridimensional.

Además, en una situación de tráfico en la que el vehículo en cuestión es oscurecido por otro vehículo de manera que la característica del vehículo es invisible en la imagen capturada por un sensor estereoscópico (por ejemplo, el segundo sensor), el procedimiento es capaz de encontrar la imagen capturada más óptima para analizar debido a que el primer sensor estereoscópico es capaz de determinar la posición exacta del vehículo tal como se ve en un sistema de coordenadas cartesianas tridimensional.

De esta manera, en todas las realizaciones ejemplares descritas en la presente memoria, y en otras realizaciones ejemplares, el procedimiento puede identificar, mediante la etapa 508 de producción de una primera imagen de altura a partir de las imágenes del primer sensor estereoscópico y la etapa 512 de análisis de la primera imagen de altura para detectar el vehículo situado dentro de la vista primaria, si el vehículo está oscurecido por otro vehículo u objeto, y puede determinar si el vehículo que ocasiona el oscurecimiento previene que la característica del vehículo sea determinada con precisión para evaluar y decidir cuál de las imágenes disponibles debería ser analizada en base al vehículo detectado en la primera imagen de altura desde el primer sensor.



La Fig. 4 ilustra esquemáticamente un sistema de vigilancia de tráfico operable mediante un procedimiento según una realización ejemplar, en el que el sistema está provisto de más de dos sensores estereoscópicos. En esta realización ejemplar, el sistema y el procedimiento pueden estar dispuestos para supervisar varios carriles 196, 198 de tráfico, etc. En otras palabras, cada sensor 100a, 100b, 100c y 100d estereoscópico está dispuesto para supervisar un carril de tráfico y una parte de un carril de tráfico adyacente, respectivamente. El plano 160 de vigilancia está situado en una superficie 191 de carretera, de manera que la altura del plano de vigilancia coincide con la altura de la carretera con respecto a los sensores 100a, 100b, 100c, 100d estereoscópicos, etc. La carretera está dividida aquí en cuatro carriles, y los sensores estereoscópicos están situados en un pórtico 190 sobre la carretera. Cada sensor estereoscópico está dispuesto sobre un carril de tráfico, y está configurado para supervisar ese carril particular, en el que la posición de montaje proyectada de cada sensor estereoscópico está situada en la carretera directamente debajo del sensor. Cada sensor 100a, 100b, 100c, 100d estereoscópico del sistema 200 define una zona 151, 152, 153, 154 de vigilancia principal, respectivamente. Al igual que con las zonas de vigilancia principales mostradas en las Figs. 1a, 1b y 2, una zona de vigilancia principal total está formada por las zonas 151, 152, 153 y 154 definidas por la pluralidad de los sensores estereoscópicos, respectivamente.

Por consiguiente, en este tipo de configuración del sistema y del procedimiento, el sistema 200 está dispuesto para definir y supervisar una zona de vigilancia total de manera que cada sensor estereoscópico sea capaz de supervisar un tramo de carretera predeterminado en la zona de vigilancia total a través de la cobertura primaria. Tal como se ha indicado anteriormente con relación a la realización ejemplar mostrada en la Fig. 2, un área de un tramo de carretera adyacente en la zona de vigilancia puede ser supervisada a través de la cobertura secundaria de la cobertura primaria del sensor. De esta manera, debido a la característica del sensor estereoscópico, cada sensor estereoscópico puede ser configurado por el procedimiento para supervisar un tramo de carretera predeterminado y un área de un tramo de carretera adyacente.

La realización ejemplar en la Fig. 4 puede incluir uno cualquiera de las características, las funciones, los efectos y las etapas del procedimiento descritos con relación a las Figs. 1a-1b, 2, 3, 5 y 6. La única característica adicional en la realización ejemplar en la Fig. 4 es que el sistema comprende además un tercer sensor 100c estereoscópico conectado a la unidad 210 de procesamiento. Con la excepción de que el tercer sensor 100c estereoscópico está dirigido para supervisar otra zona de vigilancia, el tercer sensor estereoscópico está configurado de manera similar al primer sensor estereoscópico y al segundo sensor estereoscópico. Además, el sistema 200 puede incluir también una unidad 220 de control central configurada para recibir datos desde diversos sensores estereoscópicos y posiblemente desde diversas unidades de subprocesamiento que están dedicadas individualmente a los sensores 100a, 100b, 100c estereoscópicos.

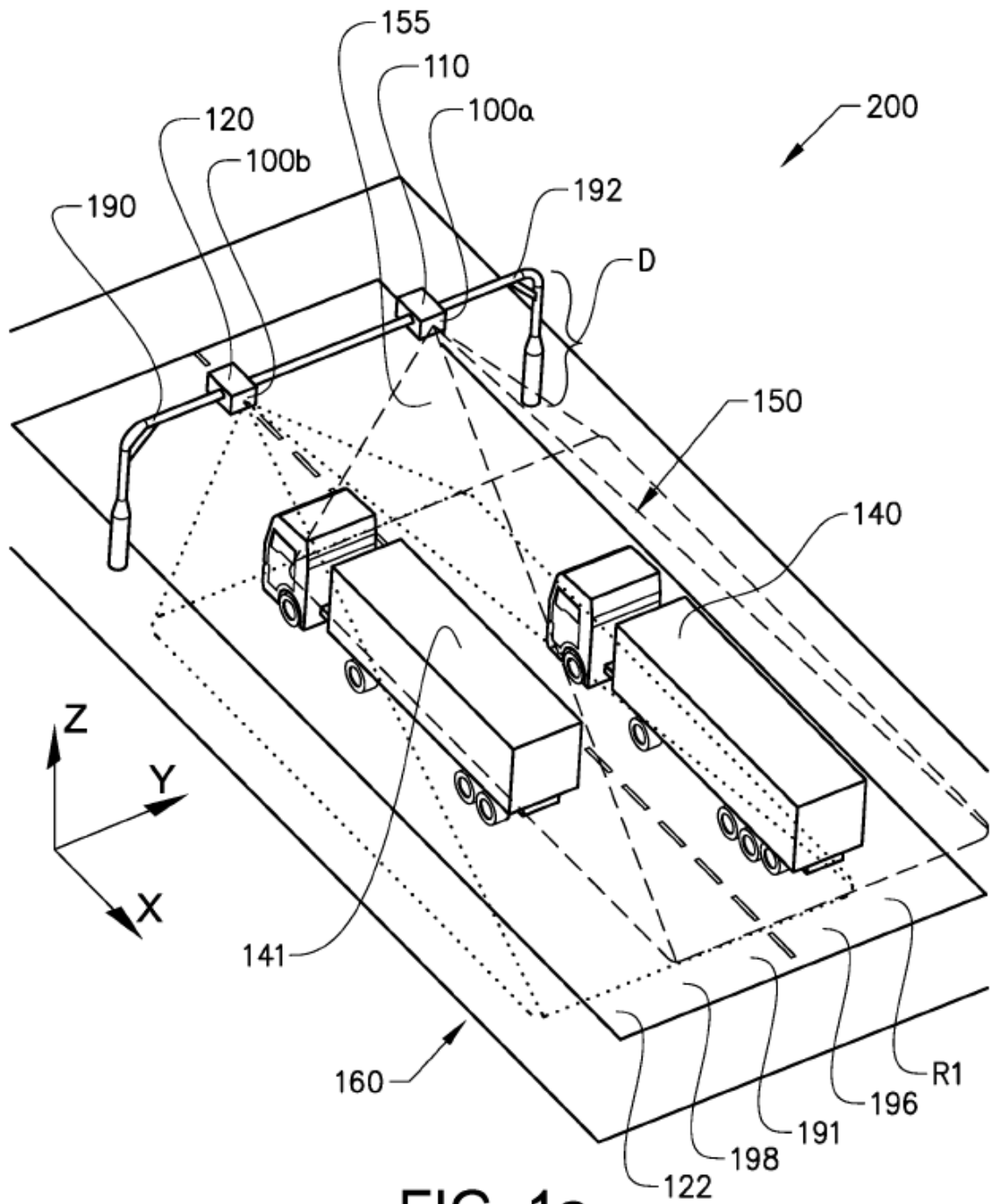
Gracias al procedimiento descrito con relación a las realizaciones ejemplares, las operaciones del sistema de vigilancia de tráfico se mejoran de manera que los sensores estereoscópicos son controlados para interactuar unos con otros con el fin de detectar un objeto en movimiento por un sensor y, en base a los datos relativos a esta operación, es decir, el objeto detectado, identificar la imagen más óptima de entre las imágenes capturadas de los otros sensores del sistema para determinar una característica del vehículo de una manera fiable y precisa, tal como se describe adicionalmente más adelante. De esta manera, se hace posible adquirir de manera más precisa la información acerca de una característica determinada del vehículo. Por lo tanto, se proporciona un procedimiento según las realizaciones ejemplares que permite una determinación simple, pero fiable y precisa, de una característica relacionada con un vehículo.

Aunque la invención se ha descrito con relación a combinaciones específicas de sensores estereoscópicos específicos, debería apreciarse fácilmente que pueden incluirse más de dos sensores estereoscópicos en el sistema de vigilancia de tráfico y los sensores estereoscópicos pueden ser combinados también en otras configuraciones, lo cual es evidente para la persona con conocimientos en la materia tras un estudio de la presente solicitud. De esta manera, la descripción anterior de la realización ejemplar de la presente invención y los dibujos adjuntos deben ser considerados como un ejemplo no limitativo de la invención y el alcance de la protección está definido por las reivindicaciones adjuntas. Ningún signo de referencia en las reivindicaciones debería ser interpretado como limitativo del alcance.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento (500) para controlar un sistema (200) de vigilancia de tráfico, en el que el sistema tiene una pluralidad de sensores (100a-100d) estereoscópicos conectados a una unidad (210) de procesamiento, en el que cada sensor estereoscópico de entre la pluralidad de sensores (100a-100d) estereoscópicos está configurado para capturar una primera imagen y una segunda imagen que pueden ser procesadas a una imagen de altura por la unidad (210) de procesamiento, y está configurado además para definir y supervisar una zona (150) de vigilancia principal que define una cobertura (155) primaria en un plano (160) de vigilancia a una distancia predeterminada desde el sensor estereoscópico, de manera que una cualquiera de entre la primera imagen capturada, la segunda imagen capturada y la imagen de altura procesada incluye una vista primaria correspondiente a la cobertura (155) primaria del sensor estereoscópico, en el que el procedimiento comprende las etapas de:
- capturar (504) primeras imágenes y segundas imágenes en el tiempo por parte de la pluralidad de los sensores estereoscópicos;
  - procesar (508) una primera imagen y una segunda imagen desde un primer sensor estereoscópico de entre la pluralidad de los sensores estereoscópicos para producir una primera imagen de altura a partir de las mismas por medio de la unidad de procesamiento;
  - analizar (512) dicha primera imagen de altura para detectar un objeto en movimiento, tal como vehículo, situado dentro de la vista primaria del primer sensor estereoscópico; y
  - analizar (516) una parte de una vista primaria de al menos una primera imagen, una segunda imagen y/o una combinación de las imágenes primera y segunda capturadas por un segundo sensor estereoscópico en base al objeto en movimiento detectado en dicha primera imagen de altura para determinar una característica (C) del objeto en movimiento.
2. Procedimiento (500) según la reivindicación 1, en el que la característica (C) es uno cualquiera de entre un número de ejes del vehículo, una presencia de ventanas, una distancia al suelo, un ángulo de la ventana delantera y una indicación de objetos fijados en la parte superior o detrás del vehículo.
3. Procedimiento (500) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la cobertura (155a) primaria en el plano (160) de vigilancia de al menos el primer sensor (100a) estereoscópico solapa la cobertura (155b) primaria en el plano (160) de vigilancia del segundo sensor (100b) estereoscópico.
4. Procedimiento (500) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de determinación de la característica (C) del objeto en movimiento se basa en la coincidencia de patrones con uno o varios modelos estadísticos del objeto en movimiento.
5. Procedimiento (500) según la reivindicación 4, en el que uno cualquiera de los modelos estadísticos se basa en los niveles de altura estándar, niveles de longitud estándar, niveles de anchura estándar, tamaño de la cabina, información de huellas dactilares, información de la placa de matrícula, información de condiciones climáticas y similares.
6. Procedimiento (500) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la característica (C) del objeto en movimiento es determinada mediante la determinación de varios valores de disparidad de altura del objeto en movimiento donde los grupos de valores de disparidad menores que un primer umbral indican la presencia de un eje.
7. Procedimiento (500) según la reivindicación 6, en el que, si el grupo incluye valores menores que un segundo umbral, el procedimiento es configurado para indicar que la rueda del objeto en movimiento está en contacto con el suelo.
8. Procedimiento (500) según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en el que los diversos valores de disparidad de altura del objeto (140) en movimiento son determinados a partir de la primera imagen, la segunda imagen y/o la combinación de las imágenes primera y segunda capturadas por el segundo sensor (100b) estereoscópico antes de producir una segunda imagen de altura a partir de las mismas.
9. Procedimiento (500) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada sensor estereoscópico de entre la pluralidad de sensores (100a-100d) estereoscópicos está dispuesto para supervisar un carril de tráfico de manera que el sistema (200) está configurado para supervisar una pluralidad de carriles (196, 198) de tráfico.
10. Procedimiento (500) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos parte de la cobertura primaria de cada sensor estereoscópico de entre la pluralidad de sensores (100a-100d) estereoscópicos está dirigida hacia una región de eje de vehículo previsible del vehículo.
11. Procedimiento (500) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el procedimiento comprende además la etapa de predeterminar (502) si un vehículo excede un valor de activación predeterminado, tal como valor de altura mínimo, un valor de longitud mínimo o un número mínimo de ejes de vehículo.

- 5 12. Procedimiento (500) según la reivindicación 11, en el que la etapa de análisis (516) de una parte de una vista primaria de una primera imagen, una segunda imagen y/o una combinación de las imágenes primera y segunda capturadas por un segundo sensor estereoscópico en base al objeto en movimiento detectado en la primera imagen de altura para determinar una característica del objeto en movimiento es activada cuando un vehículo excede el valor de activación predeterminado.
- 10 13. Procedimiento (500) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la pluralidad de sensores (100a-100d) estereoscópicos están montados sobre un pórtico (190) y están configurados para definir el plano (160) de vigilancia sobre una superficie (191) de la carretera debajo del pórtico (190).
14. Procedimiento (500) según la reivindicación 1, en el que el procedimiento está configurado para determinar un número de ejes de un vehículo.
15. Unidad (210) de procesamiento para un sistema (200) de vigilancia de tráfico configurada para implementar un procedimiento (500) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.



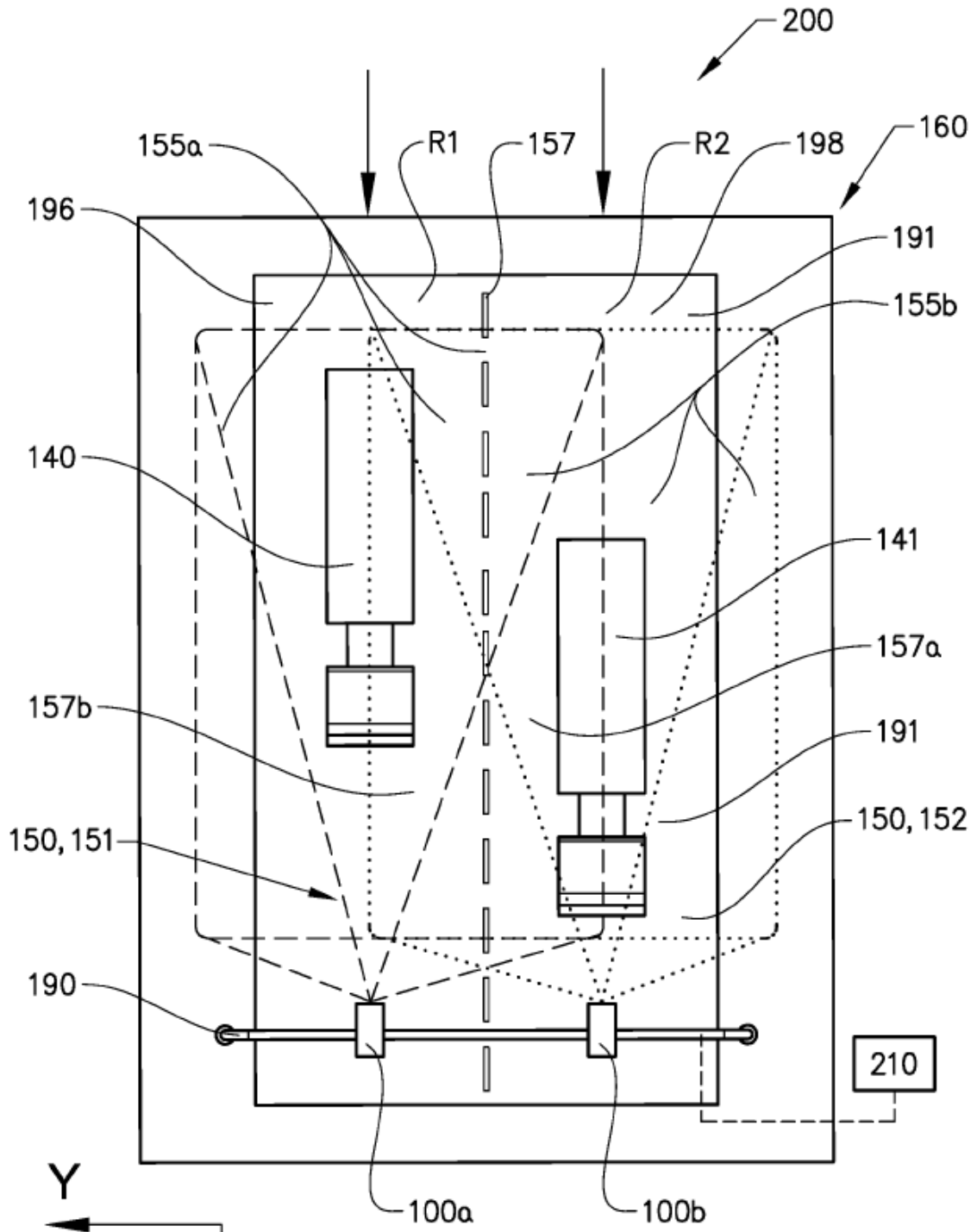


FIG. 1b

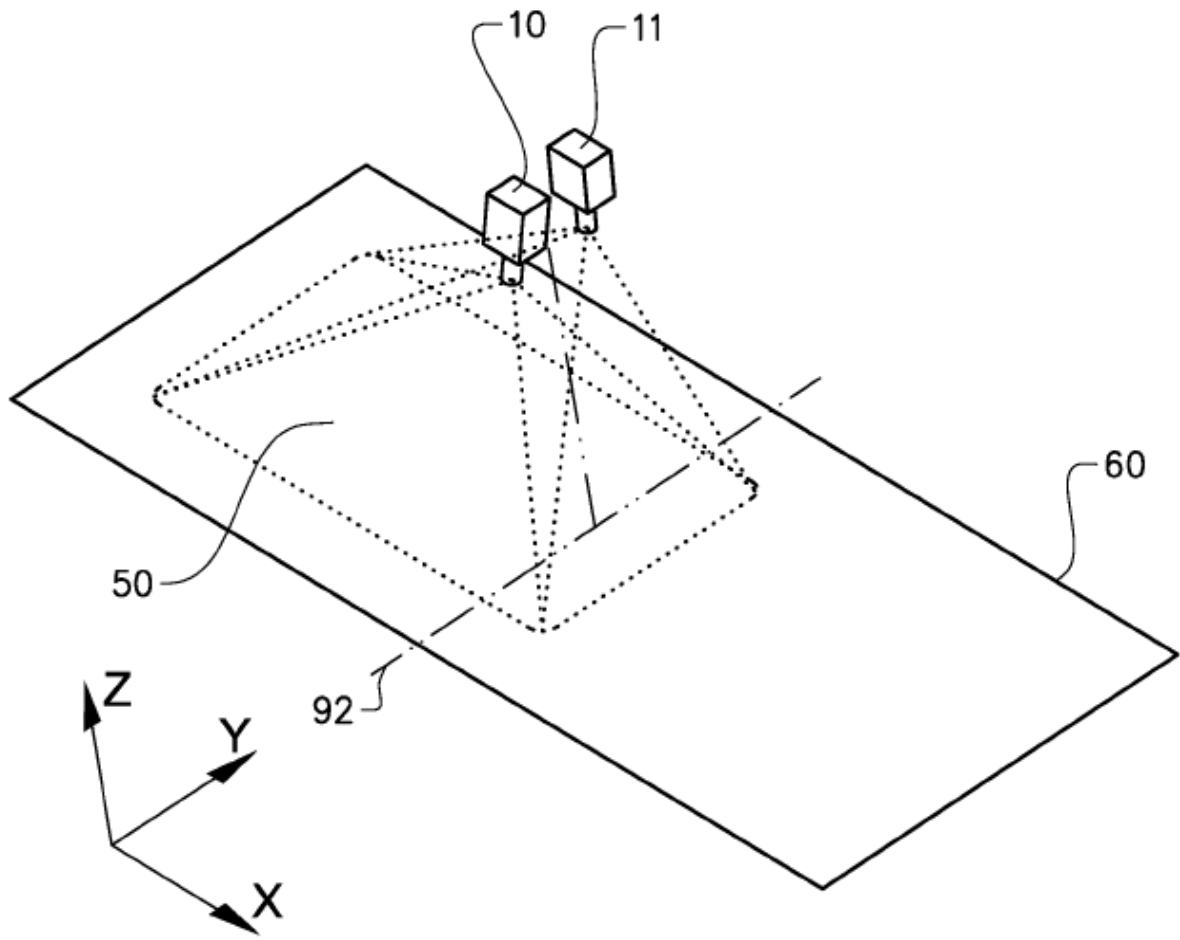


FIG. 1c

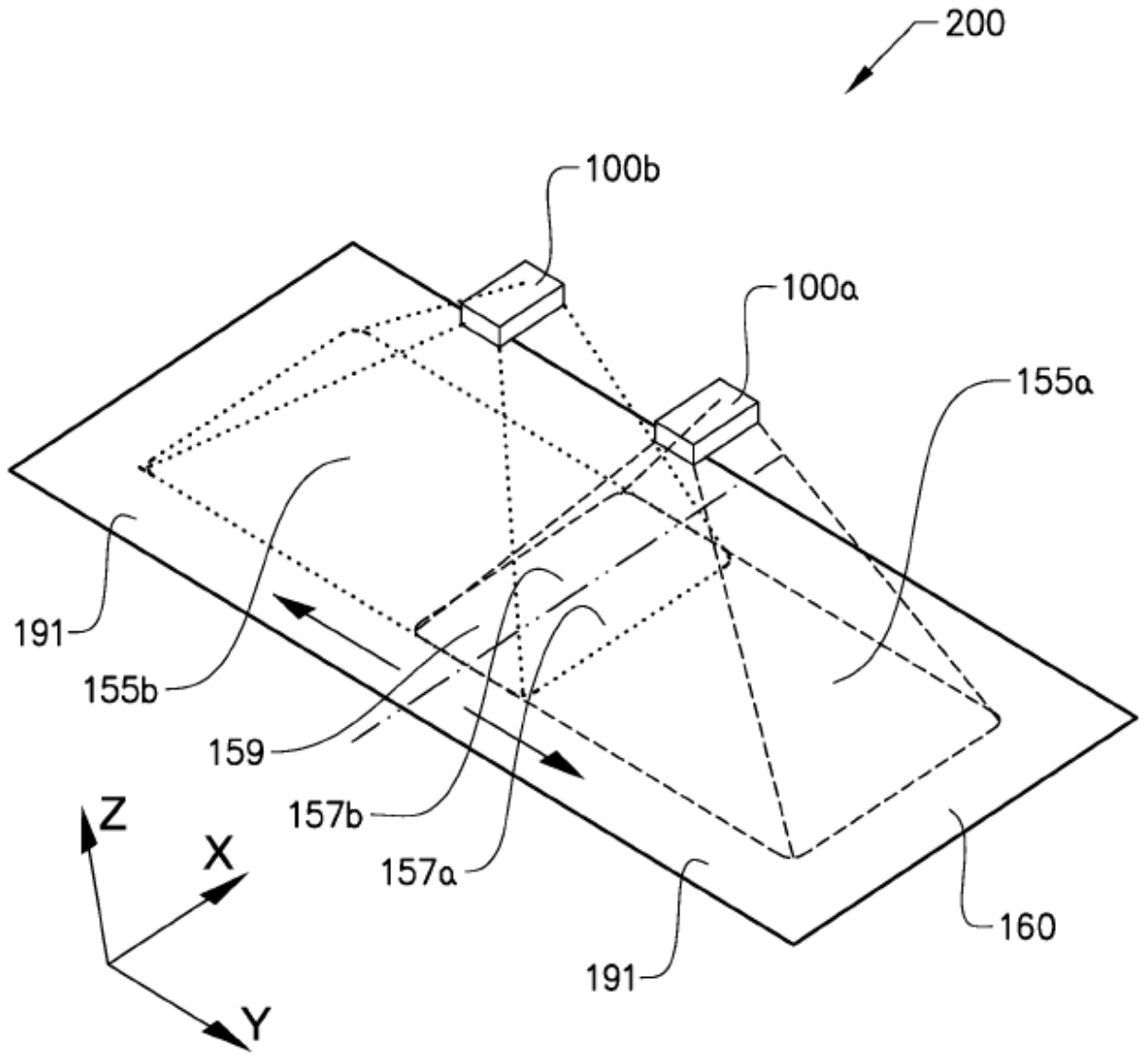


FIG. 2

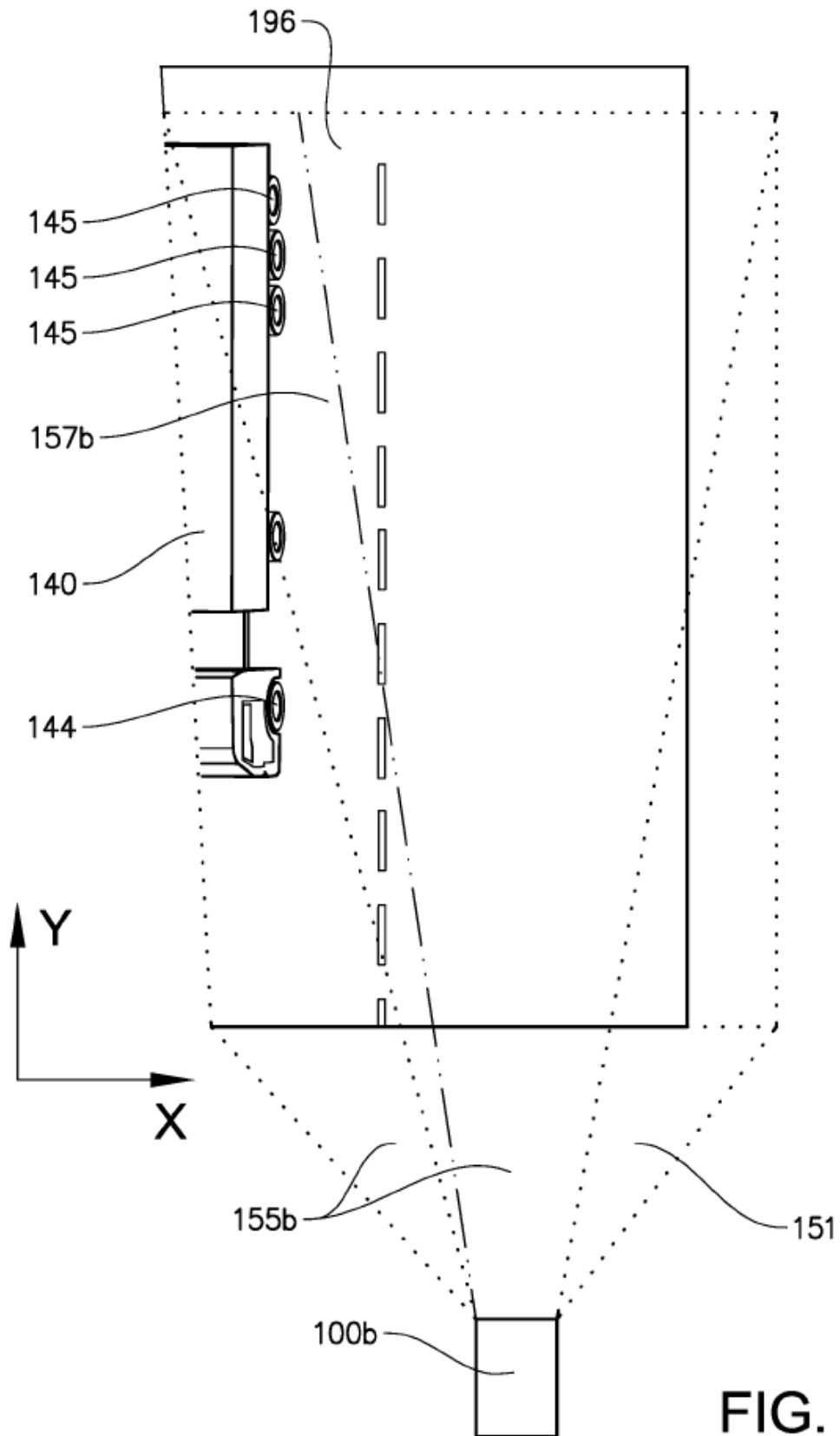


FIG. 3



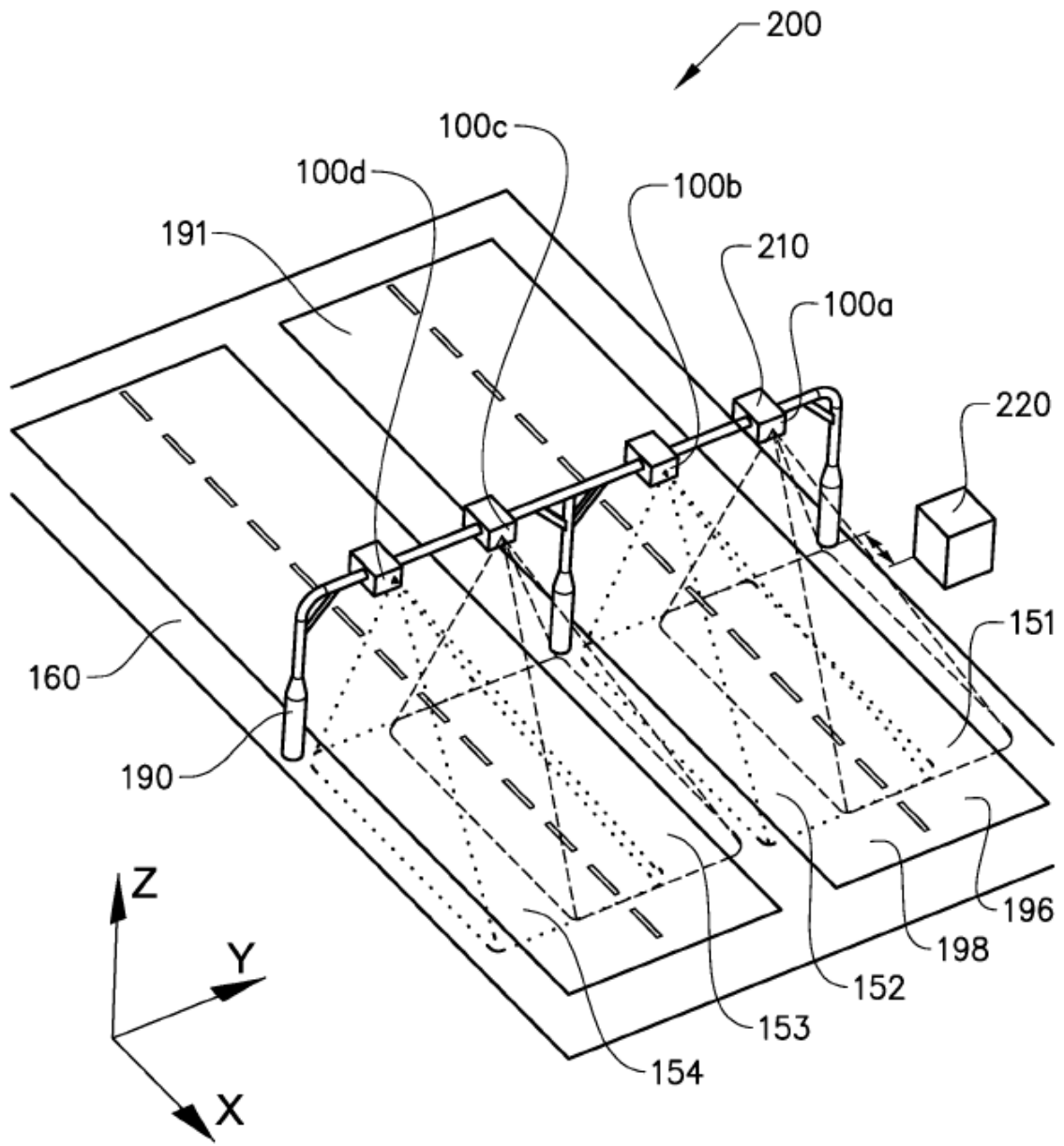
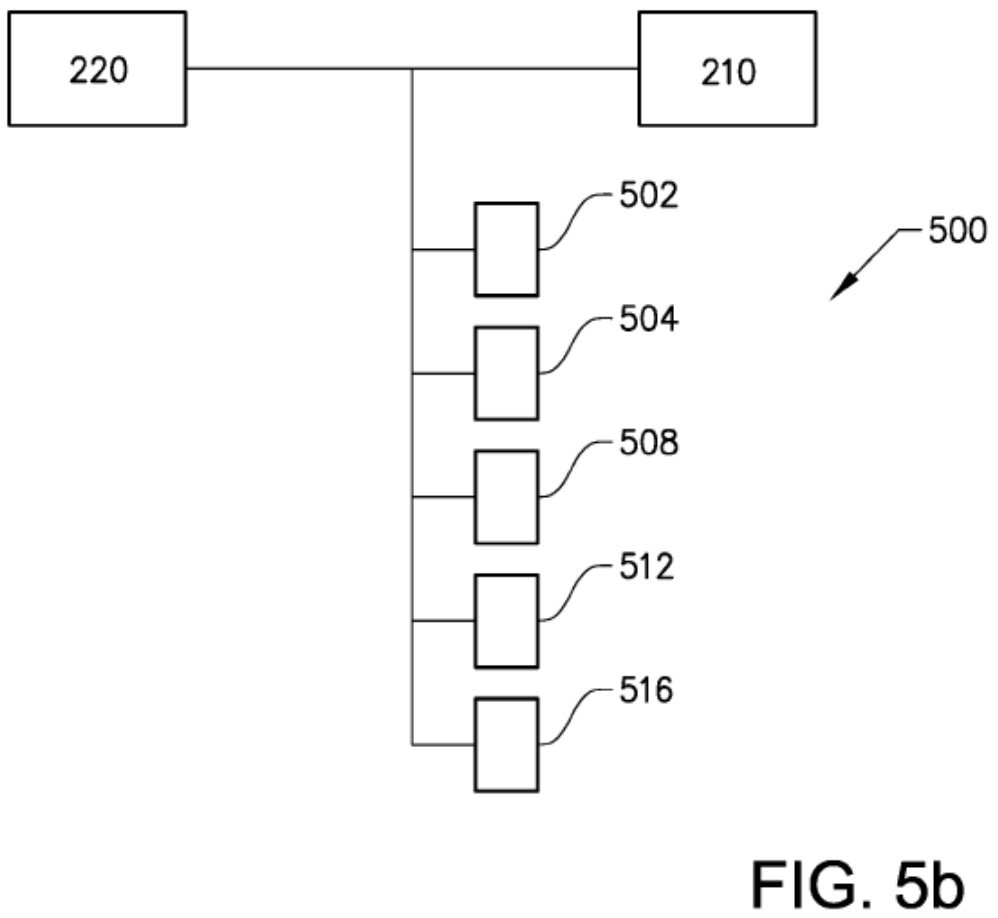
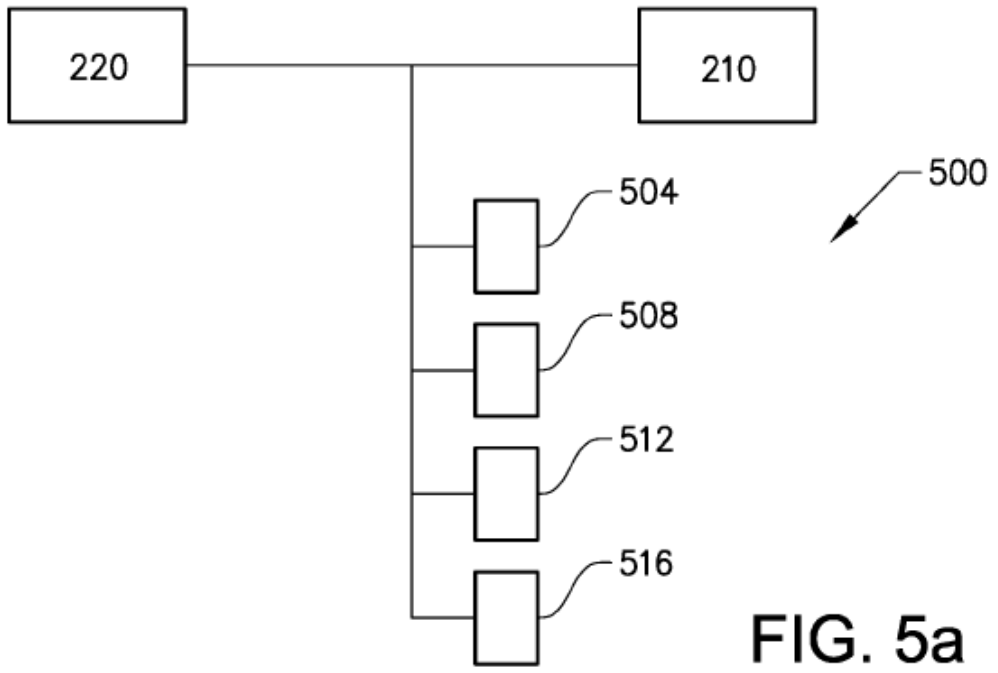


FIG. 4



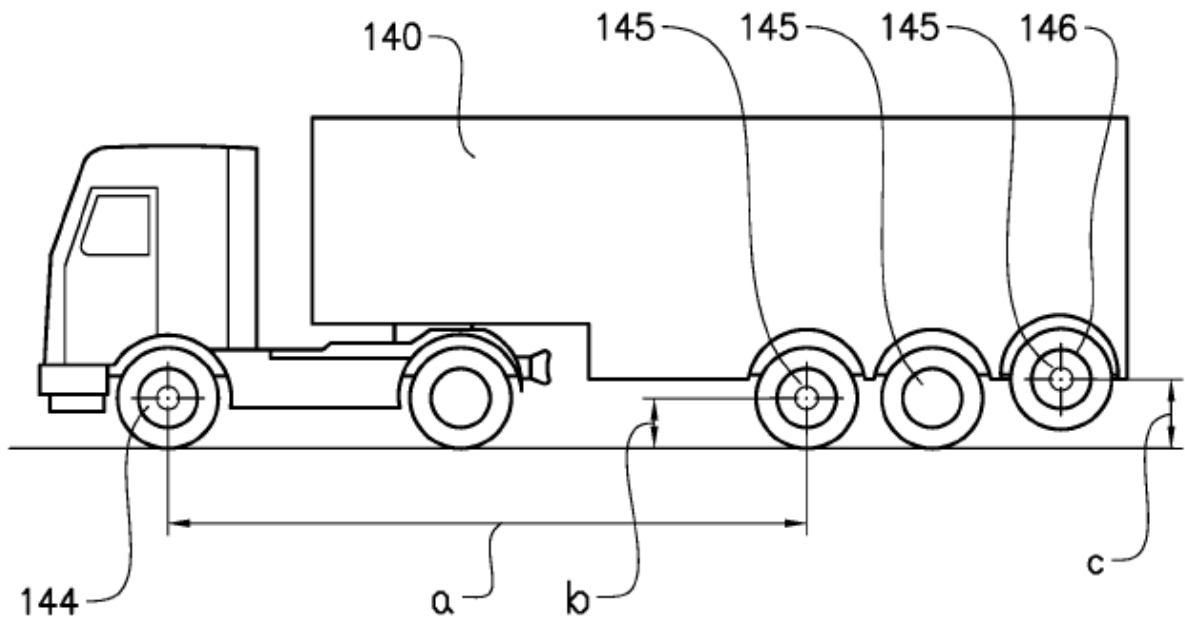


FIG. 6