

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 988 343**

51 Int. Cl.:

G08B 19/02 (2006.01)
B60W 40/06 (2012.01)
G08G 1/16 (2006.01)
B60T 8/172 (2006.01)
G06V 10/143 (2012.01)
G06V 20/56 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.02.2020** **PCT/SE2020/050212**
87 Fecha y número de publicación internacional: **03.09.2020** **WO20176029**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.02.2020** **E 20763697 (8)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2024** **EP 3931810**

54 Título: **Método y disposición para determinar una condición de una superficie de carretera superponiendo imágenes de una cámara NIR y un sensor RGB**

30 Prioridad:

28.02.2019 SE 1950262

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.11.2024

73 Titular/es:

KLIMATOR AB (100.0%)
Läraregatan 3A
411 33 Göteborg, SE

72 Inventor/es:

CASSELGREN, JOHAN

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 988 343 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

Método y disposición para determinar una condición de una superficie de carretera superponiendo imágenes de una cámara NIR y un sensor RGB

Campo técnico

La invención se refiere a un método para determinar una clasificación de una condición de una superficie de carretera para el tráfico de vehículos, comprendiendo dicho método: definir una superficie de referencia de dicha superficie de carretera delante del vehículo; iluminar dicha superficie de referencia con al menos una fuente de luz situada en el vehículo; detectar la luz que se refleja en dicha superficie de referencia; y determinar dicha clasificación de la condición de la superficie de la carretera analizando la información detectada relacionada con dicha superficie de referencia. Un ejemplo de un sistema de clasificación de la superficie de la carretera se describe en el documento EP3299993.

La invención también se refiere a una disposición para determinar una clasificación de una condición de una superficie de carretera para el tráfico de vehículos y dentro de una superficie de referencia de dicha superficie de carretera delante del vehículo, comprendiendo dicha disposición al menos una fuente de luz colocada en dicho vehículo y configurada para iluminar dicha superficie de referencia; a un sensor para detectar la luz que se refleja en dicha superficie de referencia; estando configurada dicha disposición para determinar dicha clasificación de la condición de la superficie de carretera analizando la información detectada relacionada con dicha superficie de referencia.

La invención se puede utilizar para diferentes tipos de sistemas de medición para determinar la condición de una carretera particular idealmente, pero no exclusivamente, destinados a su instalación en vehículos.

Antecedentes

En el campo de la seguridad de los vehículos de carretera, existe la necesidad de información precisa sobre la condición de las distintas superficies de las carreteras por las que circulan los vehículos. Por ejemplo, es de gran importancia determinar una clasificación de una superficie de carretera particular, es decir, si la superficie de la carretera está seca o si está cubierta de hielo, nieve o agua, o una mezcla de tales condiciones. De esta manera, los conductores de vehículos pueden estar informados de la condición de las carreteras por las que pretenden circular. Esta información es crucial para minimizar los accidentes de tráfico debidos, por ejemplo, a condiciones resbaladizas de la superficie de la carretera.

Por esta razón, existe el requisito de detectar varios tipos de condiciones de la carretera, por ejemplo, superficie seca, mojada, nevada y helada, en una superficie de carretera determinada. También se sabe que pueden ocurrir varias condiciones diferentes al mismo tiempo en una carretera en particular. Por ejemplo, la carretera puede tener pistas de ruedas secas y al mismo tiempo nieve o hielo en un tramo intermedio de la carretera. Por esta razón, existe la demanda de proporcionar una clasificación de la condición completo de la carretera que cubra toda la carretera.

En resumen, cualquier tramo de carretera determinado puede tener áreas que estén cubiertas, por ejemplo, de nieve o hielo en algunas áreas y que estén secas en otras. Esta información puede ser importante para proporcionar datos más precisos relacionados con la condición de la superficie de la carretera, es decir, para mejorar la seguridad vial.

Es especialmente importante poder detectar cualquier aparición del llamado hielo negro en la superficie de la carretera, es decir, hielo claro que normalmente es transparente, de modo que la superficie de la carretera pueda verse a través de la capa de hielo. En este tipo de hielo negro existe un riesgo especialmente alto de patinar.

Es conocido el uso de características ópticas de la superficie de una carretera para proporcionar una clasificación de su condición. Más precisamente, la intensidad de la radiación luminosa que se dispersa desde la superficie de la carretera varía dependiendo de la condición de la superficie de la carretera. Por ejemplo, existe una diferencia entre la dispersión de la luz desde una superficie de asfalto seco y desde la misma superficie, pero cubierta de agua o hielo. Esto se debe a que el asfalto seco, o el asfalto cubierto de nieve, suele ser una superficie rugosa, mientras que el asfalto cubierto de agua o hielo suele ser una superficie lisa. De esta forma, es posible distinguir entre asfalto seco y asfalto cubierto de hielo o agua en función de la intensidad de la luz.

La clasificación se puede realizar basándose en las propiedades de absorción y dispersión de las superficies de la carretera y los materiales involucrados. Esta clasificación puede realizarse mediante sistemas de medición de las intensidades luminosas de las longitudes de onda relevantes.

La información sobre la condición de la superficie de la carretera se puede utilizar para establecer la fricción de la superficie de la carretera, es decir, la fricción entre el neumático y la carretera, que a su vez se puede utilizar para determinar, por ejemplo, la distancia de frenado requerida de un vehículo durante la operación. Este tipo de información es importante tanto para vehículos como turismos y motocicletas como para vehículos comerciales como vehículos de transporte pesado, autobuses y otros tipos de vehículos comerciales y privados, para poder circular por este tipo de carreteras de una manera segura.

Mediante el uso de información actualizada relacionada con la condición de la carretera, se pueden obtener mejoras en la seguridad del tráfico, así como predicciones precisas de la condición de diferentes tipos de superficies de la carretera.

Para resolver los requisitos antes mencionados, hoy en día se conoce el uso de sistemas y métodos para determinar la condición de una superficie de carretera destinada a la circulación de vehículos. Dichos sistemas y métodos conocidos incluyen un proceso para determinar la condición de la carretera asociado con una superficie de la carretera, que se puede obtener por medio de un sensor adecuado de la condición de la carretera dispuesto en un vehículo. Por ejemplo, es conocido el uso para este fin de una cámara NIR (cámara de “infrarrojo cercano”). De esta manera, se puede conseguir una clasificación de la condición de la carretera, en particular, para determinar si la carretera en cuestión está cubierta de hielo, nieve o si está seca.

Aunque las disposiciones según la técnica anterior están configuradas para detectar diferentes tipos de condiciones de la carretera, todavía existe una necesidad de mejoras dentro de este campo de la tecnología. En particular, existe el deseo de proporcionar un método y una disposición para métodos y disposiciones para determinar la condición de la carretera que sean más exactos y precisos y que puedan usarse para obtener información de una manera más detallada con respecto a la superficie de la carretera a recorrer que lo que se conoce previamente.

Resumen

En consecuencia, un objeto de la invención es proporcionar un método y una disposición mejorados que resuelvan los problemas antes mencionados asociados con soluciones conocidas anteriormente y que ofrezcan mejoras en el campo de la determinación de la condición de una superficie de carretera particular. En particular, existe la necesidad de poder detectar hielo negro en la superficie de una carretera.

El objetivo mencionado anteriormente se logra mediante un método para determinar una clasificación de una condición de una superficie de carretera para el tráfico de vehículos, comprendiendo dicho método: definir una superficie de referencia de dicha superficie de carretera delante del vehículo; iluminar dicha superficie de referencia con al menos una fuente de luz situada en el vehículo; detectar la luz que se refleja en dicha superficie de referencia; y determinar dicha clasificación de la condición de la superficie de la carretera analizando la información detectada relacionada con dicha superficie de referencia. Asimismo, el método comprende las siguientes etapas: iluminar dicha superficie de referencia mediante luz láser; proporcionar información de imagen relacionada con dicha superficie de referencia detectando dicha luz reflejada por medio de una cámara NIR; proporcionar información de imagen adicional relacionada con dicha superficie de referencia escaneando dicha superficie de referencia por medio de un sensor RGB; y determinar dicha clasificación de la superficie de carretera superponiendo información de imagen relacionada con dicha superficie de referencia de dicha cámara NIR y dicho sensor RGB.

Mediante la invención, se obtienen ciertas ventajas. En primer lugar, cabe señalar que el hecho de que la información de la imagen procedente de la cámara NIR y del sensor RGB, respectivamente, conduce a una detección mejorada con mayor precisión y resolución mejorada, en comparación con los sistemas conocidos anteriormente. Esto significa que la detección de la condición de la carretera en cuestión tiene mayor fiabilidad que el método conocido. En particular, la detección ha mejorado el contraste mediante el uso de un sensor RGB en combinación con una cámara NIR. Esto conduce a una mayor precisión y, en consecuencia, a mejoras en materia de seguridad vial.

Según una realización, el método comprende: definir una primera imagen de dicha superficie de la carretera mediante la información proporcionada por dicha cámara NIR; definir una segunda imagen de dicha superficie de la carretera mediante la información proporcionada por dicho sensor RGB; y definir una imagen combinada superponiendo las imágenes primera y segunda.

Según una realización adicional, el método comprende una etapa de proporcionar dicha primera imagen por medio de información detectada con respecto a la radiación reflejada en la superficie de la carretera dentro de un intervalo de longitud de onda predeterminado.

Según una realización, el método comprende una etapa de proporcionar dicha segunda imagen por medio de información detectada sobre bordes y contornos y propiedades visuales similares relacionadas con la superficie de la carretera.

Según una realización adicional, el método comprende una etapa de modelar la luz láser de dicha fuente de luz en forma de un punto de luz láser o de una línea láser.

Según una realización, el método comprende además, una etapa de determinar una condición de la superficie de la carretera seleccionada de al menos uno de los siguientes: una superficie de la carretera seca y no cubierta; una superficie de carretera cubierta de agua; una superficie de carretera cubierta de nieve; y una superficie de la carretera cubierta de hielo.

Según una realización adicional, el método comprende una etapa de identificar, mediante dichos datos de imagen, una o más de las siguientes secciones del área de la carretera: un carril del lado izquierdo; un carril del lado derecho; una pista de rueda izquierda; una pista de rueda derecha; y un tramo intermedio de carretera.

- 5 Según una realización, el método comprende una etapa de determinar dicha condición de la carretera mediante el uso de mediciones de condiciones operativas adicionales relacionadas con dicho vehículo.

10 La invención es particularmente útil dentro del campo de los vehículos autónomos, es decir, vehículos que están equipados con sensores y sistemas de control y están configurados para conducir dichos vehículos a lo largo de una ruta de manera autónoma. La invención se puede utilizar para proporcionar información precisa sobre la fricción de la carretera en diferentes áreas de la carretera, lo cual es crucial en particular para los vehículos autónomos, ya que la función de dirección y frenado de dicho vehículo depende de la fricción del neumático con la carretera en todas las partes de la superficie de carretera que se recorre.

15 El objetivo mencionado anteriormente también se logra por medio de una disposición para determinar una clasificación de una condición de una superficie de carretera para el tráfico de vehículos y dentro de una superficie de referencia de dicha superficie de carretera delante del vehículo, comprendiendo dicha disposición al menos una fuente de luz colocada en dicho vehículo y estando configurado para iluminar dicha superficie de referencia; a un sensor para detectar la luz que se refleja en dicha superficie de referencia; estando configurada dicha disposición para determinar dicha clasificación de la condición de la superficie de carretera analizando la información detectada relacionada con dicha superficie de referencia. Asimismo, la disposición comprende una unidad de luz láser para iluminar dicha superficie de referencia, una cámara NIR para proporcionar información de imagen relacionada con dicha superficie de referencia detectando dicha luz reflejada, un sensor RGB para proporcionar información de imagen adicional relacionada con dicha superficie de referencia escaneando dicha superficie de referencia mediante un sensor RGB; y una unidad de control para determinar dicha clasificación de la superficie de la carretera superponiendo información de imagen relacionada con dicha superficie de referencia procedente de dicha cámara NIR y dicho sensor RGB.

La invención se puede aplicar en diferentes tipos de vehículos, como automóviles, camiones y autobuses.

- 30 En la siguiente descripción y en las reivindicaciones dependientes se describen otras ventajas y características ventajosas de la invención.

Breve descripción de los dibujos

- 35 Otros objetos, características y ventajas de la presente descripción aparecerán a partir de la siguiente descripción detallada, en donde ciertos aspectos de la descripción se describirán con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

40 la Figura 1 muestra una vista lateral simplificada de un vehículo conducido sobre una superficie de carretera y dispuesto según la presente descripción;

la Figura 2 muestra una vista de una superficie de la carretera vista desde el punto de vista del conductor, es decir, desde la que se observa la superficie de la carretera;

- 45 la Figura 3 es una vista de una primera imagen proporcionada según la descripción;

la Figura 4 es una vista de una segunda imagen proporcionada según la descripción; y

50 la Figura 5 es un diagrama de flujo simplificado que describe el método según la descripción.

Descripción detallada

- 55 A continuación, se describirán diferentes realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. Las disposiciones descritas a continuación y definidas en las reivindicaciones adjuntas se pueden realizar en diferentes formas y no deben interpretarse como limitadas a las realizaciones que se describen a continuación.

60 Con referencia inicial a la Figura 1, se muestra una vista lateral simplificada de un vehículo 1, tal como un automóvil convencional, que tiene cuatro ruedas (de las cuales dos ruedas 1a, 1b son visibles en la Figura 1) y se conduce a lo largo de una carretera 2 que tiene una superficie 3 de carretera, es decir, una superficie superior de la carretera 2 que tiene una determinada estructura y provoca una cierta fricción con respecto a las ruedas 1a, 1b. Según diferentes ejemplos, la superficie 3 de carretera puede ser en forma de asfalto, hormigón, grava, arena, tierra, hierba o en general cualquier forma de superficie que pueda utilizarse para la circulación de vehículos.

En las realizaciones siguientes, se supone que la superficie 3 de carretera está constituida por asfalto.

65

Esta descripción se basa en un requisito para determinar una clasificación de una condición de la superficie 3 de carretera. En particular, existe una necesidad de determinar qué condición o condiciones están presentes en todo el ancho de la carretera 2. Como se analizó inicialmente, y como se describe en la Figura 2, que es una vista de la superficie 3 de carretera vista desde el asiento del conductor del vehículo 1, la superficie 3 de carretera puede considerarse a lo largo de su anchura y comprende dos carriles laterales 3a, 3b, dos pistas 3c, 3d de ruedas y un tramo intermedio 3e, es decir, una franja en el medio de la superficie 3 de carretera. Según las condiciones meteorológicas y, en particular, según si hay un clima invernal, los carriles laterales 3a, 3b y el tramo intermedio 3e pueden estar cubiertos, por ejemplo, de nieve, mientras que las pistas 3c, 3d de ruedas pueden estar secas. Esto se indica de forma simplificada en la Figura 2. Esto también significa que el conductor puede conducir el vehículo 1 con relativa seguridad sobre las pistas 3c, 3d de ruedas secas, ya que existe una fricción relativamente alta entre las ruedas 1a, 1b del vehículo y las pistas 3c, 3d de ruedas. Por otro lado, si el vehículo 1 debe circular por los carriles laterales 3a, 3b o el tramo intermedio 3e, existe un riesgo mucho mayor de que la carretera esté resbaladiza ya que estos tramos 3a, 3b, 3e están cubiertos de nieve.

El objetivo de la Figura 2 es indicar de manera simplificada un ejemplo en donde las pistas 3c, 3d de ruedas están secas y no cubiertas de hielo, nieve o agua, mientras que los carriles laterales 3a, 3b están cubiertos de nieve.

Para determinar la condición de la carretera para toda la superficie 3 de carretera, es decir, para todos los tramos 3a-3e de carretera, el vehículo 1 está equipado con una disposición que comprende una unidad 4 de luz láser, una cámara NIR ("infrarrojo cercano") 5 y una cámara RGB 6, como se muestra en la Figura 1. El objetivo de la unidad 4 de luz láser es generar luz láser que se utiliza para iluminar la superficie 3 de carretera. Según una realización, la unidad 4 de luz láser debería adaptarse a una cámara NIR, es decir, estar configurada para una longitud de onda que esté dentro de un intervalo de aproximadamente 900-2000 nm.

La cámara NIR 5 comprende varios sensores NIR que están configurados para detectar y capturar datos de imágenes en el espectro infrarrojo cercano, es decir, dentro de una porción del espectro electromagnético que es adyacente al rango visible de longitudes de onda. Una cámara NIR es particularmente útil, por ejemplo, para aplicaciones con condiciones de poca luz y para monitorear el tráfico y las condiciones de la carretera en relación con el método según esta descripción.

Asimismo, la cámara RGB 6 comprende un sensor de imagen de tipo generalmente convencional, es decir, que está dispuesto para detectar y capturar información de imagen. Un tipo adecuado de sensor de imagen es el llamado sensor CMOS. La información de la imagen se proporciona según el llamado modelo de color RGB, basado en el principio de que la luz roja, verde y azul se combinan para producir una gran cantidad de colores. La tecnología relacionada con los sensores RGB actuales es bien conocida y, por este motivo, no se describe con más detalle aquí.

Con referencia a la Figura 1, se puede observar que la unidad 4 de luz láser, la cámara NIR 5 y la cámara RGB 6 están conectadas a una unidad 7 de control, que está configurada para controlar el funcionamiento de la unidad 4 de luz láser, la cámara NIR 5 y el sensor RGB 6, como se describirá a continuación. La unidad 7 de control también está configurada para recibir información de imagen de la cámara NIR 5 y la cámara RGB 6 y para tratar dicha información con el fin de generar información sobre la condición de la superficie 3 de carretera.

La unidad 4 de luz láser se basa en un dispositivo emisor de láser que está configurado para generar un haz de luz láser modulada hacia la superficie 3 de carretera durante el funcionamiento del vehículo 1. Más precisamente, la unidad 4 de luz láser está dispuesta para incidir en la superficie 3 de carretera en un área confinada, es decir, un área 9 de referencia láser, como se muestra en la Figura 2. Según una realización, la unidad 4 de luz láser está dispuesta para generar luz láser en forma de un punto 8 de medición, como se muestra en la Figura 2. De esta manera, la unidad 4 de luz láser se puede utilizar para cubrir toda el área de referencia del láser 9 para iluminar la superficie 3 de carretera dentro de esta área 9 particular.

La descripción no se limita a una realización en donde se utiliza una única unidad de luz láser para iluminar la superficie 3 de carretera. Según otras realizaciones, se pueden utilizar dos o tres de dichas unidades de luz láser.

La luz láser que incide sobre la superficie 3 de carretera se reflejará en la superficie 3 de carretera y se dispersará en diferentes direcciones. La cámara NIR 5 detectará una cierta cantidad de luz reflejada. La dispersión de la luz desde la superficie 3 de carretera y la absorción de luz por la superficie 3 de carretera varía dependiendo de la longitud de onda de la luz y de la condición de la superficie 3a de carretera. Esto significa que la condición de la carretera se puede determinar midiendo la intensidad de la luz en función de la longitud de onda.

La cámara NIR 5 está dispuesta para capturar información de imagen dentro de un intervalo de longitud de onda que se adapta a la luz emitida desde la unidad 4 de luz láser. Según diferentes realizaciones, se puede elegir que la longitud de onda sea 980 nm, 1550 nm o 1940 nm.

Para garantizar una detección fiable y precisa de diversas condiciones de la carretera a lo largo de la superficie 3 de carretera, y para proporcionar una baja sensibilidad a las fuentes de luz circundantes, como la luz solar y la luz de los faros de otros vehículos, la luz láser se puede modelar de una manera adecuada. Según una primera forma de

realización, la luz láser está configurada como un punto relativamente pequeño basado en solo unos pocos píxeles de luz.

Según una segunda realización, la luz láser está configurada como una línea de luz que está dispuesta generalmente transversal a la carretera 2.

Según una realización, se utilizan dos unidades de luz láser. En dicha realización, las unidades de luz láser se pueden modular de una manera adecuada, por ejemplo, encendiendo y apagando cada unidad de luz láser según un patrón de modulación predeterminado.

La posición de la unidad 4 de luz láser se elige adecuadamente de modo que esté situada relativamente alta en el vehículo 1. De esta manera, la unidad 4 de luz láser puede disponerse de manera que la luz incida en la superficie 3 de carretera delante del vehículo 1 y relativamente cerca del vehículo 1, y de modo que la intensidad de la luz reflejada sea suficiente para detectar mediante la cámara NIR 5. La unidad 4 de luz láser se controla adecuadamente de modo que la luz láser incida en la superficie 3 de carretera aproximadamente entre 2-5 metros por delante del vehículo 1, dependiendo, por ejemplo, de la potencia de la unidad 4 de luz láser.

La luz láser reflejada se mide utilizando la cámara NIR 5. A partir de la señal detectada se puede determinar, por ejemplo, si la superficie de la carretera está cubierta de hielo o de agua.

Según una realización, la cámara NIR 5 se usa para determinar si la superficie 3 de carretera, es decir, cada uno de los tramos de la superficie 3a-3e de carretera, tiene una de varias condiciones posibles de la superficie de carretera. Por ejemplo:

- i) la superficie 3 de carretera puede estar seca y no cubierta, es decir, lo que corresponde a un clima relativamente cálido y seco sin nieve, hielo o agua que cubra la superficie 3 de carretera; o
- ii) la superficie 3 de carretera puede estar cubierta de agua, es decir, lo que puede ser el caso justo después de una lluvia; o
- iii) la superficie 3 de carretera puede estar cubierta de nieve, lo que puede ocurrir después de una nevada; o
- iv) la superficie 3 de carretera puede estar cubierta de hielo, es decir, en caso de que la nieve o el agua que cubre la superficie 3 de carretera se haya congelado hasta convertirse en hielo.

Además de los cuatro tipos principales de revestimientos de la superficie 3 de carretera mencionados anteriormente, la superficie 3 de carretera puede estar cubierta por combinaciones o mezclas de diferentes tipos, por ejemplo, una mezcla de nieve y agua, es decir, aguanieve, o una mezcla de hielo y agua, es decir, una superficie de carretera cubierta de hielo que a su vez está cubierta por una capa de agua. Además, un tipo especial de recubrimiento es el llamado hielo negro, es decir, hielo transparente que generalmente es transparente, de modo que a través de él se puede ver la superficie 3 de carretera.

En caso de que la nieve cubra la superficie 3 de carretera, la nieve puede ser, por ejemplo, en forma de nieve blanca brillante, lo que corresponde a un caso en donde acaba de nevar, o puede ser gris u oscura, lo que corresponde a un caso en donde la nieve ha estado cubriendo la superficie 3 de carretera durante un período de tiempo relativamente largo, por lo que está sucia por la contaminación y otras sustancias. Ambas condiciones son relevantes a la hora de determinar la fricción de la superficie 3 de carretera y para determinar, por ejemplo, si la condición de la superficie de la carretera requiere precaución para los conductores que viajan por dichas carreteras.

Asimismo, según una realización, el vehículo 1 está equipado con el sensor RGB 6 mencionado anteriormente para capturar imágenes digitales y almacenar datos de imágenes relacionados con dichas imágenes para su posterior análisis y tratamiento de imágenes. El sensor RGB 6 está dispuesto en el vehículo 1 para generar dichos datos de imagen dentro de la superficie 9 de referencia antes mencionada que está situada delante del vehículo 1. La dirección de exploración del sensor RGB 6 define un ángulo predeterminado α con respecto a un plano horizontal a lo largo del cual está orientada la carretera 2.

El sensor RGB 6 se utiliza para definir una ventana de exploración que corresponde a una imagen digital formada por una serie de un gran número de píxeles de imagen. La ventana de exploración está configurada para cubrir la superficie 3 de carretera delante del vehículo 1, como se describe en la Figura 2. Los píxeles de la imagen están dispuestos a lo largo de varias filas y columnas que juntas forman la ventana de escaneo. Una imagen capturada por el sensor RGB 6 se almacena de manera que se registren datos de imagen para todos los píxeles de la imagen. Según una realización, los píxeles de la imagen contienen datos de imagen definidos según el denominado sistema de color RGB. Este sistema se puede utilizar para definir prácticamente todos los colores posibles a partir de una combinación de componentes de color rojo, verde y azul. En otras palabras, cada color en el sistema de color RGB se puede describir mediante datos de imagen que representan la cantidad de componentes de color rojo, verde y azul que forman parte del color en cuestión. Los componentes rojo, verde y azul se definen como un número definido, por ejemplo, por 8 bits

cada uno, teniendo así valores numéricos que se extienden de 0 a 255. Por ejemplo, el color negro corresponde a un valor rojo de 0, un valor verde de 0 y un valor azul de 0, mientras que el color blanco corresponde a un valor rojo de 255, un valor verde de 255 y un valor azul de 255. A través de todas las combinaciones de los valores rojo, verde y azul, se pueden definir un gran número de colores adicionales, cada uno de los cuales puede estar comprendido entre 0 y 255.

Según una realización, el sensor RGB 6 y la unidad 7 de control están configurados para detectar el código de color RGB para cada píxel de la imagen en su ventana de exploración. Esto corresponde a las propiedades ópticas de la imagen en cuestión. De esta manera, la unidad 7 de control puede diferenciar entre diferentes áreas de la superficie 3 de carretera comparando códigos de color RGB para los píxeles correspondientes a toda la ventana de escaneo.

En particular, el sensor RGB 6 está dispuesto para escanear todo el ancho transversal de la carretera 2. Además, los datos de imagen generados por el sensor RGB 6 se combinan con los datos de imagen generados por la cámara NIR 5 para determinar una clasificación de la condición de toda la superficie 3 de carretera. Esto se describirá con más detalle a continuación.

Como se ha mencionado, la cámara NIR 5 y el sensor RGB 6 están conectados a la unidad 7 de control que está dispuesta para analizar los datos entrantes del sensor para determinar qué condición de la carretera se aplica en cada tramo 3a-3e de carretera. En particular, la unidad 7 de control comprende software almacenado para el tratamiento de imágenes digitales que se utiliza para el tratamiento de los datos de imagen del sensor RGB 6. En consecuencia, el sensor RGB 6 está configurado para detectar ciertas características en la superficie 3 de carretera y para identificar elementos en una escena particular. Por ejemplo, se pueden detectar transiciones entre diferentes tramos de carretera, como, por ejemplo, una zona de carretera asfaltada y un borde de carretera adyacente con otra superficie cubierta, por ejemplo, hierba. El sensor RGB 6 también puede utilizarse, por ejemplo, para distinguir entre carriles laterales cubiertos de nieve y pistas de ruedas secas. El sensor RGB 6 también se puede utilizar para reconocer otras variaciones visuales, como bordes y límites, en la escena representada por la superficie 3 de carretera. Además, la unidad 7 de control puede estar provista de software, por ejemplo, para filtrar y mejorar los datos de imagen del sensor RGB 6 para contribuir a una imagen precisa de la superficie 3 de carretera. Además, el sensor RGB 6 se puede utilizar para detectar otros obstáculos en las proximidades de la superficie 3 de carretera, como por ejemplo otros vehículos, bicicletas y peatones.

Generalmente, el software de tratamiento de imágenes usado en la unidad 7 de control se puede usar para identificar diferentes secciones del área de la carretera reconociendo propiedades ópticas relacionadas con el brillo o el color, o posiciones de bordes y fronteras, o reconocimiento de patrones, extracción de características de imagen u otro tratamiento de imágenes, en las diferentes zonas viales. De esta manera, los diferentes tramos del área 3a-e de carretera se pueden separar e identificar en función de sus propiedades ópticas, detectadas a través de los datos de imagen contenidos en las imágenes capturadas por la unidad de cámara RGB 6.

Mediante el uso de datos de imagen del sensor RGB 6 y el tratamiento de imágenes digitales en la unidad 7 de control, se puede definir una imagen precisa de la superficie 3 de carretera (como se describirá más adelante con referencia a la Figura 4). Por ejemplo, se pueden identificar los límites y posiciones de los carriles laterales 3a, 3b, las pistas 3c, 3d de ruedas y el tramo intermedio 3e, como se muestra en la Figura 2. Por ejemplo, se puede esperar que un área que se analiza como de color blanco brillante esté cubierta de nieve. Además, un área que se analiza como relativamente oscura se puede esperar que sea un área seca y no cubierta. En consecuencia, se pueden detectar e identificar diferentes áreas que tienen diferentes propiedades ópticas como diferentes tramos de la carretera 2 que tienen recubrimientos de superficie de carretera particulares y diferentes condiciones de la superficie de la carretera.

La Figura 3 es una vista simplificada de una imagen producida por la cámara NIR 5. Según una realización, la imagen consta generalmente de dos tipos diferentes de áreas, es decir, un primer tipo de área 10 que corresponde a asfalto seco (es decir, que tiene una respuesta espectral particular como resultado de la detección de la luz reflejada por la cámara NIR 5) y un segundo tipo de área 11 que corresponde a la nieve (es decir, que tiene otro tipo de respuesta espectral). La imagen de la Figura 3 es simplemente un ejemplo y, obviamente, pueden aparecer muchos otros tipos de imágenes dependiendo del clima y otros factores. Como ejemplo adicional de la condición de la carretera, en la Figura 3 también se muestra un área de hielo negro 10a. El término “hielo negro” se utiliza para describir hielo claro que generalmente es transparente de modo que a través de él se puede ver la superficie 3 de carretera. Como se muestra en la Figura 3, se forma un área de hielo negro 10a a lo largo de la carretera y a lo largo de la primera área 10.

Los datos de imagen que son capturados por la cámara NIR 5 corresponden a la intensidad de la luz detectada resultante de los reflejos de la luz láser de la unidad 4 de luz láser, tal como se refleja en la superficie 3 de carretera. La luz láser reflejada corresponde como tal a una respuesta espectral que a su vez depende del material de la carretera 3 y de cualquier material situado sobre la superficie 3 de carretera, como hielo, agua o nieve. Esto significa que la cámara NIR 5 puede usarse para detectar y distinguir entre diferentes áreas o tramos de la superficie 3 de carretera que tienen diferentes condiciones de la carretera. Sin embargo, los límites entre las diferentes zonas 10, 11 no son completamente nítidos, sino que pueden describirse más bien como transiciones continuas, lo que dificulta proporcionar una imagen precisa de toda la superficie 3 de carretera.

La Figura 4 es una vista simplificada de una imagen producida por el sensor RGB 6. Como se ha mencionado anteriormente, el sensor RGB 6 se puede usar, por ejemplo, para reconocer propiedades visuales y variaciones a lo largo de la superficie 3 de carretera. Como se muestra en la Figura 4, una transición o límite 12 entre un primer carril lateral 3a y una pista 3c de rueda adyacente, por ejemplo, puede detectarse de manera precisa. Se pueden definir límites similares en diferentes secciones de toda la superficie 3 de carretera.

La imagen de la cámara NIR 5 y la imagen del sensor RGB 6 se superponen mediante la unidad 7 de control. Esto significa que la información combinada de las imágenes superpuestas se puede usar, por ejemplo, para agregar información de la imagen del sensor RGB 6 con respecto a bordes y límites a la imagen de la cámara NIR 5. Esta superposición de datos de imagen de la cámara NIR 5 y el sensor RGB 6 se disponen adecuadamente como capas que están dispuestas una encima de la otra y que están alineadas entre sí con respecto a la posición de la superficie 3 de carretera y sus diversos tramos y transiciones. Dicha información en capas se puede mostrar claramente en la pantalla de un ordenador, de modo que la información tanto de la cámara NIR 5 como del sensor RGB 6 sea claramente visible al mismo tiempo y de manera alineada. De esta manera, se puede obtener mayor precisión, resolución mejorada y contraste mejorado en comparación con sistemas conocidos anteriormente. Esto conduce a una mayor precisión y, en consecuencia, a mejoras en materia de seguridad vial.

En resumen, el sistema y el método mostrados en las Figuras 1-4 se utiliza para detectar la radiación luminosa que se refleja en la superficie 9 de referencia como resultado de la luz láser entrante. Entonces se puede obtener una clasificación de la condición de la superficie 3 de carretera analizando la información detectada relacionada con dicha superficie 9 de referencia. Más precisamente, se puede obtener información de imagen relacionada con la superficie 9 de referencia detectando dicha luz reflejada por medio de la cámara NIR 5 y se puede obtener información de imagen adicional relacionada con dicha superficie 9 de referencia escaneando la superficie 9 de referencia por medio del sensor RGB 6. Finalmente, se obtiene una clasificación de la superficie 3 de carretera superponiendo información de imagen relacionada con la superficie 9 de referencia de la cámara NIR 5 y el sensor RGB 6, como se describió anteriormente.

La Figura 5 es un diagrama de flujo simplificado que muestra el funcionamiento de una realización de la invención. Inicialmente, se activa la unidad 4 de luz láser (etapa 13 en la Figura 5) para generar luz dirigida hacia la superficie 9 de referencia. A continuación, se activa la cámara NIR 5 (etapa 14 en la Figura 5) para definir una primera imagen que comprende información relativa al estado de la superficie de la carretera. A continuación, se activa el sensor RGB 6 (etapa 15) para definir una imagen adicional que comprende información sobre la condición de la superficie de la carretera. A continuación, las dos imágenes se combinan superponiendo información de imagen de las imágenes como se describió anteriormente, y luego se tratan en la unidad 7 de control (etapa 16) para proporcionar una clasificación de la condición de la superficie de toda la superficie 3 de carretera en cuestión. Basándose en las propiedades ópticas de las zonas de la carretera, en la unidad 7 de control se hacen suposiciones para determinar la condición de la superficie de la carretera de las zonas de la carretera relevantes. Finalmente, también se presenta adecuadamente al conductor del vehículo información relacionada con las condiciones de la superficie de la carretera (etapa 17). Por este motivo, la unidad de control 9 puede incluir medios para informar al conductor de la condición de la carretera, por ejemplo, una pantalla dispuesta en el salpicadero del vehículo (no mostrada en los dibujos).

Como otra opción, la unidad de control 9 puede estar configurada para transmitir información sobre la condición de la superficie de la carretera a empresas externas, por ejemplo, empresas de transporte por carretera. Esta información puede resultar útil, por ejemplo, a la hora de planificar qué rutas recorrer.

Además, la clasificación de la condición de la superficie de la carretera se puede mejorar aún más utilizando otros medios de mediciones, datos y parámetros que se relacionan con el funcionamiento y la condición del vehículo 1. Por ejemplo, se puede determinar si en el vehículo están accionados los limpiaparabrisas. En tal caso, se puede suponer que hay nieve o lluvia cayendo sobre la superficie 3 de carretera. Según otro ejemplo, se puede detectar si está accionado un sistema de frenos antibloqueo (ABS) (no mostrado en los dibujos) dispuesto en el vehículo 1. En tal caso, se puede suponer que la fricción entre las ruedas y la superficie de la carretera es relativamente baja, lo que puede ser el resultado de que el hielo o la nieve cubra la superficie de la carretera. Se pueden utilizar otras unidades, como un sistema de control de tracción (TCS) o un sistema de control electrónico de estabilidad (ESC), que determinan parámetros relacionados con el funcionamiento del vehículo, para determinar la condición de la superficie de la carretera, es decir, para determinar si la carretera la superficie 3 está cubierta de hielo, agua, nieve o si está seca. Esta información también se puede utilizar para proporcionar información relacionada con la fricción de la superficie 3 de carretera y sus tramos.

La invención no se limita a las realizaciones descritas anteriormente, sino que puede variarse dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, la invención no se limita al procesamiento de datos de imágenes según el sistema de codificación de colores RGB. Otro sistema útil es el llamado sistemas CMYK, que es un sistema de color sustractivo que utiliza cuatro colores (cian, magenta, amarillo y negro), que normalmente se utilizan durante la impresión en color. El sistema CMYK se basa en un principio en donde los colores se enmascaran total o parcialmente sobre un fondo blanco.

Además, los datos relacionados con la clasificación de la condición de la superficie de la carretera pueden asociarse con una marca de tiempo y también con datos de posición. En otras palabras, se puede generar información que indique cuándo y dónde se clasificó la condición de la superficie de la carretera. Esto es particularmente útil si dichos datos se van a utilizar en aplicaciones, por ejemplo, para generar mapas con información relacionada con la condición de la superficie de la carretera a lo largo de ciertas carreteras en dichos mapas. Estas aplicaciones de generación de mapas se pueden utilizar, por ejemplo, en otros vehículos para presentar información relevante sobre la condición de la carretera.

Por ejemplo, se pueden utilizar otros parámetros además de los datos de la cámara NIR 5 y el sensor RGB 6. Un ejemplo de este tipo son los datos relacionados con la temperatura de la superficie 3 de carretera, que pueden ser cruciales al determinar, por ejemplo, la fricción de los diferentes tramos 3a-e del área de la carretera. A modo de ejemplo, si la cámara NIR 5 indica que la condición de la superficie de la carretera (en la pista 3d de la rueda derecha) corresponde a una “superficie seca” y el sensor RGB 6 indica que el tramo intermedio de la carretera 13 es más oscura que la pista 12 de la rueda derecha, se puede suponer que el tramo intermedio 13 de la carretera está cubierto de agua. Si un sensor de temperatura también indica que la temperatura es relativamente baja, posiblemente también que la temperatura está disminuyendo rápidamente con el tiempo, puede haber un riesgo considerable de que la carretera esté muy resbaladiza.

Según otro ejemplo, si el sensor de la condición de la carretera y la unidad de cámara indican que las pistas de las ruedas están cubiertas de agua incluso aunque la temperatura sea inferior a cero grados centígrados, se puede suponer que la superficie de la carretera mojada es el resultado del uso de sal de la carretera esparcida sobre la superficie de la carretera.

Además, el sensor 6 de cámara se puede utilizar para generar datos de imágenes también relacionados con el cielo (véase la Figura 2). Esto significa que se puede utilizar cierta información relacionada con el tiempo, la formación de nubes, etc. Como ejemplo, si el sensor de la condición de la carretera y la unidad de cámara indican que las pistas de las ruedas están secas, es decir, no cubiertas, mientras que, al mismo tiempo, los datos de la imagen relacionados con el cielo 18 indican un color relativamente oscuro, se puede esperar que las nubes ocurran en el cielo 18 y que pueda caer lluvia (o posiblemente nieve, dependiendo de la temperatura) más adelante en la carretera 3.

Además, los datos de imagen mencionados anteriormente pueden ser datos generados tanto en forma de imágenes fijas como de una señal de vídeo.

Finalmente, el concepto inventivo no se limita al uso en vehículos tales como automóviles, camiones y autobuses, sino que puede usarse en estaciones de monitoreo fijas, es decir, no móviles, para realizar mediciones de la misma manera que se explicó anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Método para determinar una clasificación de una condición de una superficie (3) de carretera para el tráfico de vehículos (1), comprendiendo dicho método:

definir una superficie (9) de referencia de dicha superficie (3) de carretera delante del vehículo (1);
iluminar dicha superficie (9) de referencia con al menos una fuente (4) de luz situada en el vehículo (1);
detectar la luz que se refleja en dicha superficie (9) de referencia; y determinar dicha clasificación de la condición de la superficie (3) de carretera analizando la información detectada relacionada con dicha superficie (9) de referencia;

caracterizado porque el método comprende las siguientes etapas:

iluminar dicha superficie (9) de referencia mediante luz láser;
proporcionar información de imagen relacionada con dicha superficie (9) de referencia detectando dicha luz reflejada por medio de una cámara NIR (5);
proporcionar información de imagen adicional relacionada con dicha superficie (9) de referencia escaneando dicha superficie (9) de referencia por medio de un sensor RGB (6); y
determinar dicha clasificación de la superficie (3) de carretera superponiendo información de imagen relacionada con dicha superficie (9) de referencia de dicha cámara NIR (5) y dicho sensor RGB (6).

2. Método según la reivindicación 1, en donde dicho método comprende además:

definir una primera imagen de dicha superficie (3) de carretera mediante la información proporcionada por dicha cámara NIR (5);
definir una segunda imagen de dicha superficie (3) de carretera mediante la información proporcionada por dicho sensor RGB (6); y
definir una imagen combinada superponiendo las imágenes primera y segunda.

3. Método según la reivindicación 1 o 2, en donde dicho método comprende además:

proporcionar dicha primera imagen por medio de información detectada con respecto a la radiación reflejada en la superficie (3) de carretera dentro de un intervalo de longitud de onda predeterminado.

4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho método comprende además: proporcionar dicha segunda imagen por medio de información detectada con respecto a bordes y contornos y propiedades visuales similares relacionadas con la superficie (3) de carretera.

5. Método según la reivindicación 1 o 2, en donde dicho método comprende además:

modelar luz láser procedente de dicha fuente (4) de luz en forma de un punto de luz láser o de una línea láser.

6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho método comprende además

determinar una condición de la superficie de carretera seleccionada de al menos una de las siguientes:

-una superficie (3) de carretera seca y no cubierta;
-una superficie (3) de carretera que está cubierta de agua;
-una superficie (3) de carretera que está cubierta de nieve; y
-una superficie (3) de carretera que está cubierta de hielo.

7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:

identificar, mediante dichos datos de imagen, uno o más de los siguientes tramos de área (3a, 3b, 3c, 3d, 3e) de carretera:

un carril (3a) lateral izquierdo;
un carril (3b) lateral derecho;
una pista (3c) de rueda izquierda;
una pista (3c) de rueda derecha; y
un tramo intermedio (3e) de carretera.

8. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:

determinar dicha condición de la carretera mediante el uso de mediciones de condiciones operativas adicionales relacionadas con dicho vehículo (1).

9. Disposición para determinar una clasificación de una condición de una superficie (3) de carretera para el tráfico de vehículos (1) y dentro de una superficie (9) de referencia de dicha superficie (3) de carretera delante del vehículo (1), comprendiendo dicha disposición al menos una fuente (4) de luz colocada en dicho vehículo (1) y configurada para iluminar dicha superficie (9) de referencia; un sensor (5) para detectar la luz que se refleja en dicha superficie (9) de referencia; estando configurada dicha disposición para determinar dicha clasificación de la condición de la superficie (3) de carretera analizando la información detectada relacionada con dicha superficie (9) de referencia; **caracterizada porque** dicha disposición comprende además, una unidad (4) de luz láser para iluminar dicha superficie (9) de referencia, una cámara NIR (5) para proporcionar información de imagen relacionada con dicha superficie (9) de referencia mediante la detección de dicha luz reflejada, un sensor RGB (6) para proporcionar información de imagen adicional relacionada con dicha superficie (9) de referencia escaneando dicha superficie (9) de referencia por medio de un sensor RGB (6); y una unidad (7) de control para determinar dicha clasificación de la superficie (3) de carretera superponiendo información de imagen relacionada con dicha superficie (9) de referencia de dicha cámara NIR (5) y dicho sensor RGB (6).
10. Un vehículo (1) que comprende una disposición para clasificar una condición de una superficie (3) de carretera según la reivindicación 9.

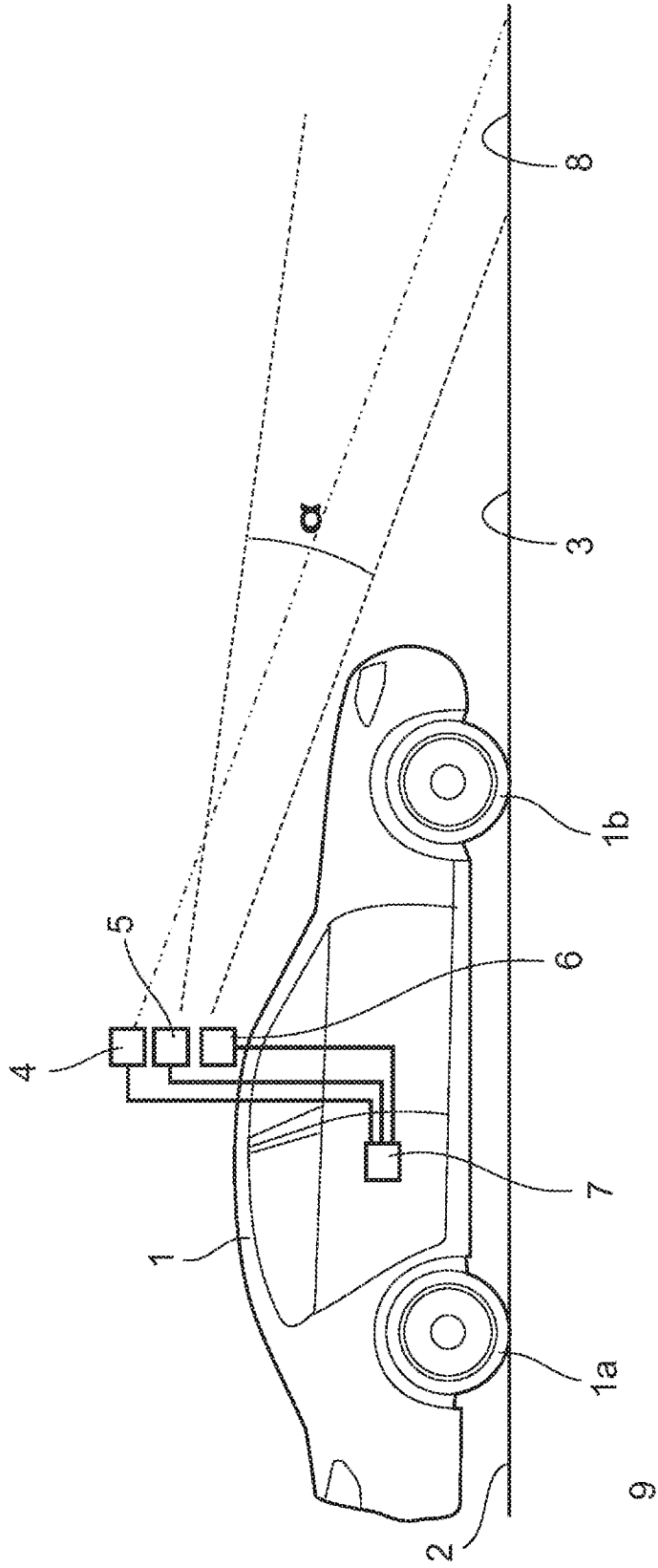


Figura 1

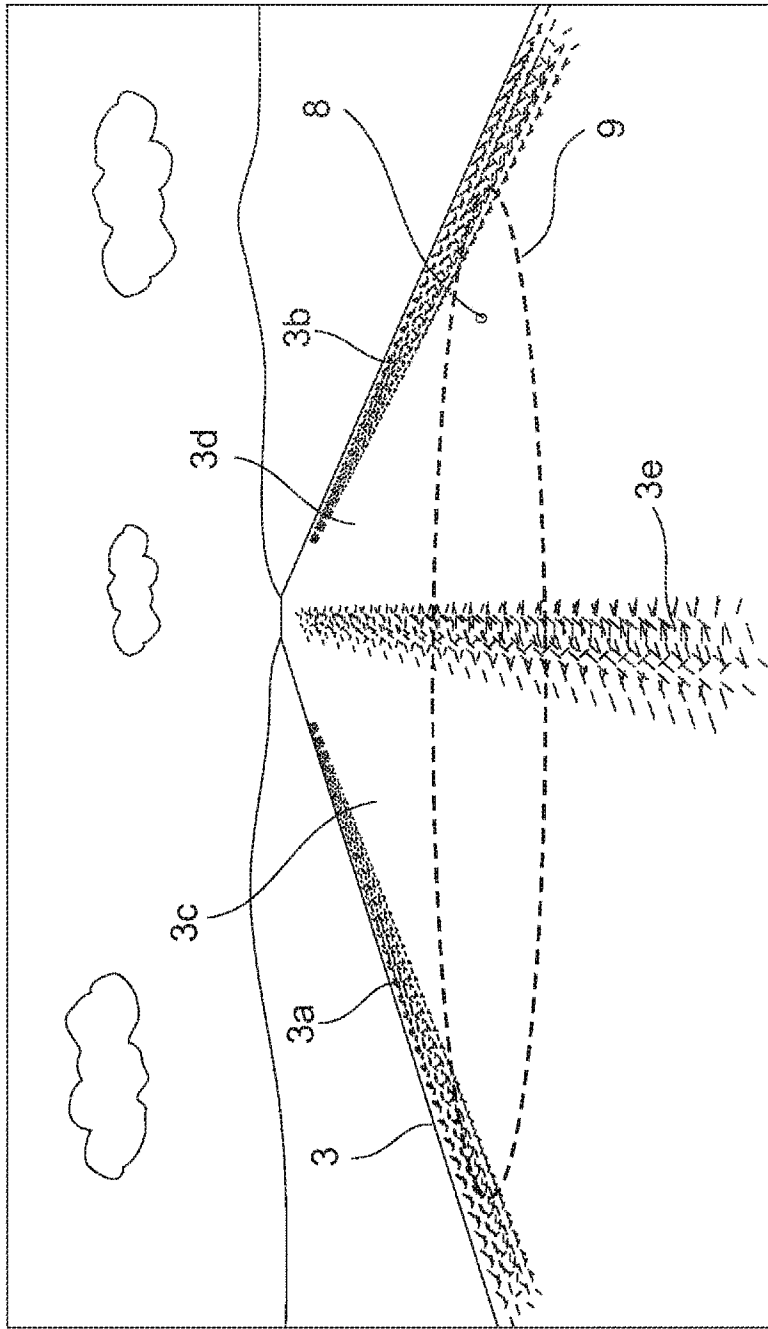


Figura 2

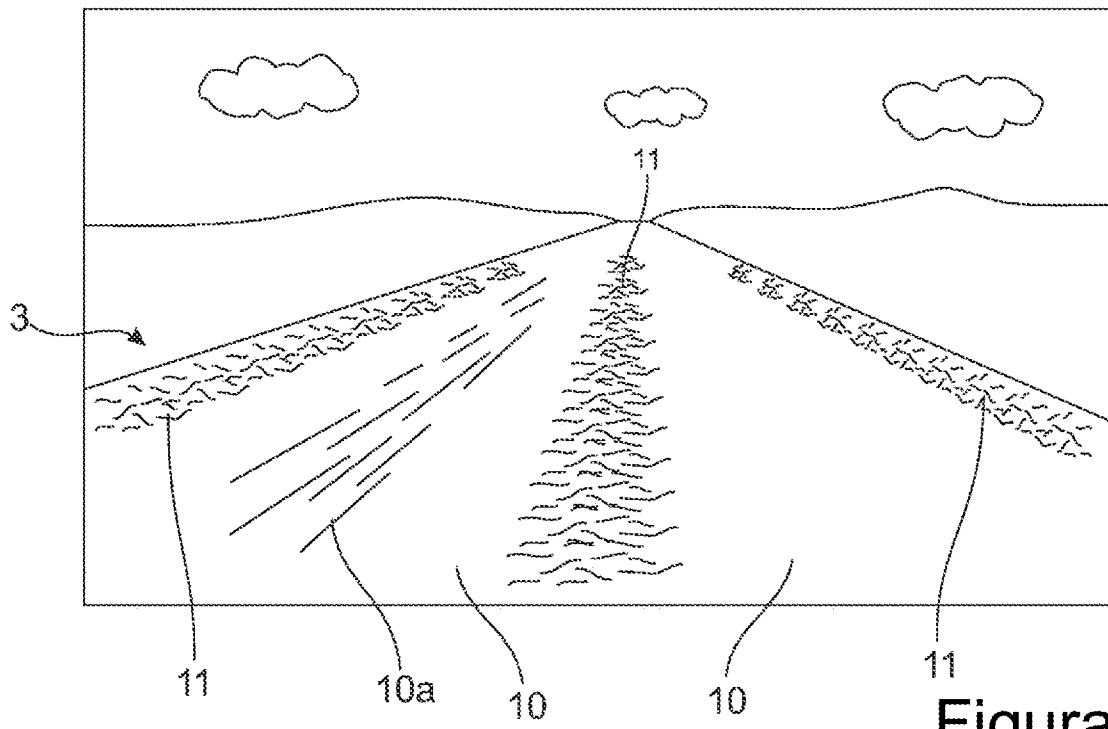


Figura 3

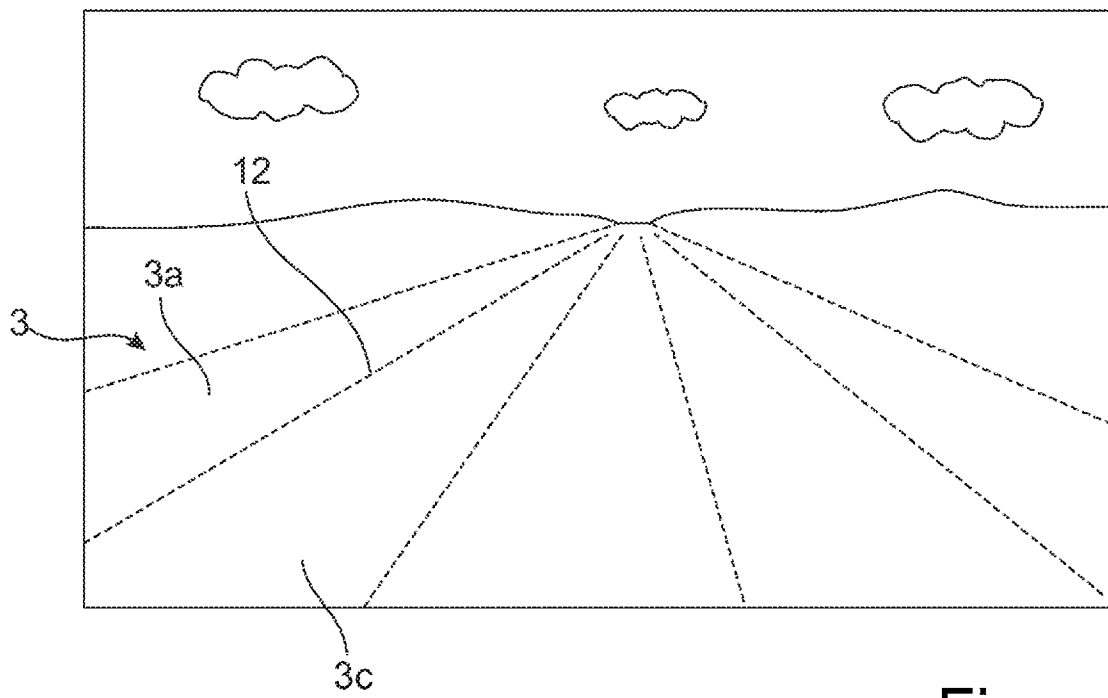


Figura 4

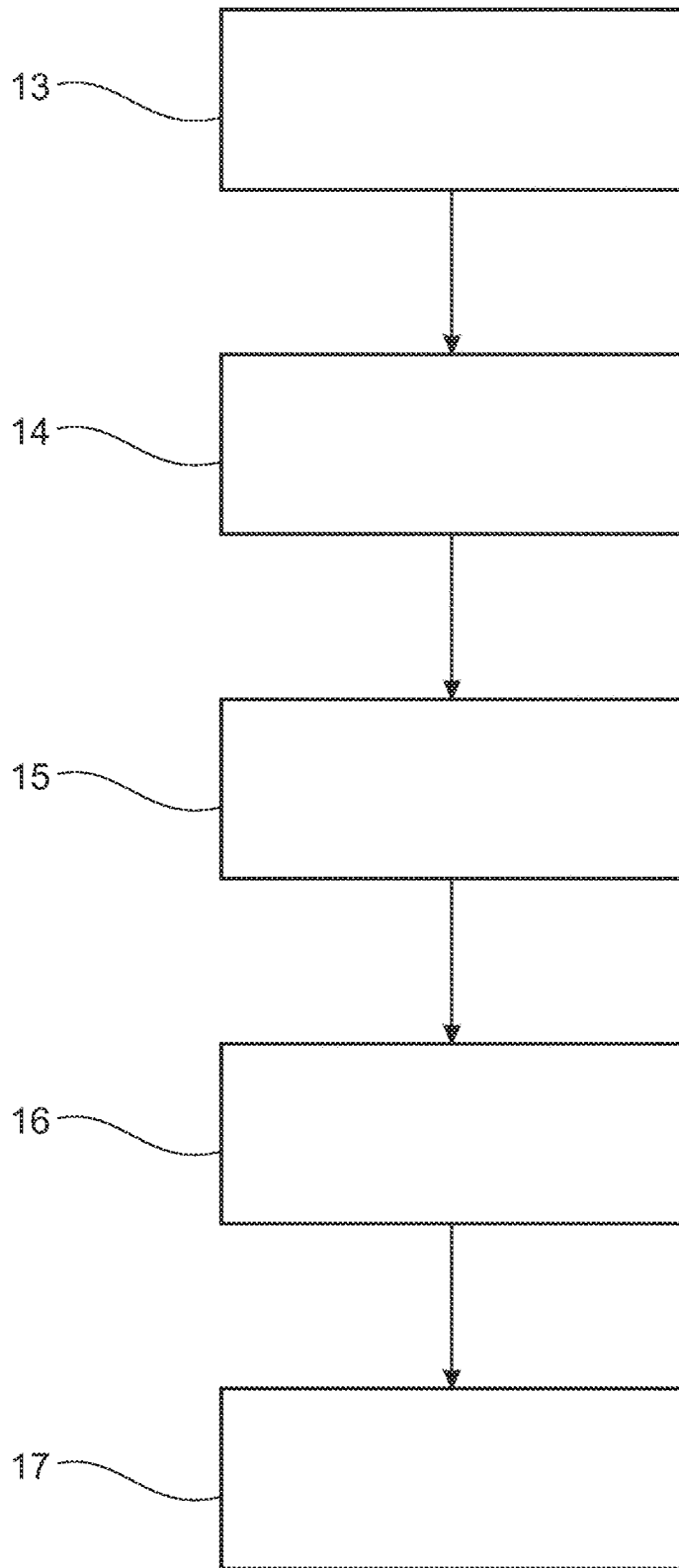


Figura 5