

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 793**

51 Int. Cl.:

G05D 1/02 (2006.01)

A01B 69/00 (2006.01)

A01B 69/04 (2006.01)

A01D 34/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.12.2015 PCT/JP2015/084652**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.06.2016 WO16093311**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.12.2015 E 15866771 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2019 EP 3232290**

54 Título: **Vehículo de trabajo**

30 Prioridad:

11.12.2014 JP 2014250953

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

12.05.2020

73 Titular/es:

**YANMAR CO., LTD. (100.0%)
1-32, Chaya-machi Kita-ku
Osaka-shi, Osaka 530-8311, JP**

72 Inventor/es:

**HASEGAWA, YASUHISA;
FUKUKAWA, TOMOYA;
HIRAMATSU, TOSHIFUMI;
FUKUDA, TOSHIO y
SEKIYAMA, KOSUKE**

74 Agente/Representante:

MIR PLAJA, Mireia

ES 2 759 793 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

Vehículo de trabajo

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un vehículo de trabajo provisto de una máquina móvil y de una máquina de trabajo, y configurado para trabajar mientras se desplaza. Más específicamente, la presente invención se refiere a un vehículo de trabajo configurado para desplazarse de manera autónoma según una línea delimitadora que muestra trazas de trabajo.

10

Antecedentes de la técnica

En los últimos años, se ha propuesto el siguiente vehículo de trabajo en el campo de los vehículos de trabajo configurados para llevar a cabo varias operaciones mientras una máquina móvil está en funcionamiento, con la finalidad de mejorar la eficiencia en el trabajo y reducir la carga del mismo. Es decir, un vehículo de trabajo configurado para llevar a cabo varias operaciones mediante desplazamiento no tripulado o mediante desplazamiento denominado autónomo sin que un conductor se suba a bordo.

15

Los ejemplos de un vehículo de trabajo del tipo mencionado incluyen aquel que se desplaza de manera autónoma usando un sistema global de navegación por satélite (GNSS), aquel que se desplaza de manera autónoma usando sensores, tales como un sensor de contacto físico y un sensor óptico, y aquel que se desplaza de manera autónoma usando imágenes capturadas por un dispositivo de captura de imágenes.

20

Por ejemplo, el documento JP H10-307627 A da a conocer un dispositivo de control de desplazamiento para un vehículo de trabajo autónomamente móvil, como ejemplo de un dispositivo incluido en el vehículo de trabajo configurado para usar imágenes con el fin de desplazarse autónomamente. En este caso, el dispositivo de control de desplazamiento está configurado para controlar un vehículo de trabajo con el fin de que se desplace según un límite de trabajo entre un área trabajada y un área que no ha sido trabajada. Con respecto a las imágenes de distancia obtenidas mediante el procesamiento de imágenes capturadas por una cámara estereoscópica montada en el vehículo, una unidad incluida en el dispositivo de control de desplazamiento está configurada para detectar un paso de distancia debido al límite de trabajo basándose en cambios del valor diferencial obtenido mediante la diferenciación de datos de distancia. El dispositivo de control de desplazamiento incluye, también, una unidad configurada para calcular una línea recta que constituye una aproximación de límite de trabajo sobre la base de puntos de detección del paso de distancia. Además, el dispositivo de control de desplazamiento incluye una unidad configurada para corregir la orientación del vehículo sobre la base de los datos de la línea recta que constituye una aproximación de límite de trabajo y para controlar un sistema de dirección con el fin de desplazarse según el límite de trabajo.

25

30

35

El documento de patente EP 2 390 741 A2 muestra un vehículo de trabajo conocido, con una unidad de detección de límites que está configurada para corregir la orientación del vehículo sobre la base de los datos determinados por la unidad de detección de límites.

40

Sumario de la invención

Problema técnico

45

Según la técnica anterior conocida, es posible detectar de manera precisa un límite de trabajo entre un área de trabajo y un área que no es de trabajo, y garantizar un paralelismo en el desplazamiento recto alternativo que requiere paralelismo con el fin de evitar sinuosidades y lograr un desplazamiento preciso a lo largo del límite de trabajo.

50

55

En la técnica dada a conocer en la referencia bibliográfica de patente 1, el límite de trabajo se detecta sobre la base de imágenes de distancia obtenidas mediante el procesamiento de imágenes capturadas por una cámara estereoscópica. En este caso, los volúmenes de información de las imágenes obtenidas son tan grandes que la carga aritmética del dispositivo de control de desplazamiento tiende a crecer. En relación con la cámara estereoscópica configurada para capturar un objeto idéntico desde diferentes direcciones con respecto a una fuente de luz, es difícil calibrar la cámara y hay muchas restricciones sobre el lugar en el que disponer la cámara. Por lo tanto, aumentan los costes de fabricación.

60

Es un objetivo de la presente invención proporcionar un vehículo de trabajo con una estructura simple configurada para detectar de manera precisa una línea delimitadora que muestre trazas de trabajo y para desplazarse autónomamente según la línea delimitadora.

Solución al problema

5 Con el fin de resolver los problemas antes mencionados, un vehículo de trabajo de acuerdo con una realización de la presente invención está configurado para trabajar mientras se desplaza, está provisto de una máquina móvil y de una máquina de trabajo, e incluye:

un primer dispositivo de captura de imágenes configurado para capturar periferias de la máquina móvil; y

10 una unidad de control configurada para controlar la máquina móvil de manera que se desplace autónomamente según una línea delimitadora que muestra trazas de trabajo formadas consecutivamente por la máquina de trabajo, en donde la unidad de control incluye

15 una unidad detectora de límites configurada para detectar la línea delimitadora mediante el procesado de una imagen capturada por los primeros dispositivos de captura de imágenes, y

20 una unidad de control de desplazamiento configurada para controlar direcciones de desplazamiento de la máquina móvil de manera que se produzcan según la línea delimitadora detectada por la unidad detectora de límites, en donde la unidad detectora de límites está configurada para

25 generar información de distribución de intensidad en relación con información de textura en una dirección predeterminada mediante filtrado con un filtro Gabor sobre la imagen capturada por el primer dispositivo de captura de imágenes,

llevar a cabo un procesado estadístico sobre la información de distribución de intensidad por área de inspección dividida en una pluralidad en una dirección vertical con el fin de detectar puntos delimitadores, y

30 detectar la línea delimitadora a partir de los puntos delimitadores por área de inspección.

La dirección predeterminada puede ser una dirección ascendente o una dirección descendente.

35 El primer dispositivo de captura de imágenes puede estar dispuesto de tal modo que la línea delimitadora que muestra las trazas de trabajo esté situada sustancialmente en el centro en la dirección horizontal de la imagen que debe capturarse.

El vehículo de trabajo puede incluir primeros dispositivos de captura de imágenes proporcionados en correspondencia con cada uno de los bordes izquierdo y derecho de la máquina de trabajo.

40 En esta configuración, la unidad de control puede estar configurada para llevar a cabo un procesado sobre una imagen capturada por uno de los primeros dispositivos de captura de imágenes.

45 El vehículo de trabajo puede incluir, además, una unidad de memoria y un segundo dispositivo de captura de imágenes capaz de capturar las trazas de trabajo justo después del trabajo de la máquina de trabajo.

En esta configuración, la unidad de control puede estar configurada para generar otra información de distribución de intensidad referente a información de textura en una dirección predeterminada mediante el filtrado con el filtro Gabor sobre una imagen capturada por el segundo dispositivo de captura de imágenes.

50 Además, en la configuración anterior, la unidad de control puede almacenar a continuación en la unidad de memoria resultados de procesado obtenidos llevando a cabo un procesado estadístico sobre la otra información de distribución de intensidad antes mencionada por área de inspección dividida en una pluralidad en una dirección vertical.

55 Además, en la configuración anterior, posteriormente la unidad de control puede usar los resultados de procesado almacenados en la unidad de memoria cuando se lleva a cabo el procesado estadístico en el cual la imagen capturada por el primer dispositivo de captura de imágenes es procesada con el fin de detectar la línea delimitadora.

Efectos ventajosos de la invención

60 Un vehículo de trabajo de una realización de la presente invención está configurado para trabajar mientras se desplaza, está provisto de una máquina móvil y de una máquina de trabajo, e incluye: un primer dispositivo de captura de imágenes configurado para capturar periferias de la máquina móvil; y una unidad de control configurada para controlar la máquina móvil de manera que se desplace autónomamente según una línea delimitadora que muestra trazas de trabajo formadas consecutivamente por la máquina de trabajo. La unidad de control incluye una unidad detectora de

límites configurada para detectar la línea delimitadora mediante el procesado de una imagen capturada por el primer dispositivo de captura de imágenes, e incluye una unidad de control de desplazamiento configurada para controlar direcciones de desplazamiento de la máquina móvil de manera que se produzcan según la línea delimitadora detectada por la unidad detectora de límites. La unidad detectora de límites está configurada para generar información de distribución de intensidad en relación con información de textura en una dirección predeterminada mediante filtrado con un filtro Gabor sobre la imagen capturada por el primer dispositivo de captura de imágenes y llevar a cabo un procesado estadístico sobre la información de distribución de intensidad por área de inspección dividida en una pluralidad en una dirección vertical con el fin de detectar puntos delimitadores, y detectar la línea delimitadora a partir de los puntos delimitadores por área de inspección. Por lo tanto, de acuerdo con el vehículo de trabajo de una realización de la presente invención, es posible reducir el aumento del volumen aritmético de la unidad de control y detectar de manera precisa la línea delimitadora que muestra las trazas de trabajo con una estructura simple de modo que es posible desplazarse de forma precisa y autónoma según la línea delimitadora.

Además, de acuerdo con el vehículo de trabajo de una realización de la presente invención, la dirección predeterminada puede ser una dirección ascendente o una dirección descendente. Por lo tanto, en relación con la máquina de trabajo configurada para formar las trazas de trabajo con características variables en la dirección vertical, es posible detectar de manera precisa la línea delimitadora que muestra las trazas de trabajo.

Todavía adicionalmente, de acuerdo con el vehículo de trabajo de una realización de la presente invención, el primer dispositivo de captura de imágenes puede estar dispuesto de tal modo que la línea delimitadora que muestra las trazas de trabajo se sitúe sustancialmente en el centro en la dirección horizontal de la imagen que debe capturarse. Por lo tanto, puede reducirse el volumen aritmético de la unidad de control.

El vehículo de trabajo de una realización de la presente invención puede incluir primeros dispositivos de captura de imágenes proporcionados en correspondencia con cada uno de los bordes derecho e izquierdo de la máquina de trabajo. En esta configuración, la unidad de control puede estar configurada para llevar a cabo un procesado sobre una imagen capturada por uno de los primeros dispositivos de captura de imágenes. Por lo tanto, es posible detectar de manera precisa la línea delimitadora que muestra las trazas de trabajo y reducir el volumen aritmético de la unidad de control.

El vehículo de trabajo de una realización de la presente invención puede incluir, además, una unidad de memoria y un segundo dispositivo de captura de imágenes capaz de capturar las trazas de trabajo justo después del trabajo de la máquina de trabajo. En esta configuración, la unidad de control puede estar configurada para generar otra información de distribución de intensidad referente a información de textura en una dirección predeterminada mediante el filtrado con el filtro Gabor sobre una imagen capturada por el segundo dispositivo de captura de imágenes. Además, en la configuración anterior, la unidad de control puede almacenar a continuación en la unidad de memoria resultados de procesado obtenidos llevando a cabo un procesado estadístico sobre la otra información de distribución de intensidad, antes mencionada, por área de inspección dividida en una pluralidad en una dirección vertical. Además, en la configuración anterior, posteriormente la unidad de control puede usar los resultados de procesado almacenados en la unidad de memoria cuando se lleva a cabo el procesado estadístico en el cual la imagen capturada por el primer dispositivo de captura de imágenes es procesada con el fin de detectar la línea delimitadora. Por lo tanto, de acuerdo con el vehículo de trabajo de una realización de la presente invención, es posible detectar de manera adecuada la línea delimitadora que muestra las trazas de trabajo y reducir el volumen aritmético de la unidad de control.

45 **Breve descripción de los dibujos**

La Fig. 1 es una vista en planta esquemática que ilustra un ejemplo de un vehículo de trabajo de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Fig. 2 es un diagrama de bloques que ilustra cómo detectar la línea delimitadora que muestra trazas de trabajo y cómo controlar el desplazamiento autónomo.

La FIG. 3 es una vista esquemática en planta que ilustra un ejemplo de una ruta a lo largo de la cual se desplaza autónomamente un vehículo cortacésped.

La Fig. 4 es una vista esquemática en planta que explica un ejemplo de desviación de una máquina móvil con respecto a la ruta.

La Fig. 5 es un diagrama de flujo que explica un ejemplo de detección llevado a cabo por una unidad de detección de límites.

La Fig. 6 es una vista esquemática que ilustra un ejemplo de una imagen capturada por un dispositivo de captura de imágenes.

La Fig. 7 es una vista esquemática que ilustra un ejemplo de una pluralidad de puntos delimitadores detectados.

La Fig. 8 es una vista esquemática que ilustra un ejemplo de la pluralidad de puntos delimitadores detectados y una línea delimitadora detectada.

5

La Fig. 9 es una vista esquemática que explica un ejemplo de desviación de la máquina móvil con respecto a la línea delimitadora detectada.

10

La Fig. 10 es una vista esquemática en planta que explica el ejemplo de la desviación de la máquina móvil con respecto a la línea delimitadora detectada.

La Fig. 11 es una vista esquemática en planta que ilustra un ejemplo de un vehículo de trabajo de acuerdo con otra realización.

15

Descripción de realizaciones

A continuación se describirán de manera detallada realizaciones para llevar a cabo la presente invención, en referencia a los dibujos. La Fig. 1 es una vista en planta que ilustra un vehículo cortacésped 1 como ejemplo de un vehículo de trabajo de acuerdo con la presente realización. En lo sucesivo en la presente, con vistas a simplificar la descripción, al lado izquierdo de la Fig. 1, que es la dirección de avance del vehículo cortacésped 1, se le hará referencia como dirección anterior, al lado superior de la Fig. 1, que es perpendicular a la dirección de avance y a la horizontal, se le hará referencia como dirección a la derecha, y al lado inferior de la Fig. 1 se le hará referencia como dirección a la izquierda.

20

El vehículo cortacésped 1 ilustrado en la Fig. 1 incluye una máquina móvil 10 y un dispositivo cortacésped 20 que actúa como máquina de trabajo. La máquina móvil 10 incluye ruedas delanteras 12 (12R, 12L) en ambos lados de una parte delantera de un cuerpo de máquina 11, correspondiente a la dirección de avance. La máquina móvil 10 incluye, también, ruedas traseras 13 (13R, 13L) en ambos lados de una parte posterior. En la parte posterior entre las ruedas traseras derecha e izquierda 13R, 13L se proporciona una batería extraíble 14. Las ruedas delanteras 12 son ruedas motrices acopladas, mientras que las ruedas traseras 13 son ruedas motrices. La máquina móvil 10 incluye, además, motores de desplazamiento derecho e izquierdo no ilustrados, dispositivos 30 de captura de imágenes derecho e izquierdo (30R, 30L), y similares. Los dispositivos 30 de captura de imágenes derecho e izquierdo se comportan como primeros dispositivos de captura de imágenes capaces de capturar las periferias de la máquina móvil 10. Debe señalarse que las operaciones de los motores de desplazamiento, del dispositivo cortacésped 20, y de los dispositivos 30 de captura de imágenes derecho e izquierdo son controladas por una unidad de control C que no se ilustra en la presente.

30

35

La rueda trasera derecha 13R está trabada y conectada con el motor de desplazamiento derecho a través de engranajes no ilustrados. La rueda trasera izquierda 13L está trabada y conectada con el motor de desplazamiento izquierdo a través de engranajes no ilustrados. Los motores de desplazamiento derecho e izquierdo pueden hacer girar de manera independiente las ruedas traseras derecha e izquierda 13R, 13L las cuales son las ruedas motrices. Debe señalarse que la alimentación eléctrica de los motores de desplazamiento se suministra desde la batería 14.

40

A medida que los motores de desplazamiento derecho e izquierdo hacen girar independientemente las ruedas traseras derecha a izquierda 13R, 13L, el vehículo cortacésped 1 se puede mover, por ejemplo, hacia atrás y hacia delante y girar. En el movimiento hacia atrás y hacia delante, los motores de desplazamiento derecho e izquierdo hacen girar las ruedas traseras derecha e izquierda 13R, 13L en la misma dirección y a la misma velocidad. En los giros, los motores de desplazamiento derecho e izquierdo hacen girar la rueda trasera derecha 13R y la rueda trasera izquierda 13L a una velocidad diferente. Además, haciendo girar la rueda trasera derecha 13R y la rueda trasera izquierda 13L en direcciones opuestas, el vehículo cortacésped 1 puede girar pivotando.

45

Debe señalarse que la máquina móvil 10 no se limita a la estructura antes mencionada. Por ejemplo, la máquina móvil 10 puede estar provista de un motor en calidad de máquina motriz, y puede desplazarse haciendo girar las ruedas traseras 13, que son las ruedas motrices, por parte del motor. Además, en la presente la máquina móvil 10 se direcciona generando una diferencia de la velocidad de rotación entre las ruedas traseras derecha e izquierda. No obstante, la máquina móvil 10 se puede direccionar mediante un dispositivo de dirección capaz de cambiar la orientación de las ruedas delanteras 12 con respecto al cuerpo 11 de máquina.

50

55

El dispositivo cortacésped 20 está dispuesto entre las ruedas delanteras 12 y las ruedas traseras 13, y en una parte inferior del cuerpo 11 de máquina. El dispositivo cortacésped 20 está suspendido en la parte inferior del cuerpo 11 de máquina mediante un dispositivo de suspensión no ilustrado. El dispositivo cortacésped 20 es movable en una dirección vertical por parte del dispositivo de suspensión. El vehículo cortacésped 1 hace que el dispositivo cortacésped 20 se mueva hacia arriba y hacia abajo con el fin de ajustar la longitud del césped que se debe cortar.

60

El dispositivo cortacésped 20 incluye, por ejemplo, una plataforma 21 de cortacésped, motores de cortacésped derecho e izquierdo no ilustrados, y cuchillas 22 de cortacésped derecha e izquierda (22R, 22L) para cortar césped. La superficie

lateral en una parte posterior de la plataforma 21 de cortacésped está abierta de manera que el césped cortado se pueda descargar hacia atrás. Las cuchillas 22R, 22L de cortacésped derecha e izquierda están dispuestas de forma adyacente dentro de la plataforma 21 de cortacésped. La cuchilla 22R de cortacésped derecha se hace girar por medio del motor de cortacésped derecho y la cuchilla de cortacésped izquierda se hace girar por medio del motor de cortacésped izquierdo. Las cuchillas 22R, 22L de cortacésped derecha e izquierda se hacen girar para cortar el césped. La alimentación eléctrica de los motores del cortacésped se suministra desde la batería 14. Además, las operaciones de los motores de cortacésped son controladas por la unidad de control C. Por consiguiente, el vehículo cortacésped 1 puede cortar césped por medio del dispositivo cortacésped 20 mientras se está desplazando. La anchura de corte W en la dirección horizontal dentro de la cual el dispositivo cortacésped 20 corta césped mientras se está desplazando es la anchura entre un borde derecho de un recorrido de rotación en un extremo de la cuchilla 22R de cortacésped derecha y un borde izquierdo de un recorrido de rotación en un extremo de la cuchilla 22L de cortacésped izquierda. La anchura de corte W es sustancialmente igual a la anchura de la plataforma de cortacésped en la dirección horizontal.

Debe señalarse que el dispositivo cortacésped 20 no se limita a la estructura antes mencionada. Por ejemplo, la máquina móvil 10 puede estar provista de un motor en calidad de máquina motriz, y puede hacer que las cuchillas 22 de cortacésped giren por medio del motor. Además, la disposición del dispositivo cortacésped 20 con respecto a la máquina móvil 10, la forma de la plataforma 21 de cortacésped, el número de las cuchillas 22 de cortacésped y otros aspectos similares, se pueden diseñar de manera adecuada. Por ejemplo, el dispositivo cortacésped 20 se puede disponer en la parte frontal de la máquina móvil 10 ó en su parte posterior. El dispositivo cortacésped 20 puede descargar césped cortado desde la plataforma 21 de cortacésped en la dirección horizontal.

Un ejemplo de dispositivos 30 de captura de imágenes (30R, 30L) es una cámara de dispositivo acoplado por carga (CCD). Cada uno de los dispositivos 30R, 30L de captura de imágenes derecho e izquierdo está fijado a un extremo de cada soporte 31 de sujeción que se extiende lateralmente y hacia arriba desde el cuerpo 11 de máquina. Los dispositivos 30R, 30L de captura de imágenes derecho e izquierdo se disponen con unos ángulos de inclinación. Los dispositivos 30R, 30L de captura de imágenes derecho e izquierdo pueden realizar capturas del suelo por delante de la máquina móvil 10.

En la presente, el dispositivo 30R de captura de imágenes derecho está dispuesto en una parte correspondiente con un borde derecho de una unidad de accionamiento del dispositivo cortacésped 20, es decir, el borde derecho del recorrido de rotación en el extremo de la cuchilla 22R de cortacésped derecha. Por lo tanto, el dispositivo 30R de captura de imágenes derecho está dispuesto en una parte correspondiente con un borde derecho de un área con césped que debe ser cortado por el dispositivo cortacésped 20 mientras se desplaza. Por otro lado, el dispositivo 30L de captura de imágenes izquierdo está dispuesto en una parte correspondiente a un borde izquierdo de una unidad de accionamiento del dispositivo cortacésped 20, es decir, el borde izquierdo del recorrido de rotación en el extremo de la cuchilla 22L de cortacésped izquierda. Por lo tanto, el dispositivo 30L de captura de imágenes izquierdo está dispuesto en una parte correspondiente a un borde izquierdo de un área con césped que debe ser cortada por el dispositivo cortacésped 20 mientras se desplaza. La unidad de control C procesa una imagen capturada por los dispositivos 30 de captura de imágenes con el fin de detectar una línea delimitadora que muestra trazas de trabajo formadas consecutivamente por el dispositivo cortacésped 20, es decir, una línea delimitadora de césped y después del corte. Obsérvese que los dispositivos 30 de captura de imágenes pueden al menos capturar las periferias de la máquina móvil 10. Es posible diseñar adecuadamente en qué lugar disponer y cómo fijar los dispositivos 30 de captura de imágenes.

En la presente, el vehículo cortacésped 1 está configurado para procesar la imagen capturada por los dispositivos 30 de captura de imágenes con el fin de detectar la línea delimitadora de césped antes y después del corte, formada consecutivamente por el dispositivo cortacésped 20, y está configurado para desplazarse autónomamente según la línea delimitadora detectada. Además, usando un sistema de navegación global por satélite (GNSS), el vehículo cortacésped 1 puede detectar una posición de la máquina móvil 10. La Fig. 2 es un diagrama de bloques que ilustra cómo detectar la línea delimitadora que muestra las trazas de trabajo y cómo controlar el desplazamiento autónomo. El vehículo cortacésped 1 incluye la máquina móvil 10 provista de una unidad de memoria M, un dispositivo receptor GNSS 41, un dispositivo 42 de accionamiento, un dispositivo 43 de visualización, un dispositivo 44 de comunicaciones, un sensor corporal 45, un sensor 46 de corte, y similares. Los dispositivos 30 de captura de imágenes, la unidad de memoria M, el dispositivo receptor GNSS 41, el dispositivo 42 de accionamiento, el dispositivo 43 de visualización, el dispositivo 44 de comunicaciones, el sensor corporal 45, el sensor 46 de corte, y similares, están conectados a la unidad de control C.

La unidad de control C está configurada para leer diversos valores de ajuste y señales de entrada, tales como valores de detección obtenidos por diversos sensores. La unidad de control C está configurada también para dar salida a señales de control con el fin de controlar operaciones de la máquina móvil 10, el dispositivo cortacésped 20, y los dispositivos 30 de captura de imágenes. La unidad de control C incluye, por ejemplo, un dispositivo de procesado configurado para llevar a cabo un procesado aritmético y un procesado de control, y una memoria principal configurada para almacenar información. Por ejemplo, la unidad de control C es un microordenador que incluye una unidad de procesado central (CPU) como dispositivo de procesado, una memoria de solo lectura (ROM) como memoria principal, y una memoria de acceso aleatorio (RAM). La memoria principal almacena programas de control, diversa información, y

similares para llevar a cabo operaciones de acuerdo con la presente realización. Debe indicarse que estos diversos programas, información y similares se pueden almacenar en la unidad de memoria M y pueden ser leídos por la unidad de control C.

5 La unidad de memoria M está configurada para almacenar programas, información y similares, y es capaz de reescribir la información almacenada y similares. Uno de los ejemplos de la unidad de memoria M incluye una memoria *flash*. La unidad de memoria M almacena de antemano una ruta R (que se mencionará posteriormente) a lo largo de la cual el vehículo cortacésped 1 se desplaza autónomamente.

10 El dispositivo receptor GNSS 41 recibe señales de radiocomunicaciones de satélites GNSS (no ilustrados) y convierte las señales de radiocomunicaciones recibidas para transmitir las a la unidad de control C. Los ejemplos del dispositivo 42 de accionamiento incluyen un ratón, un teclado, y similares para introducir información. El dispositivo 42 de accionamiento se usa para introducir información, tales como valores de ajuste referentes al desplazamiento autónomo del vehículo cortacésped 1. El dispositivo 43 de visualización es una pantalla de cristal líquido configurada para
15 visualizar información, tal como un estado del procesamiento aritmético en la unidad de control C, información introducida por el dispositivo 42 de accionamiento, e información almacenada en la unidad de memoria M. El dispositivo 44 de comunicaciones está configurado para transmitir y recibir información hacia y desde una unidad exterior. Por ejemplo, el dispositivo 44 de comunicaciones transmite a la unidad exterior información referente a condiciones de desplazamiento de la máquina móvil 10, y la imagen capturada por los dispositivos 30 de captura de imágenes. Por lo tanto, incluso
20 desde una ubicación remota, es posible interpretar las condiciones de desplazamiento autónomo del vehículo cortacésped 1.

El sensor corporal 45 está destinado a detectar información referente a operaciones de la máquina móvil 10. El sensor 46 de corte está destinado a detectar información referente a operaciones del dispositivo cortacésped 20. En la
25 presente, el sensor corporal 45 es un término conjunto para sensores configurados con el fin de detectar información necesaria para que el vehículo cortacésped 1 se desplace autónomamente. Ejemplos de dicha información incluyen la velocidad de desplazamiento y la actitud tridimensional de la máquina móvil 10, y el número de rotaciones del motor de desplazamiento. Más específicamente, el sensor corporal 45 incluye sensores de rotación en los motores de desplazamiento derecho e izquierdo, un sensor de orientación del vehículo, un sensor de inclinación del vehículo, y
30 similares. Las señales de detección del sensor corporal 45 se transmiten a la unidad de control C. De manera similar, el sensor 46 de corte incluye sensores configurados para detectar el número de rotaciones del motor de cortacésped, las posiciones verticales de la plataforma de cortacésped, y similares. Las señales de detección del sensor 46 de corte se transmiten a la unidad de control C.

35 La unidad de control C incluye una unidad de detección de posición C1. La unidad de detección de posición C1 incluye, por ejemplo, un programa. La unidad de detección de posición C1 está configurada para calcular la posición de la máquina móvil 10 sobre la base de señales de radiocomunicaciones que se emiten en un cierto tiempo de una pluralidad de satélites GNSS e introducidas desde el dispositivo receptor GNSS 41.

40 La unidad de control C incluye, además, una unidad de detección de límites C2. La unidad de detección de límites C2 incluye, por ejemplo, un programa. La unidad de detección de límites C2 está configurada para llevar a cabo un procesamiento determinado sobre señales de imagen (una imagen) introducidas desde uno de los dispositivos 30 de captura de imágenes derecho e izquierdo (30R, 30L) con el fin de detectar la línea delimitadora del césped antes y después del
45 corte en la imagen capturada.

Los ejemplos del procesamiento predeterminado que se lleva a cabo sobre la imagen por parte de la unidad de detección de límites C2 incluye un procesamiento de filtrado y estadístico. Posteriormente se describirán detalles aunque aquí se
50 presenta una breve descripción. La unidad de detección de límites C2 está configurada para llevar a cabo un filtrado con un filtro Gabor sobre la imagen capturada introducida desde uno de los dispositivos 30 de captura de imágenes y para generar información de distribución de intensidad referente a información de textura en una dirección predeterminada. A continuación, la unidad de detección de límites C2 lleva a cabo el procesamiento estadístico sobre la información de distribución de intensidad generada, con el fin de detectar la línea delimitadora del césped antes y después del corte.

55 En este caso, el filtro Gabor es un filtro que responde a bordes en una dirección específica y es un filtro que extrae características de manera similar a un córtex visual primario humano. El filtro Gabor queda definido por el producto de una onda cosenoidal y una función Gaussiana. El filtro Gabor se representa con las siguientes Fórmulas (1) a (3) en un sistema de coordenadas bidimensional donde el eje x se toma según la abscisa y el eje y se toma según la ordenada. En las Fórmulas (1) a (3), λ representa una longitud de onda, θ representa un ángulo, ϕ representa una fase, Y representa una relación de aspecto, y σ representa una desviación estándar. Cada parámetro se fija con el fin de extraer
60 características en la dirección específica.

[Fórmula Matemática 1]

$$g(x, y) = \exp\left\{-\frac{x'^2 + (yy')^2}{2\sigma^2}\right\} \cos\left(\frac{2\pi x'}{\lambda} + \phi\right) \quad (1)$$

5 [Fórmula Matemática 2]

$$x' = x \cos\theta + y \operatorname{sen}\theta \quad (2)$$

[Fórmula Matemática 3]

10 $y' = -x \operatorname{sen}\theta + y \cos\theta \quad (3)$

La unidad de control C incluye, además, una primera unidad de control de desplazamiento C3. La primera unidad de control de desplazamiento C3 incluye, por ejemplo, un programa. Posteriormente se describirán detalles aunque aquí se presenta una breve descripción. La primera unidad de control de desplazamiento C3 está configurada para controlar direcciones de desplazamiento de la máquina móvil 10 a lo largo de la línea delimitadora de césped antes y después del corte detectado por la unidad de detección de límites C2. En otras palabras, sobre la base de la línea delimitadora detectada por la unidad de detección de límites C2, la primera unidad de control de desplazamiento C3 está configurada para controlar operaciones del motor de desplazamiento y para cambiar direcciones de desplazamiento de la máquina móvil 10 de manera que la máquina móvil 10 puede desplazarse a lo largo de la línea delimitadora.

La unidad de control C incluye, además, una segunda unidad de control de desplazamiento C4. La segunda unidad de control de desplazamiento C4 incluye, por ejemplo, un programa. La segunda unidad de control de desplazamiento C4 está configurada para controlar operaciones del motor de desplazamiento y para cambiar direcciones de desplazamiento de la máquina móvil 10 sobre la base de la posición de la máquina móvil 10, la ruta R y las señales de detección, de manera que la máquina móvil 10 se puede desplazar a lo largo de la ruta R. La posición de la máquina móvil 10 es detectada por la unidad de detección de posición C1. La ruta R se almacena de antemano en la unidad de memoria M. Las señales de detección se envían desde el sensor corporal 45.

En lo sucesivo en la presente se describirá el desplazamiento autónomo del vehículo cortacésped 1. En la presente, la Fig. 3 es una vista esquemática en planta que ilustra un ejemplo de la ruta R a lo largo de la cual se desplaza autónomamente el vehículo cortacésped 1. Debe señalarse que las flechas de la Fig. 3 representan las direcciones de avance del vehículo cortacésped 1. La ruta R a lo largo de la cual se desplaza autónomamente el vehículo cortacésped 1 se fija de antemano y se almacena en la unidad de memoria M de antemano. El vehículo cortacésped 1 está configurado para desplazarse autónomamente a lo largo de esta ruta R.

La ruta R se realiza, por ejemplo, de tal manera que el vehículo cortacésped 1 puede desplazarse hacia atrás y hacia delante en una línea recta dentro de un campo 50 de trabajo según se ilustra en la Fig. 3. El vehículo cortacésped 1 corta césped con el dispositivo cortacésped 20 mientras se desplaza autónomamente a lo largo de la ruta R. La ruta R incluye una pluralidad de rutas paralelas rectas R1 (R1a a R1f) formadas a intervalos paralelos predeterminados y una pluralidad de rutas de giro semicirculares R2 (R2a a R2e) que conectan las rutas paralelas adyacentes R1. Un intervalo entre rutas paralelas adyacentes R1 es sustancialmente igual a la anchura de corte W del dispositivo cortacésped 20, y está diseñado adecuadamente de acuerdo con el tamaño y otros factores similares del dispositivo cortacésped 20.

El vehículo cortacésped 1 se desplaza desde un punto 51 de inicio de desplazamiento y a lo largo de la ruta paralela R1a. A continuación, el vehículo cortacésped 1 se desplaza a lo largo de la ruta de giro R2a en un extremo del campo 50 de trabajo para darse media vuelta. Consecuentemente, el vehículo cortacésped 1 se desplaza a lo largo de la ruta paralela R1b adyacente a la ruta paralela R1a donde se acaba de desplazar el vehículo cortacésped 1. El vehículo cortacésped 1 se desplaza repetidamente de un lado a otro hasta llegar a un punto terminal 52 de desplazamiento, y corta césped en el campo 50 de trabajo. En la presente, el intervalo entre rutas paralelas adyacentes R1 es sustancialmente igual a la anchura de corte W del dispositivo cortacésped 20. Por lo tanto, cuando se desplaza a lo largo de las rutas paralelas R1b a R1f excluyendo la ruta paralela R1a que se extiende desde el punto 51 de inicio de desplazamiento, el vehículo cortacésped 1 se desplaza en un estado en el que es adyacente a un área con el césped cortado.

En la presente, el intervalo entre las rutas paralelas adyacentes R1 es preferentemente más estrecho que la anchura de corte W del dispositivo 20 de corte. De esta manera, el dispositivo cortacésped 20 se puede desplazar, preparando un área que se solapa con el área con césped cortado de manera que no puede quedar nada de césped sin cortar y sobrante entre las rutas paralelas adyacentes R1.

Además, la información referente a la ruta R no incluye necesariamente la información posicional completa sobre la ruta. En este caso, la información referente a la ruta R incluye el punto 51 de inicio de desplazamiento, el punto terminal 52

de desplazamiento, información posicional de puntos de inicio y terminales de cada ruta de giro R2 e información del radio de cada ruta de giro R2.

5 Por consiguiente, el vehículo cortacésped 1 se desplaza autónomamente a lo largo de la ruta paralela R1a y la ruta de giro R2a desde el punto 51 de inicio de desplazamiento a un extremo de la ruta de giro R2a. En la ruta paralela R1a y la ruta de giro R2a, el vehículo cortacésped 1 se desplaza autónomamente bajo el control de la segunda unidad de control de desplazamiento C4.

10 El vehículo cortacésped 1 calcula la magnitud de la desviación de la máquina móvil 10 con respecto a la ruta paralela R1a, por medio de la segunda unidad de control de desplazamiento C4 basándose en la posición de la máquina móvil 10 la ruta paralela R1a y la orientación de la máquina móvil 10. La posición de la máquina móvil 10 es detectada por la unidad de detección de posición C1. La orientación de la máquina móvil 10 se envía desde el sensor corporal en forma de señales de detección. Los ejemplos de la magnitud de la desviación incluyen una distancia de desviación L1 del centro de la máquina móvil 10 con respecto a la ruta paralela R1a, y un ángulo de desviación θ_1 formado por la orientación (dirección de desplazamiento) de la máquina móvil 10 y la ruta paralela R1a según se ilustra en la Fig. 4. En la presente, la Fig. 4 es una vista esquemática en planta que explica un ejemplo de la desviación de la máquina móvil 10 con respecto a la ruta R. Una flecha en la Fig. 4 representa la dirección de desplazamiento de la máquina móvil 10.

20 A continuación, el vehículo cortacésped 1 controla el accionamiento del motor de desplazamiento y cambia la dirección de desplazamiento de la máquina móvil 10 por medio de la segunda unidad de control de desplazamiento C4 basándose en la magnitud calculada de desviación de la máquina móvil 10 con respecto a la ruta paralela R1a, de manera que la máquina móvil 10 se puede desplazar a lo largo de la ruta paralela R1a. En relación con la detección de posiciones de la máquina móvil 10 por parte de la unidad de detección de posición C1 y el cambio de direcciones de desplazamiento de la máquina móvil 10 por parte de la segunda unidad de control de desplazamiento C4, estos se llevan a cabo con un ciclo de muestreo predeterminado, por ejemplo, un ciclo de un segundo.

Llegando al punto de inicio de la ruta de giro R2a (el punto terminal de la ruta paralela R1a), el vehículo cortacésped 1 controla el accionamiento del motor de desplazamiento y cambia la dirección de desplazamiento de la máquina móvil 10 por medio de la segunda unidad de control de desplazamiento C4 basándose en la posición de la máquina móvil 10 detectada por la unidad de detección de posición C1, la ruta de giro R2a, y las señales de detección del sensor corporal 45. A continuación, el vehículo cortacésped 1 hace que la máquina móvil 10 se desplace a lo largo de la ruta de giro R2a. En la presente, la ruta de giro R2a tiene una forma semicircular que presenta un radio predeterminado ($W/2$), de manera que el vehículo cortacésped 1 realizará un giro de 180 grados en el sentido contrario a las agujas del reloj. Por lo tanto, el vehículo cortacésped 1 puede hacer que la máquina móvil 10 se desplace a lo largo de la ruta de giro R2a simplemente controlando el motor de desplazamiento para que realice una operación predeterminada por medio de la segunda unidad de control C4. De manera similar a la ruta paralela R1a, en la ruta de giro R2a, la segunda unidad de control de desplazamiento C4 puede estar configurada para calcular la magnitud de desviación de la máquina móvil 10 con respecto a la ruta de giro R2a, de manera que la máquina móvil 10 se puede desplazar a lo largo de la ruta de giro R2a.

40 Llegando al punto terminal de la ruta de giro R2a (el punto de inicio de la ruta paralela R1b), a continuación, el vehículo cortacésped 1 se desplaza autónomamente a lo largo de la ruta paralela R1b hasta el punto terminal de la ruta paralela R1b (el punto de inicio de la ruta de giro R2b). Cuando se desplaza a lo largo de la ruta paralela R1b, obsérvese que el vehículo cortacésped 1 se desplaza en un estado en el que es adyacente a un área con césped cortado mientras se desplaza a lo largo de la ruta paralela R1a. En otras palabras, en el desplazamiento a lo largo de la ruta paralela R1b, el vehículo cortacésped 1 se desplaza a lo largo de una línea delimitadora (una línea delimitadora de césped antes y después del corte) entre el área con césped cortado mientras se desplaza a lo largo de la ruta paralela R1a y un área con césped todavía por cortar el cual se cortará mientras se desplace a lo largo de la ruta paralela R1b. A continuación, el vehículo cortacésped 1 se desplaza autónomamente a lo largo de la ruta paralela R1b bajo el control de la primera unidad de control de desplazamiento C3.

55 El vehículo cortacésped 1 detecta la línea delimitadora de césped antes y después del corte por parte de la unidad de detección de límites C2. El vehículo cortacésped 1 controla también el accionamiento del motor de desplazamiento y cambia la dirección de desplazamiento de la máquina móvil 10 por medio de la primera unidad de control de desplazamiento C3 basándose en la línea delimitadora detectada de césped antes y después del corte. A continuación, el vehículo cortacésped 1 hace que la máquina móvil 10 se desplace a lo largo de la línea delimitadora para desplazarse autónomamente a lo largo de la ruta paralela R1b. En relación con la detección de la línea delimitadora por parte de la unidad de detección de límites C2 y el cambio de direcciones de desplazamiento de la máquina móvil 10 por parte de la primera unidad de control de desplazamiento C3, estos se llevan a cabo con un ciclo de muestreo predeterminado, por ejemplo, un ciclo de un segundo de manera similar al caso de la unidad de detección de posición C1 y la segunda unidad de control de desplazamiento C4. Incluso en un desplazamiento a lo largo de la ruta paralela R1b, el vehículo cortacésped 1 detecta la posición de la máquina móvil 10 por medio de la unidad de detección de posición C1 en el ciclo predeterminado.

En lo sucesivo en la presente se describe una técnica para detectar, por parte de la unidad de detección de límites C2, una línea delimitadora de césped antes y después del corte. La Fig. 5 es un diagrama de flujo que explica un ejemplo de detección llevado a cabo por la unidad de detección de límites C2. El vehículo cortacésped 1 realiza una captura del suelo por delante del vehículo cortacésped 1 por medio del dispositivo 30L de captura de imágenes izquierdo dispuesto en un lado en el cual está ubicada una línea delimitadora de césped antes y después del corte (etapa S1). En la Fig. 6 se ilustra una vista esquemática de un ejemplo de una imagen capturada. En la Fig. 6, se ilustra una línea delimitadora 55 entre un área 53 con césped cortado y un área 54 con césped sin cortar. La imagen capturada en este caso tiene una altura 480 x anchura 640 en píxeles. La información de brillo de cada píxel entre la altura 480 x anchura 640 en píxeles se introduce en la unidad de detección de límites C2.

Obsérvese que el dispositivo 30R de captura de imágenes derecho está dispuesto en una parte correspondiente al borde derecho de áreas con césped que debe ser cortado por el dispositivo cortacésped 20, y el dispositivo 30L de captura de imágenes izquierdo está dispuesto en una parte correspondiente al borde izquierdo de las áreas. Por lo tanto, el centro en la dirección horizontal de una imagen capturada por el dispositivo 30R de captura de imágenes derecho se corresponde con el borde derecho de las áreas con césped que debe ser cortado por el dispositivo cortacésped 20. El centro en la dirección horizontal de una imagen capturada por los dispositivos 30R de captura de imágenes izquierdos se corresponde con el borde izquierdo de las áreas. Supóngase que la orientación de la máquina móvil 10 es paralela a la línea delimitadora 55 entre el área 53 con césped cortado y el área 54 con césped sin cortar, y que el borde izquierdo del recorrido de rotación en el extremo de la cuchilla 22L de cortacésped izquierda del dispositivo cortacésped 20 está sobre la línea delimitadora 55. En un caso de este tipo, la línea delimitadora 55 debe colocarse en el centro en la dirección horizontal de una imagen capturada por el dispositivo 30L de captura de imágenes izquierdo. En otras palabras, el dispositivo 30L de captura de imágenes izquierdo está dispuesto de tal manera que la línea delimitadora 55 está situada en el centro en la dirección horizontal de la imagen capturada cuando el vehículo cortacésped 1 se desplaza a lo largo de la ruta paralela R1b.

A continuación, la unidad de detección de límites C2 lleva a cabo el filtrado con un filtro Gabor sobre la imagen capturada por el dispositivo 30L de captura de imágenes izquierdo (etapa S2). El césped se extiende en sentido ascendente desde el suelo. La línea delimitadora de césped antes y después del corte representa la línea delimitadora entre áreas que tienen diferentes patrones de textura en función de la longitud del césped y la orientación de la extensión. En otras palabras, el área con césped cortado y el área con césped sin cortar presentan diferencias en cuanto a las características de la imagen en la dirección vertical. La línea delimitadora entre áreas que presentan las características diferentes en la dirección vertical se puede considerar como la línea delimitadora de césped antes y después del corte. En la presente, en las Fórmulas (1) a (3), con el fin de extraer las características en la dirección vertical, cada parámetro se fija de la manera siguiente: $\lambda = 2$, $\theta = 90$, $\phi = 0$, $Y = 0,5$, y $\sigma = 0,38$. Por lo tanto, la imagen filtrada con el filtro Gabor se considera como información de distribución de intensidad en la dirección ascendente. Debe señalarse que ninguno de los parámetros se limita a los valores anteriores y los mismos se pueden diseñar de manera adecuada. En la presente, θ se fija a 90 como parámetro para extraer características en la dirección ascendente. No obstante, θ se puede fijar a 270 como parámetro para extraer características en la dirección descendente siempre que las características en la dirección vertical puedan extraerse.

Antes de llevar a cabo el filtrado con el filtro Gabor, también puede llevarse a cabo un filtrado para eliminar ruido de una imagen. En un caso de este tipo, cuando se lleva a cabo el filtrado con el filtro Gabor, es posible extraer características en una dirección específica más claramente. El filtrado para eliminar ruido no está limitado de manera específica. Un ejemplo aplicable para dicho filtrado incluye la conversión de una imagen de color en una escala de grises, y un filtrado con filtros de mediana en los cuales cada valor de píxel se sustituye por una mediana de píxeles periféricos.

A continuación, la unidad de detección de límites C2 detecta puntos delimitadores sobre la línea delimitadora 55 de césped antes y después del corte con respecto a la imagen filtrada con el filtro Gabor (etapa S3). La imagen filtrada con el filtro Gabor se divide en la dirección vertical para fijar una pluralidad de áreas de inspección. Cada una de las áreas de inspección se divide en la dirección horizontal para fijar una pluralidad de áreas unitarias de inspección. En la presente, la imagen filtrada con el filtro Gabor se divide equitativamente en la dirección vertical para fijar treinta áreas de inspección. Cada una de las áreas de inspección se divide equitativamente en la dirección horizontal para fijar cuarenta áreas unitarias de inspección. En otras palabras, la imagen filtrada en el filtro Gabor se divide en mil doscientas áreas unitarias de inspección en total.

La unidad de detección de límites C2 calcula una suma de brillo en cada área unitaria de inspección. La unidad de detección de límites C2 también calcula un valor medio de la suma de brillo de las cuarenta áreas unitarias de inspección de cada área de inspección y fija el valor medio como umbral de las áreas de inspección. De izquierda a derecha, la unidad de detección de límites C2 divide el umbral de la suma del brillo en áreas unitarias de inspección por área de inspección. A continuación, la unidad de detección de límites C2 determina los puntos delimitadores comparando el positivo y negativo del valor dividido con el positivo y negativo del valor dividido anterior. Cuando el positivo y negativo del valor dividido es diferente del positivo y el negativo del valor dividido anterior, la unidad de detección de límites C2 determina el centro del área unitaria de inspección como punto delimitador. La Fig. 7 es una

vista esquemática que ilustra un ejemplo de una pluralidad de puntos delimitadores detectados P ilustrados en la vista esquemática de la Fig. 6.

5 En la presente, el umbral usado para determinar los puntos delimitadores se calcula por área de inspección, de manera que no hay necesidad de fijar el umbral de antemano. Por lo tanto, es posible determinar los puntos delimitadores de manera más precisa con una influencia menor por las condiciones del césped y de la luz, el brillo y la heurística.

10 Debe señalarse que la técnica para detectar puntos delimitadores no se limita a la anterior. Los tamaños de las áreas de inspección, los correspondientes de las áreas unitarias de inspección, la técnica para determinar un umbral, y factores similares se diseñarán adecuadamente siempre que los puntos delimitadores sobre una línea delimitadora de césped antes y después del corte se detecten a partir de una imagen filtrada con el filtro Gabor, que es la información de distribución de intensidad de una dirección predeterminada. Por ejemplo, un área de unidad de inspección también se puede fijar de manera que se solape sobre otras áreas unitarias de inspección de interés en ambos lados. Además, un umbral también se puede calcular usando una media móvil simple con respecto a la dirección horizontal. Alternativamente, puede calcularse un umbral para cada imagen.

20 Además, no hay necesidad de detectar los puntos delimitadores con respecto al área completa de la imagen filtrada con el filtro Gabor. En la presente, los dispositivos 30R, 30L de captura de imágenes derecho e izquierdo están dispuestos, respectivamente, en los bordes derecho e izquierdo de las áreas con césped que debe ser cortado por el dispositivo cortacésped 20. Por lo tanto, en imágenes capturadas por los dispositivos 30R, 30L de captura de imágenes derecho e izquierdo, la línea delimitadora 55 tiende a ser capturada sustancialmente en el centro en la dirección horizontal. Por lo tanto, los puntos delimitadores se pueden detectar con respecto a un área en una parte central en la dirección horizontal de la imagen filtrada con el filtro Gabor. En un caso de este tipo, es posible reducir el volumen aritmético de la unidad de detección de límites C2. Además, en relación con la dirección horizontal de cada área de inspección, los tamaños de las áreas unitarias de inspección en la parte central se pueden fijar a un valor pequeño, y los tamaños de las áreas unitarias de inspección en las partes derecha e izquierda se pueden fijar a un valor grande. Con una fijación de este tipo, es posible reducir el volumen aritmético de la unidad de detección de límites C2.

30 Además, una realización de este tipo es aplicable de tal manera que un valor medio de umbrales calculado por área de inspección se almacene en la unidad de memoria M. En dicha realización, la siguiente vez que se detecten puntos delimitadores a partir de una imagen capturada por los dispositivos 30 de capturas de imágenes, los puntos delimitadores se pueden detectar en relación con este valor medio de los umbrales almacenado en la unidad de memoria M como umbral. Por consiguiente, no es necesario que la unidad de detección de límites C2 deba calcular un umbral cada vez, lo cual conduce a una reducción del volumen aritmético de la unidad de detección de límites C2. En tal caso, la siguiente vez que se calculen puntos delimitadores, la unidad de detección de límites C2 se puede configurar para calcular un umbral y para detectar los puntos delimitadores de acuerdo con el número de puntos delimitadores que son atípicos (lo cual se mencionará posteriormente). Esto es debido a que el umbral se considera como inadecuado cuando el número de los puntos delimitadores como atípicos es grande. Por lo tanto, de esta manera, los puntos delimitadores se pueden detectar de forma más precisa.

40 Además, el umbral usado para determinar los puntos delimitadores se puede fijar de antemano. En tal caso, incluso cuando el área 53 con césped cortado o el área 54 con césped sin cortar es estrecha en imágenes capturadas por los dispositivos 30R y 30L de captura de imágenes derecho e izquierdo, es posible detectar los puntos delimitadores de forma más precisa. En otras palabras, incluso cuando la línea delimitadora 55 no está situada cerca del centro de las imágenes sino cerca de sus extremos derecho o izquierdo, es posible detectar los puntos delimitadores de forma más precisa.

50 A continuación, la unidad de detección de límites C2 detecta la línea delimitadora 55 de césped antes y después del corte basándose en los puntos delimitadores P por área de inspección detectada (etapa S4). En este caso, los puntos delimitadores P por área de inspección detectados en la etapa S3 pueden incluir puntos delimitadores que están considerablemente fuera de la línea delimitadora 55. Por lo tanto, la unidad de detección de límites C2 extrae puntos delimitadores P dentro de un margen de error predeterminado y detecta la línea delimitadora 55 sobre la base de una pluralidad de estos puntos delimitadores extraídos P.

55 La unidad detectora de límites C2 extrae los puntos delimitadores P dentro del margen de error predeterminado usando un consenso de muestras aleatorias (RANSAC). Más específicamente, la unidad de detección de límites C2 selecciona aleatoriamente dos puntos delimitadores P de entre todos los puntos delimitadores P detectados en la etapa S3, y calcula una línea recta que pasa por estos dos puntos delimitadores P. La unidad de detección de límites C2 calcula distancias entre la línea recta calculada y todos los puntos delimitadores P detectados en la etapa S3, y extrae solamente puntos delimitadores P que presentan una distancia menor que un umbral predeterminado. A continuación, la unidad detectora de límites C2 selecciona aleatoriamente dos puntos delimitadores P de estos puntos delimitadores P extraídos, de una manera similar a la anterior, y calcula una línea recta que pasa por estos dos puntos delimitadores P. A continuación, la unidad de detección de límites C2 calcula distancias desde la línea recta calculada a todos los puntos delimitadores P extraídos, para extraer de nuevo solamente puntos delimitadores P que presentan una distancia menor

que el umbral predeterminado. Repitiendo la extracción de los puntos delimitadores una pluralidad de veces, la unidad de detección de límites C2 extrae puntos delimitadores P incluidos dentro del margen de error predeterminado (dentro del umbral) de entre todos los puntos delimitadores P detectados en la etapa S3. En la presente, el número de repeticiones de esta extracción se fija a 50 veces.

5

A continuación, la unidad de detección de límites C2 detecta la línea delimitadora 55 a partir de los puntos delimitadores P extraídos usando el RANSAC, mediante un planteamiento de mínimos cuadrados. La Fig. 8 es una vista esquemática que ilustra un ejemplo de una pluralidad de puntos delimitadores P detectados y una línea delimitadora 56 detectada ilustrada en la vista esquemática de la Fig. 6. En la Fig. 8, entre la pluralidad detectada de puntos delimitadores P, los puntos delimitadores usados para detectar la línea delimitadora 55 se representan por medio de los puntos delimitadores P1, y los valores atípicos no usados para detectar la línea delimitadora 55 se representan por medio de los puntos delimitadores P2. En la presente, se omitirá una descripción de la línea delimitadora 55 capturada.

10

Debe señalarse que la técnica para detectar la línea delimitadora 55 no se limita a lo anterior. El número de repeticiones de extracción de puntos delimitadores P y el umbral se diseñarán de manera adecuada. Además, los puntos delimitadores P se pueden extraer mediante una técnica diferente al RANSAC. Por ejemplo, los puntos delimitadores P se pueden extraer mediante un planteamiento de mínimos cuadrados. No obstante, en caso de que se aplique el planteamiento de mínimos cuadrados, los resultados no presentan estabilidad en cuanto a perturbaciones (valores atípicos), de manera que es preferible aplicar una técnica de extracción con robustez.

15

20

En la presente, la unidad de detección de límites C2 está configurada para detectar la línea delimitadora basándose en la información de distribución de intensidad en la dirección ascendente, generada a partir de la imagen capturada, mediante el filtrado con el filtro Gabor en la dirección ascendente. En otras palabras, la unidad de detección de límites C2 está configurada para llevar a cabo un filtrado usando un filtro Gabor de manera que el volumen de información que se someterá al procesado estadístico no puede incrementarse y de manera que la línea delimitadora se puede detectar con una estructura simple.

25

Otra técnica para detectar una línea delimitadora incluye la siguiente. En esta técnica, una imagen capturada se filtra con una pluralidad de filtros Gabor que tienen diferentes parámetros de direcciones (ángulos) y se genera información de distribución de intensidad en una pluralidad de direcciones. La información de distribución de intensidad en la pluralidad de direcciones se somete al procesado estadístico para detectar la línea delimitadora. Por ejemplo, en las Fórmulas (1) a (3), se aplican treinta y seis filtros Gabor en los cuales el parámetro de las direcciones (ángulos) θ se fija a 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150 y 165, y en los cuales la desviación estándar σ con respecto a θ se fija a 1,2, 1,6 y 2,2. En relación con otros parámetros, Y se fija a 0,5, ϕ se fija a 0, y λ se fija a 2,13, 2,85 ó 3,91 de acuerdo con valores de las desviaciones estándares σ .

30

35

El filtrado con los treinta y seis filtros Gabor se lleva a cabo sobre la imagen capturada. Debido a este filtrado, se genera información de intensidad en cada dirección con respecto a cada píxel. En otras palabras, se generan treinta y seis informaciones de intensidad con respecto a cada píxel. Debe señalarse que la información de intensidad de cada píxel es un valor obtenido sumando al brillo de cada píxel el producto del brillo de cada píxel y un valor calculado mediante el filtrado. En cada píxel, se extrae el máximo de las treinta y seis informaciones de intensidad, y la dirección de un filtro Gabor (θ) en la cual se ha generado la información de intensidad máxima se considera como la información de textura en el píxel para generar información de distribución de textura. De esta manera es posible extraer patrones de textura en la imagen capturada en calidad de información de distribución de textura.

40

45

Tal como se ha mencionado anteriormente, el área con césped cortado y el área con césped sin cortar se reflejan en la imagen, y estas dos áreas tienen diferentes patrones de textura en función de la longitud del césped y de la orientación de la extensión. Por lo tanto, binarizando la información de distribución de textura generada con un ángulo predeterminado, por ejemplo, $\theta = 30$ como umbral, es posible extraer el área con césped cortado y el área con césped sin cortar. En otras palabras, la información (imagen) generada mediante binarización es una imagen en la cual la imagen capturada está dividida en el área con césped cortado y el área con césped sin cortar. Con la técnica para detectar puntos delimitadores y la dirección de detección de la línea delimitadora, puede detectarse la línea delimitadora de césped antes y después del corte a partir de la imagen generada mediante esta binarización. De esta manera es posible detectar la línea delimitadora basándose en la información de distribución de intensidad referente a la información de textura en la pluralidad de direcciones y detectar la línea delimitadora de manera más precisa.

50

55

Debe señalarse que la técnica para detectar la línea delimitadora usando la pluralidad de filtros Gabor no se limita a la anterior. Por ejemplo, el filtrado para eliminar ruido se puede llevar a cabo sobre la imagen generada mediante la binarización. De esta manera es posible detectar los puntos delimitadores de forma más precisa. Además, el número de los filtros Gabor, el valor de cada parámetro, el umbral y otros factores similares, no se limitan a los valores numéricos antes mencionados y se pueden diseñar adecuadamente. Además, en caso de que se aplique el filtro Gabor antes mencionado, a la información de distribución de intensidad generada mediante el filtrado se le puede aplicar una binarización similar a la anterior, y pueden detectarse puntos delimitadores sobre la base de la imagen generada mediante binarización.

60

5 Tal como se ha mencionado anteriormente, el vehículo cortacésped 1 controla el accionamiento del motor de desplazamiento y cambia la dirección de desplazamiento de la máquina móvil 10 por medio de la primera unidad de control de desplazamiento C3 sobre la base de la línea delimitadora 56 detectada de césped antes y después del corte, detectada por la unidad de detección de límites C2, para desplazarse de forma autónoma a lo largo de la línea delimitadora.

10 Más específicamente, basándose en la línea delimitadora detectada 56 detectada por la unidad de detección de límites C2, la primera unidad de control de desplazamiento C3 calcula la magnitud de la desviación de la máquina móvil 10 con respecto a la línea delimitadora detectada 56. Los ejemplos de la magnitud de desviación incluyen una distancia de desviación L2 y un ángulo de desviación $\theta 2$ según se ilustra en las Figs. 9 y 10. La distancia de desviación L2 es la distancia en la dirección horizontal entre un punto de referencia O de la imagen capturada por el dispositivo 30L de captura de imágenes izquierdo y la línea delimitadora detectada 56. El ángulo de desviación $\theta 2$ es un ángulo que representa la inclinación de la línea delimitadora detectada 56 con respecto a la dirección vertical. En este caso, la Fig. 9 es una vista esquemática que explica un ejemplo de la desviación de la máquina móvil 10 con respecto a la línea delimitadora detectada 56. La Fig. 10 es una vista esquemática en planta que explica el ejemplo de la desviación de la máquina móvil 10 con respecto a la línea delimitadora detectada 56. En la Fig. 9, los puntos delimitadores detectados P de la vista esquemática de la Fig. 8 se omiten, y se ilustran el punto de referencia O, la distancia de desviación L2 y el ángulo de desviación $\theta 2$. El punto de referencia O es un punto central en la imagen en la dirección vertical y en la dirección horizontal. En la Fig. 10, se ilustran una línea delimitadora detectada 56a, un punto de referencia Oa, una distancia de desviación L2a y un ángulo de desviación $\theta 2a$. La línea delimitadora detectada 56a, el punto de referencia Oa, la distancia de desviación L2a y el ángulo de desviación $\theta 2a$ se corresponden, respectivamente, con la línea delimitadora detectada 56, el punto de referencia O, la distancia de desviación L2 y el ángulo de desviación $\theta 2$ de la Fig. 9. El área 57 representa un área que debe reflejarse en la imagen, y la flecha representa la dirección de desplazamiento de la máquina móvil 10.

En este caso, tal como se ilustra en las Figs. 9 y 10, la distancia de desviación L2 y el ángulo de desviación $\theta 2$ en la Fig. 9 (en la imagen) son diferentes con respecto a la distancia de desviación L2a y el ángulo de desviación $\theta 2a$ de la Fig. 10 (en un espacio real). Por lo tanto, la primera unidad de control de desplazamiento C3 usa la distancia de desviación L2a y el ángulo de desviación $\theta 2a$. La distancia de desviación L2a y el ángulo de desviación $\theta 2a$ se obtienen llevando a cabo una transformada de coordenadas sobre la distancia de desviación L2 y el ángulo de desviación $\theta 2$ calculados a partir de la línea delimitadora detectada 56 detectada por la unidad de detección de límites C2.

35 Tal como se ha mencionado anteriormente, el dispositivo 30L de captura de imágenes izquierdo está dispuesto de tal modo que, en caso de que la orientación de la máquina móvil 10 sea paralela a la línea delimitadora 55 de césped antes y después del corte y de que la parte extrema izquierda del recorrido de rotación de la cuchilla 22L de cortacésped izquierda incluida en el dispositivo cortacésped 20 esté sobre la línea delimitadora, la línea delimitadora 55 se sitúa en el centro en la dirección horizontal de la imagen capturada. Por lo tanto, es posible para la primera unidad de control de desplazamiento C3 calcular la magnitud de desviación de la máquina móvil 10 con respecto a la línea delimitadora detectada 56 de forma relativamente sencilla basándose en el centro, en la dirección horizontal, de la imagen, de manera que puede reducirse el volumen aritmético de la primera unidad de control de desplazamiento C3.

45 A continuación, el vehículo cortacésped 1 controla el accionamiento del motor de desplazamiento y cambia la dirección de desplazamiento de la máquina móvil 10 por medio de la primera unidad de control de desplazamiento C3 basándose en la magnitud de desviación (la distancia de desviación L2a y el ángulo de desviación $\theta 2a$) de la máquina móvil 10 con respecto a la línea delimitadora detectada 56, para desplazarse autónomamente a lo largo de la línea delimitadora de césped antes y después del corte.

50 De manera similar al desplazamiento según la ruta de giro R2b, cuando alcanza el punto de inicio de la ruta de giro R2b (el punto terminal de la ruta paralela R1b), el vehículo cortacésped 1 controla el accionamiento del motor de desplazamiento y cambia la dirección de desplazamiento de la máquina móvil 10 por medio de la segunda unidad de control de desplazamiento C4 basándose en la posición de la máquina móvil 10 detectada por la unidad de detección de posición C1, en la ruta de giro R2b, y en las señales de detección del sensor corporal 45. A continuación, el vehículo cortacésped 1 hace que la máquina móvil 10 se desplace a lo largo de la ruta de giro R2b. En este caso, la ruta de giro R2b en el sentido de las agujas del reloj es diferente en cuanto a dirección de giro con respecto a la ruta de giro R2a en el sentido contrario a las agujas del reloj. Por lo tanto, de manera similar al desplazamiento de la ruta de giro R2a, el vehículo cortacésped 1 puede hacer que la máquina móvil 10 se desplace a lo largo de la ruta de giro R2b simplemente controlando el motor de desplazamiento para que realiza una operación predeterminada por medio de la segunda unidad de control de desplazamiento C4. De manera similar a la ruta paralela R1b, en la ruta de giro R2b, la segunda unidad de control de desplazamiento C4 puede estar configurada para calcular la magnitud de la desviación de la máquina móvil 10 con respecto a la ruta de giro R2b, de modo que la máquina móvil 10 puede desplazarse a lo largo de la ruta de giro R2b.

Llegando al punto terminal de la ruta de giro R2b (el punto de inicio de la ruta paralela R1c), a continuación, el vehículo cortacésped 1 se desplaza autónomamente a lo largo de la ruta paralela R1c hasta el punto terminal de la ruta paralela R1c (el punto de inicio de la ruta de giro R2c). De manera similar a la ruta paralela R1b, en el desplazamiento a lo largo de la ruta paralela R1c, el vehículo cortacésped 1 se desplaza a lo largo de una línea delimitadora (una línea delimitadora de césped antes y después del corte) entre un área con césped cortado mientras se desplaza a lo largo de la ruta paralela R1b y un área con césped todavía por cortar y que va a ser cortado, mientras se desplaza a lo largo de la ruta paralela R1c.

De manera similar al desplazamiento de la ruta paralela R1b, el vehículo cortacésped 1 detecta la línea delimitadora de césped antes y después del corte por medio de la unidad de detección de límites C2. El vehículo cortacésped 1 controla también el accionamiento del motor de desplazamiento y cambia la dirección de desplazamiento de la máquina móvil 10 por medio de la primera unidad de control de desplazamiento C3 basándose en la línea delimitadora detectada de césped antes y después del corte, de manera que la máquina móvil 10 se puede desplazar a lo largo de la línea delimitadora para desplazarse autónomamente a lo largo de la ruta paralela R1c.

En este caso, en el desplazamiento a lo largo de la ruta paralela R1b, la línea delimitadora de césped antes y después del corte se encuentra en el lado izquierdo de la máquina móvil 10, pero en el desplazamiento a lo largo de la ruta paralela R1c, la línea delimitadora de césped antes y después del corte se encuentra en el lado derecho de la máquina móvil 10. Por lo tanto, la unidad de detección de límites C2 detecta la línea delimitadora de césped antes y después del corte sobre la base de la imagen capturada por el dispositivo 30R de captura de imágenes derecho. En relación con la detección de la línea delimitadora de césped antes y después del corte por parte de la unidad de detección de límites C2 y con el cambio de la dirección de desplazamiento de la máquina móvil 10 por parte de la primera unidad de control de desplazamiento C3, el caso de desplazamiento a lo largo de la ruta paralela R1c es similar al caso de desplazamiento a lo largo de la ruta paralela R1b excepto por una ligera diferencia, es decir, se conmuta uno de los dispositivos 30 de captura de imágenes que se usará. Por lo tanto, se omitirá la descripción referente a la detección de la línea delimitadora y al cambio de la dirección de desplazamiento.

En este caso, la conmutación de los dispositivos 30R, 30L de captura de imágenes derecho e izquierdo se determina en función de la ruta R. La información para determinar cuál de los dispositivos 30R, 30L de captura de imágenes derecho e izquierdo deberá usarse se almacena en la unidad de memoria M, relacionada con la ruta R. Obsérvese que también es aplicable la siguiente realización. Es decir, la presencia de la línea delimitadora se determina por parte de la unidad de detección de límites C2 en relación con cada imagen capturada por los dispositivos 30R y 30L de captura de imágenes derecho e izquierdo, y sobre la base del resultado de la determinación, la unidad de detección de límites C2 determina cuál de los dispositivos 30R, 30L de captura de imágenes derecho e izquierdo va a usarse. En tal caso, es posible reducir el volumen de información a almacenar en la unidad de memoria M de antemano. Además, en tal caso, incluso cuando la máquina móvil 10 está considerablemente fuera de la ruta R, es posible continuar con el desplazamiento autónomo de manera que puede mejorarse la eficiencia en el trabajo.

El vehículo cortacésped 1 se desplaza consecutivamente a lo largo de las rutas paralelas adyacentes R1 y las rutas de giro R2 que conectan las rutas paralelas R1. El vehículo cortacésped 1 detiene el desplazamiento autónomo cuando llega al punto terminal 52 de desplazamiento. En este caso, el vehículo cortacésped 1 se desplaza en un estado en el que es adyacente al área con césped cortado cuando se desplaza desde el punto 51 de inicio de desplazamiento a lo largo de las rutas paralelas R1b a R1f excluyendo la ruta paralela R1a. En este caso, el vehículo cortacésped 1 se desplaza autónomamente a lo largo de la línea delimitadora de césped antes y después del corte formada consecutivamente por el dispositivo cortacésped 20. Por lo tanto, no hay ninguna posibilidad de que quede césped sin cortar y sobrante entre las rutas paralelas adyacentes R1. Además, el filtrado con el filtro Gabor se lleva a cabo con un filtro Gabor en una dirección específica (dirección ascendente) de manera que no hay posibilidad de que aumente el volumen aritmético de la unidad de detección de límites C2. Todavía adicionalmente, es posible detectar la línea delimitadora de forma más precisa con una estructura simple. Todavía adicionalmente, los dispositivos 30R, 30L de captura de imágenes derecho e izquierdo están dispuestos de tal manera que la línea delimitadora está situada sustancialmente en el centro en la dirección horizontal de la imagen capturada cuando el vehículo cortacésped 1 se desplaza a lo largo de la línea delimitadora. Por consiguiente, es posible evitar una situación tal que la línea delimitadora no se pueda capturar. Todavía adicionalmente, los dispositivos 30 de captura de imágenes no requieren ninguna calibración complicada y sus disposiciones apenas se ven limitadas.

Debe indicarse que el vehículo cortacésped 1 como vehículo de trabajo no se limita a la estructura antes mencionada. Por ejemplo, tal como se ilustra en la Fig. 11, además de los dispositivos 30R y 30L de captura de imágenes derecho e izquierdo, el vehículo cortacésped 1 también puede incluir dispositivos 32 de captura de imágenes derecho e izquierdo (32R, 32L) como segundos dispositivos de captura de imágenes capaces de capturar la parte posterior de la máquina móvil 10. En la presente, la Fig. 11 es una vista en planta esquemática que ilustra un vehículo cortacésped 2 como ejemplo de un vehículo de trabajo según otra realización. Debe señalarse que el vehículo cortacésped 2 tiene una estructura similar a la del vehículo cortacésped 1 excepto por los dispositivos 32 de captura de imágenes derecho e izquierdo (32R, 32L).

Los dispositivos 32 de captura de imágenes (32R, 32L) están destinados a capturar la línea delimitadora de césped antes y después del corte justo después del césped cortado por el dispositivo cortacésped 20 como máquina de trabajo. De esta manera, cuando se detecta la línea delimitadora de césped antes y después del corte sobre la base de la imagen capturada por los dispositivos 30 de captura de imágenes (30R, 30L), es posible reducir el volumen aritmético de la unidad de detección de límites C2. Además, la línea delimitadora se puede detectar de forma más precisa.

Más específicamente, por ejemplo, cuando se desplaza a lo largo de la ruta R1b, la unidad de detección de límites C2 detecta una línea delimitadora 58 de césped antes y después del corte basándose en una imagen capturada por el dispositivo 30L de captura de imágenes izquierdo. En esta ocasión, el vehículo cortacésped 2 captura, con el dispositivo 32R de captura de imágenes derecho, una línea delimitadora 59 de césped antes y después del corte justo después del césped cortado por el dispositivo cortacésped 20, en cualquier punto sobre la ruta R1b. De manera similar al caso de detección de la línea delimitadora, la unidad de detección de límites C2 lleva a cabo el filtrado con el filtro Gabor sobre la imagen capturada por el dispositivo 32R de captura de imágenes derecho. De manera similar al caso de detección de la línea delimitadora, la unidad de detección de límites C2 fija una pluralidad de áreas de inspección y una pluralidad de áreas unitarias de inspección con respecto a la imagen filtrada por el filtro Gabor. Además, se calcula un valor medio de una suma de brillo de las áreas unitarias de inspección en cada área de inspección. A continuación, se calcula un valor medio de una suma de los valores medios calculados. Este valor medio se almacena en la unidad de memoria M como umbral en la siguiente etapa.

En este caso, la imagen capturada por el dispositivo 32R de captura de imágenes derecho es una imagen capturada desde la misma dirección que la imagen que será capturada por el dispositivo 30R de captura de imágenes derecho cuando se desplace a lo largo de la ruta R1c en la siguiente etapa. En otras palabras, el vehículo cortacésped 2 está configurado para capturar de antemano la imagen cuando se desplaza a lo largo de la ruta R1c en la siguiente etapa (una imagen en la cual se captura la línea delimitadora 59), usando el dispositivo 32R de captura de imágenes derecho. Este umbral, en la siguiente etapa almacenado en la unidad de memoria M se usa para detectar la línea delimitadora por medio de la unidad de detección de límites C2 cuando se desplaza a lo largo de la ruta R1c. La unidad de detección de límites C2 usa el umbral en la siguiente etapa, almacenado en la unidad de memoria M cuando se desplaza a lo largo de la ruta R1b, como umbral de puntos delimitadores usado cuando se detecta la línea delimitadora 59 de césped antes y después del corte sobre la base de la imagen capturada por el dispositivo 30R de captura de imágenes derecho (cuando se desplaza a lo largo de la ruta R1c en la siguiente etapa). Por lo tanto, cuando se desplaza a lo largo de la ruta R1c en la siguiente etapa, no es necesario que la unidad de detección de límites C2 calcule el umbral de los puntos delimitadores de manera que puede reducirse el volumen aritmético de la unidad de detección de límites C2. Además, este umbral se calcula sobre la base de la imagen capturada desde la misma dirección de manera que la unidad de detección de límites C2 puede detectar de forma más precisa los puntos delimitadores. Por lo tanto, la unidad de detección de límites C2 puede detectar la línea delimitadora 59 de manera más precisa.

Preferentemente, los vehículos cortacésped 1 y 2 están configurados para capturar una línea delimitadora de césped antes y después del corte por medio de los dispositivos de captura de imágenes. En la presente, las estructuras de los vehículos cortacésped 1 y 2 no se limitan a aquellas que incluyen los dispositivos de captura de imágenes en ambos lados. Por ejemplo, el vehículo cortacésped 1 puede estar configurado para incluir un dispositivo de captura de imágenes, el cual captura el suelo por delante de la máquina móvil 10. El vehículo cortacésped 2 puede estar configurado para incluir dos dispositivos de captura de imágenes, que capturan, respectivamente, el suelo por delante y por detrás de la máquina móvil 10. De esta manera, puede reducirse el número de los dispositivos de captura de imágenes, lo cual hace que mejore la productividad de los vehículos cortacésped 1 y 2.

Además, la ruta R en la que se desplazan autónomamente los vehículos cortacésped 1 ó 2 no se limita a la anterior. Se puede aplicar cualquier tipo de ruta siempre que los vehículos cortacésped 1 ó 2 pueden desplazarse a lo largo de una línea delimitadora de césped antes y después del corte formada consecutivamente por el dispositivo cortacésped 20. Por ejemplo, la ruta R puede ser una ruta en espiral que tenga un intervalo predeterminado entre rutas adyacentes.

Además, la combinación de una máquina móvil y una máquina de trabajo en el vehículo de trabajo de acuerdo con una realización de la presente invención no debe limitarse a una combinación de máquina móvil 10 y dispositivo cortacésped 20 en los vehículos cortacésped 1 y 2. Por ejemplo, el vehículo de trabajo según una realización de la presente invención puede estar provisto de un dispositivo rotocultor como máquina de trabajo en la parte posterior de la máquina móvil. Un vehículo de trabajo que tiene una estructura de este tipo se desplaza mientras ara el mantillo de un campo de trabajo por medio del dispositivo rotocultor de modo que se forman consecutivamente trazas por arado. De manera similar a los vehículos cortacésped 1 y 2, el vehículo de trabajo que tiene una estructura del tipo mencionado puede desplazarse autónomamente a lo largo de la línea delimitadora capturando, con un dispositivo de captura de imágenes, la línea delimitadora antes y después de la acción de arado por parte del dispositivo rotocultor y detectando la línea delimitadora con una unidad de detección de límites sobre la base de la imagen capturada.

Además, el vehículo de trabajo según una realización de la presente invención puede estar provisto de un dispositivo sembrador de plántulas como máquina de trabajo en la parte posterior de la máquina móvil. Un vehículo de trabajo que tenga una estructura de este tipo se desplaza mientras siembra plántulas en un campo de trabajo por medio del

5 dispositivo sembrador de plántulas de manera que las plántulas se siembran consecutivamente en forma de trazas de trabajo. En la presente, las plántulas se siembran formando filas. De manera similar a los vehículos cortacésped 1 y 2, el vehículo de trabajo que tenga una estructura de este tipo puede desplazarse autónomamente a lo largo de las plántulas (fila de plántulas) como línea delimitadora capturando, con un dispositivo de captura de imágenes, las plántulas (fila de plántulas) como línea delimitadora antes y después del sembrado por parte del dispositivo sembrador de plántulas y detectando las plántulas (fila de plántulas) con una unidad de detección de límites sobre la base de la imagen capturada.

10 **Aplicabilidad industrial**

Un vehículo de trabajo según una realización de la presente invención no se limita a una combinación de una máquina móvil y un dispositivo cortacésped o una combinación de una máquina móvil y un dispositivo rotocultor. El vehículo de trabajo según una realización de la presente invención está configurado para trabajar mientras se desplaza y es aplicable a cualquier dispositivo de trabajo provisto de una máquina de trabajo que forme consecutivamente trazas de trabajo sobre un campo de trabajo.

15 **Lista de símbolos de referencia**

- 1, 2 VEHÍCULO CORTACÉSPED (VEHÍCULO DE TRABAJO)
- 20 10 MÁQUINA MÓVIL
- 20 20 DISPOSITIVO CORTACÉSPED
- 30 30 DISPOSITIVO DE CAPTURA DE IMÁGENES (PRIMER DISPOSITIVO DE CAPTURA DE IMÁGENES)
- 32 32 DISPOSITIVO DE CAPTURA DE IMÁGENES (SEGUNDO DISPOSITIVO DE CAPTURA DE IMÁGENES)
- C UNIDAD DE CONTROL
- 25 C1 UNIDAD DE DETECCIÓN DE POSICIÓN
- C2 UNIDAD DE DETECCIÓN DE LÍMITES
- C3 PRIMERA UNIDAD DE CONTROL DE DESPLAZAMIENTO (UNIDAD DE CONTROL DE DESPLAZAMIENTO)
- C4 SEGUNDA UNIDAD DE CONTROL DE DESPLAZAMIENTO
- 30 M UNIDAD DE MEMORIA

REIVINDICACIONES

1. Vehículo (1) de trabajo configurado para trabajar mientras se desplaza, provisto de una máquina móvil (10) y de una máquina (20) de trabajo, que comprende:
- 5 un primer dispositivo (30) de captura de imágenes configurado para capturar periferias de la máquina móvil; y
- una unidad de control (C) configurada para controlar la máquina móvil de manera que se desplace autónomamente según una línea delimitadora que muestra trazas de trabajo formadas consecutivamente por la máquina de trabajo,
- 10 en donde la unidad de control (C) incluye
- una unidad detectora de límites (C2) configurada para detectar la línea delimitadora mediante el procesado de una imagen capturada por el primero dispositivo de captura de imágenes, y
- 15 una unidad de control de desplazamiento (C3) configurada para controlar direcciones de desplazamiento de la máquina móvil de manera que se produzcan según la línea delimitadora detectada por la unidad detectora de límites,
- 20 caracterizado por que la unidad detectora de límites (C2) está configurada para
- generar información de distribución de intensidad en relación con información de textura en una dirección predeterminada mediante filtrado con un filtro Gabor sobre la imagen capturada por el primer dispositivo de
- 25 captura de imágenes,
- llevar a cabo un procesado estadístico sobre la información de distribución de intensidad por área de inspección dividida en una pluralidad en una dirección vertical con el fin de detectar puntos delimitadores, y
- 30 detectar la línea delimitadora a partir de los puntos delimitadores por área de inspección.
2. Vehículo de trabajo según la reivindicación 1, en el que la dirección predeterminada es una dirección ascendente o una dirección descendente.
- 35 3. Vehículo de trabajo según la reivindicación 1, en el que el primer dispositivo (30) de captura de imágenes está dispuesto de tal modo que la línea delimitadora que muestra las trazas de trabajo está situada sustancialmente en el centro en la dirección horizontal de la imagen que debe capturarse.
- 40 4. Vehículo de trabajo según la reivindicación 1, que comprende primeros dispositivos (30) de captura de imágenes proporcionados en correspondencia con cada uno de los bordes derecho e izquierdo de la máquina de trabajo, en donde la unidad de control (C) está configurada para llevar a cabo un procesado sobre una imagen capturada por uno de los primeros dispositivos de captura de imágenes.
- 45 5. Vehículo de trabajo según la reivindicación 1, que comprende, además, una unidad de memoria (M) y un segundo dispositivo (32) de captura de imágenes capaz de capturar las trazas de trabajo justo después del trabajo de la máquina de trabajo, en donde la unidad de control (C) está configurada para generar otra información de distribución de intensidad referente a información de textura en una dirección predeterminada mediante el filtrado con el filtro Gabor sobre una imagen capturada por el segundo dispositivo (32) de captura de
- 50 imágenes, almacenar en la unidad de memoria (M) resultados de procesado obtenidos llevando a cabo un procesado estadístico sobre la otra información de distribución de intensidad antes mencionada por área de inspección dividida en una pluralidad en una dirección vertical, y usar posteriormente los resultados de procesado almacenados en la unidad de memoria cuando se lleva a cabo el procesado estadístico en el cual la imagen capturada por el primer dispositivo de captura de imágenes es procesada con el fin de detectar la línea delimitadora.
- 55

FIG.1

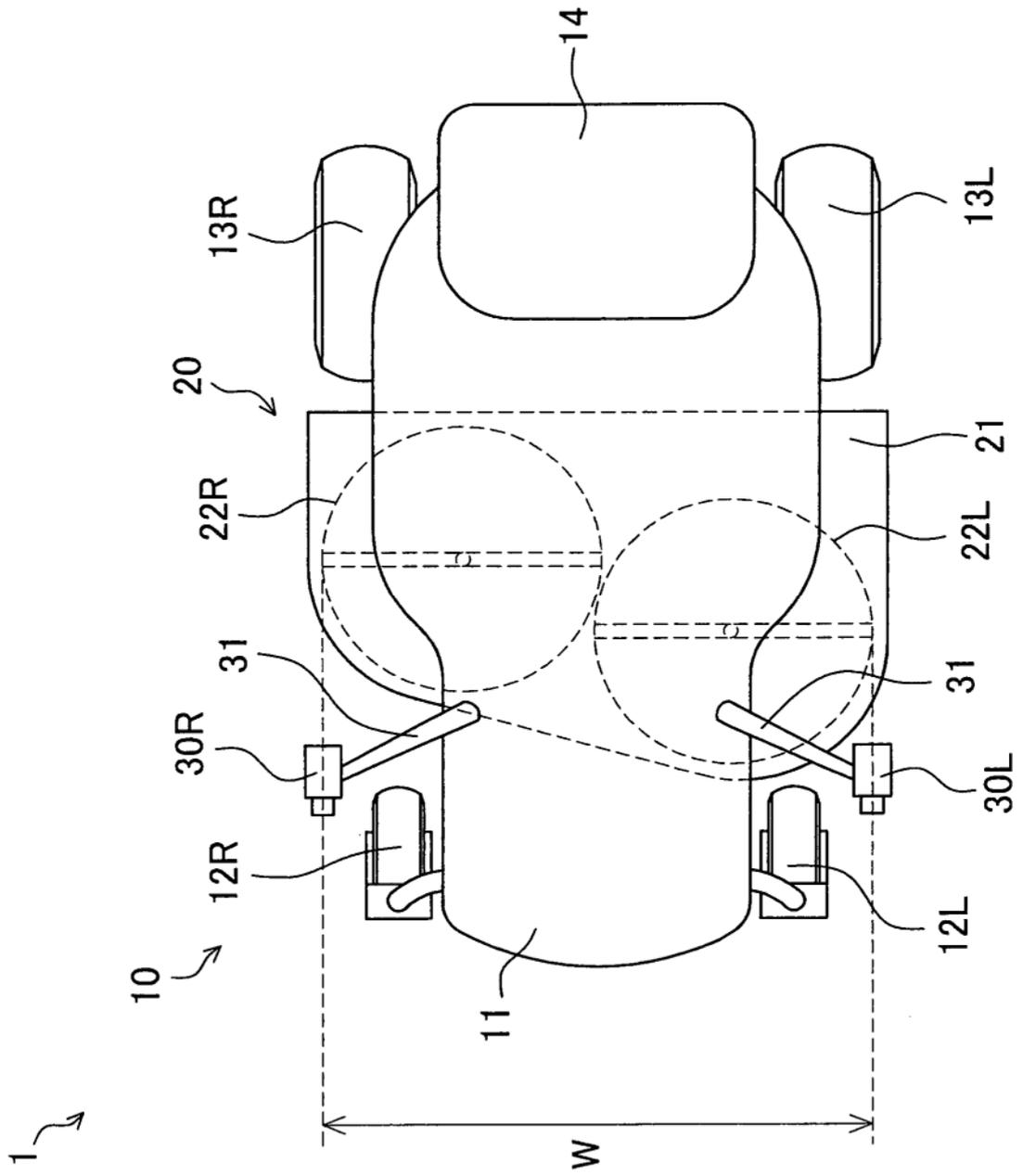


FIG.2

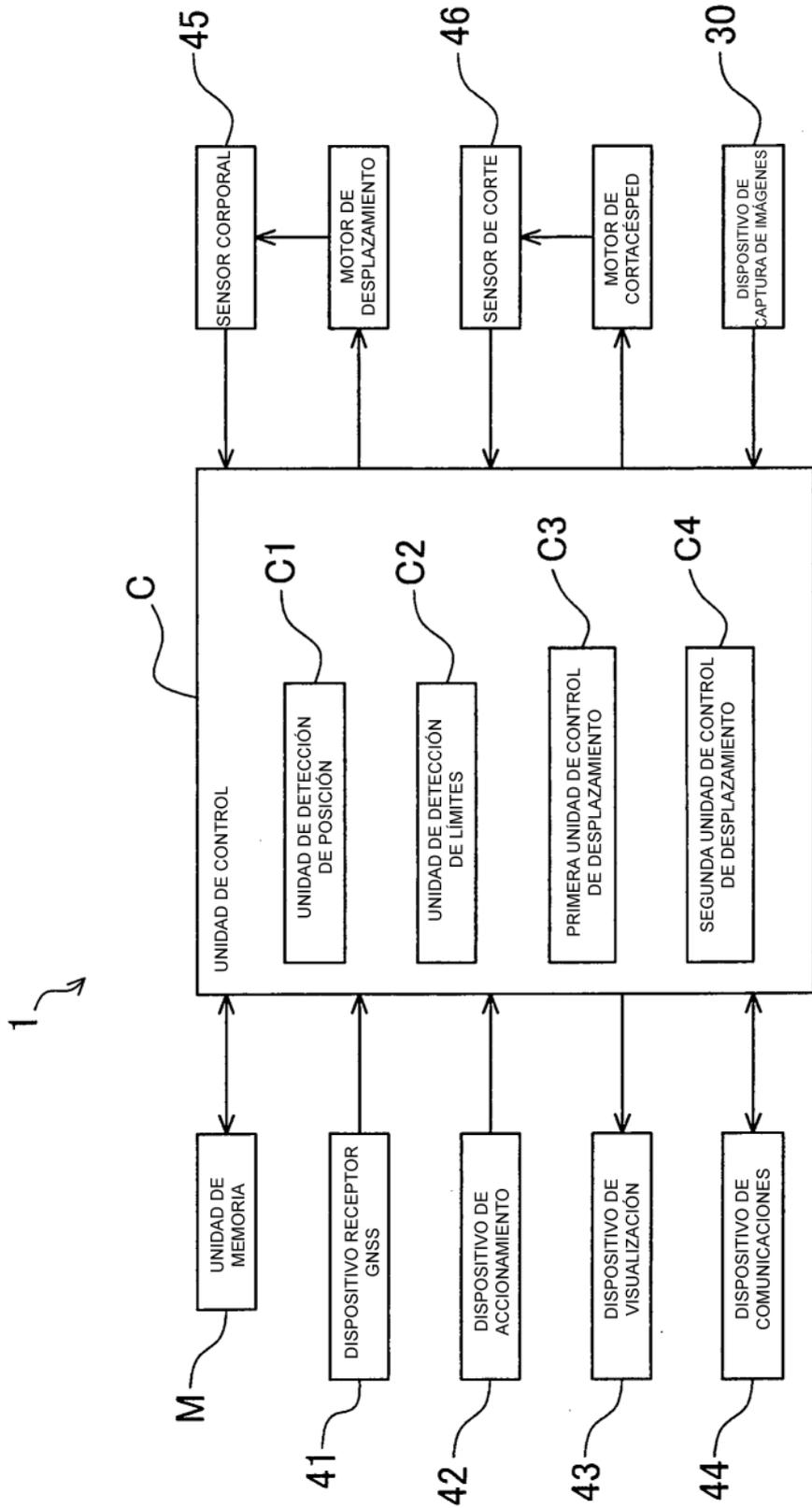


FIG.3

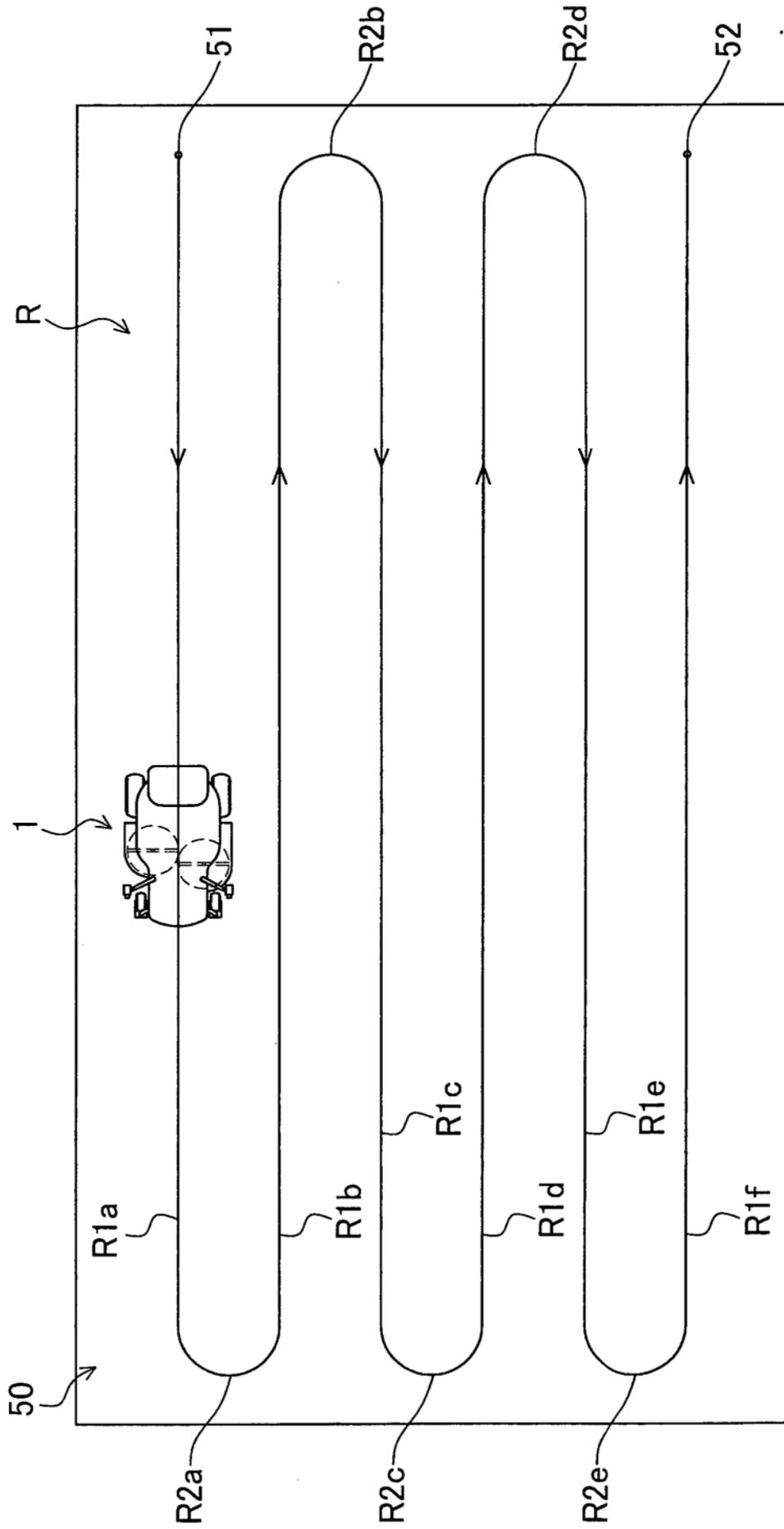


FIG.4

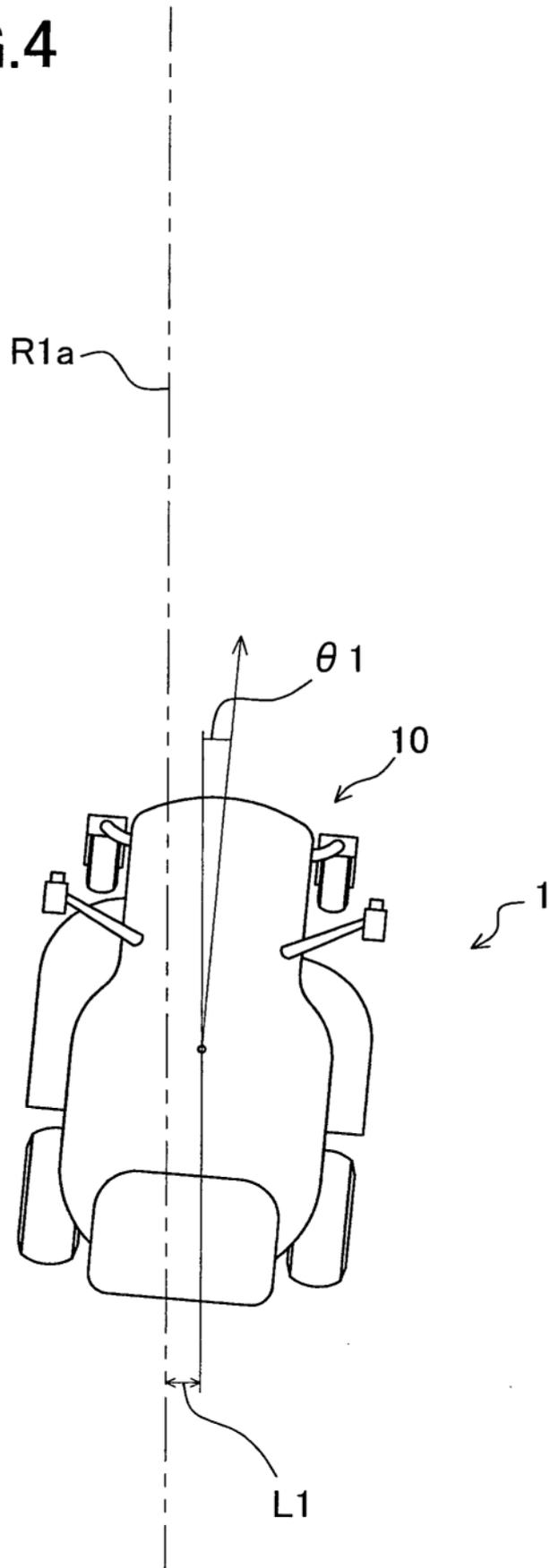


FIG.5

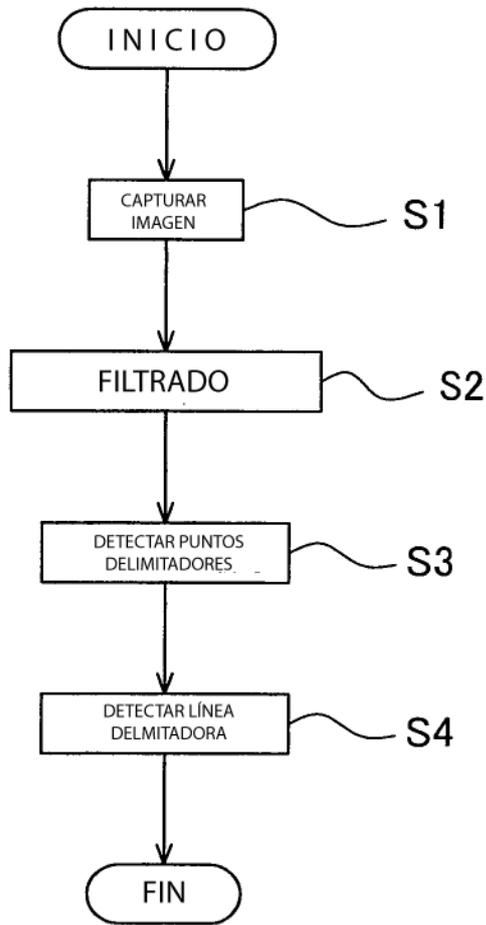


FIG.6

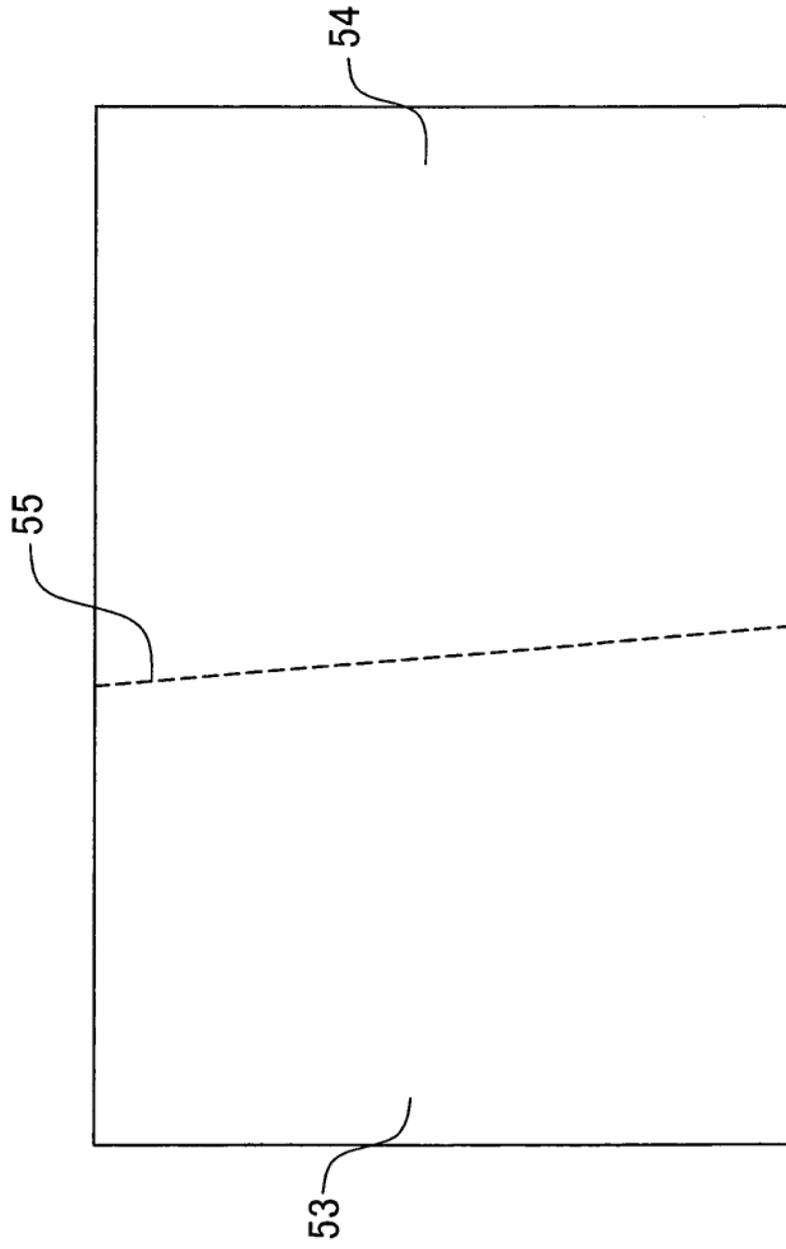


FIG.7

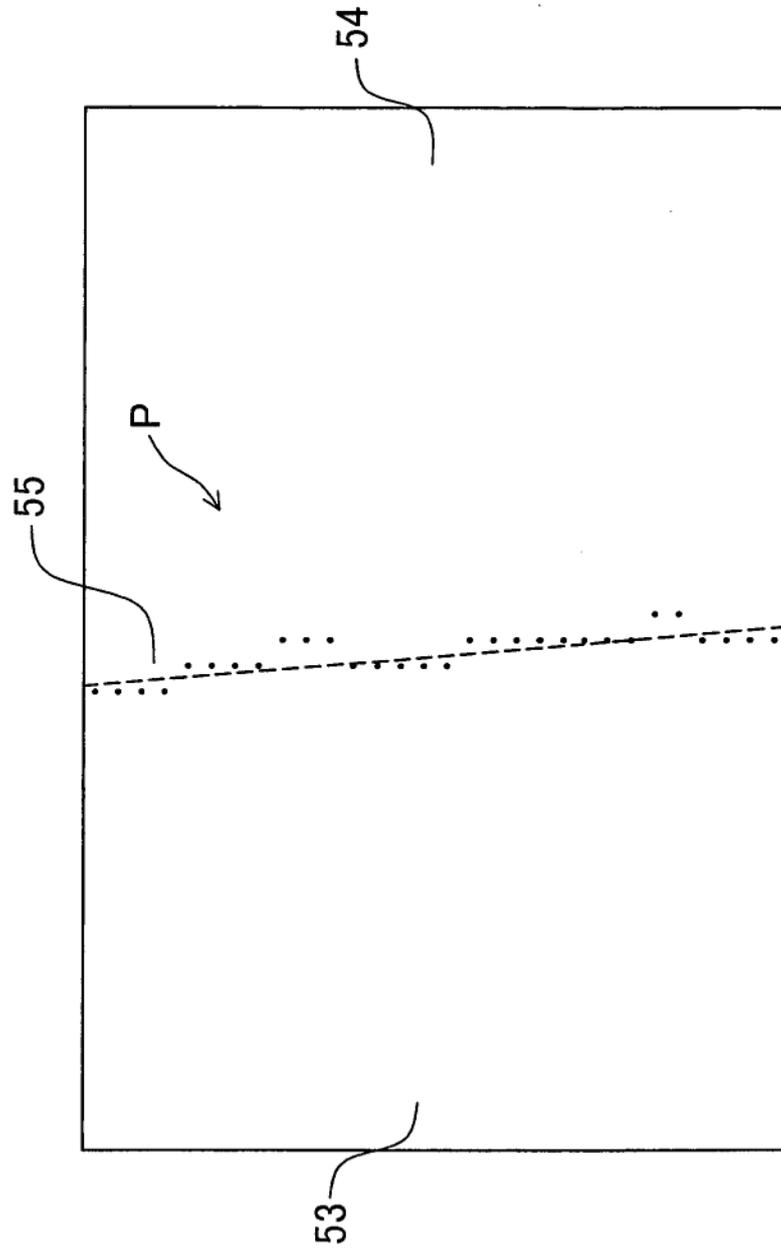


FIG.8

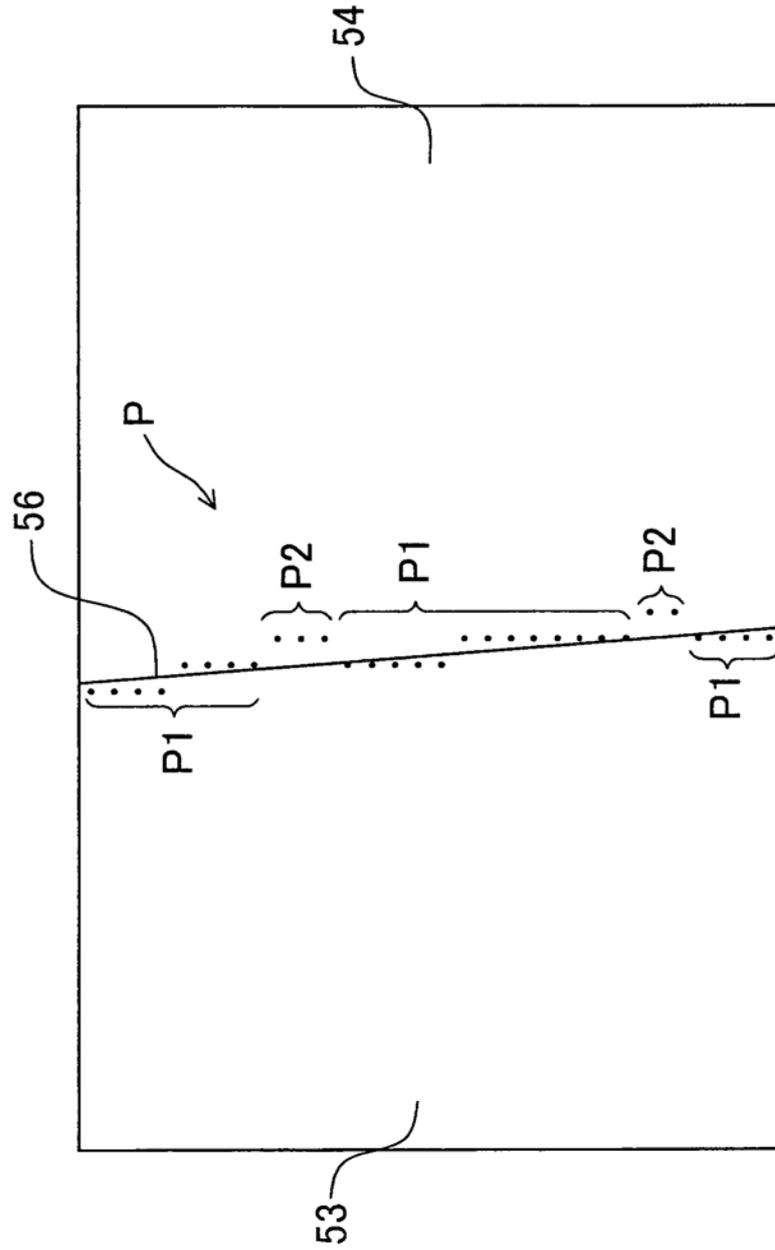


FIG.9

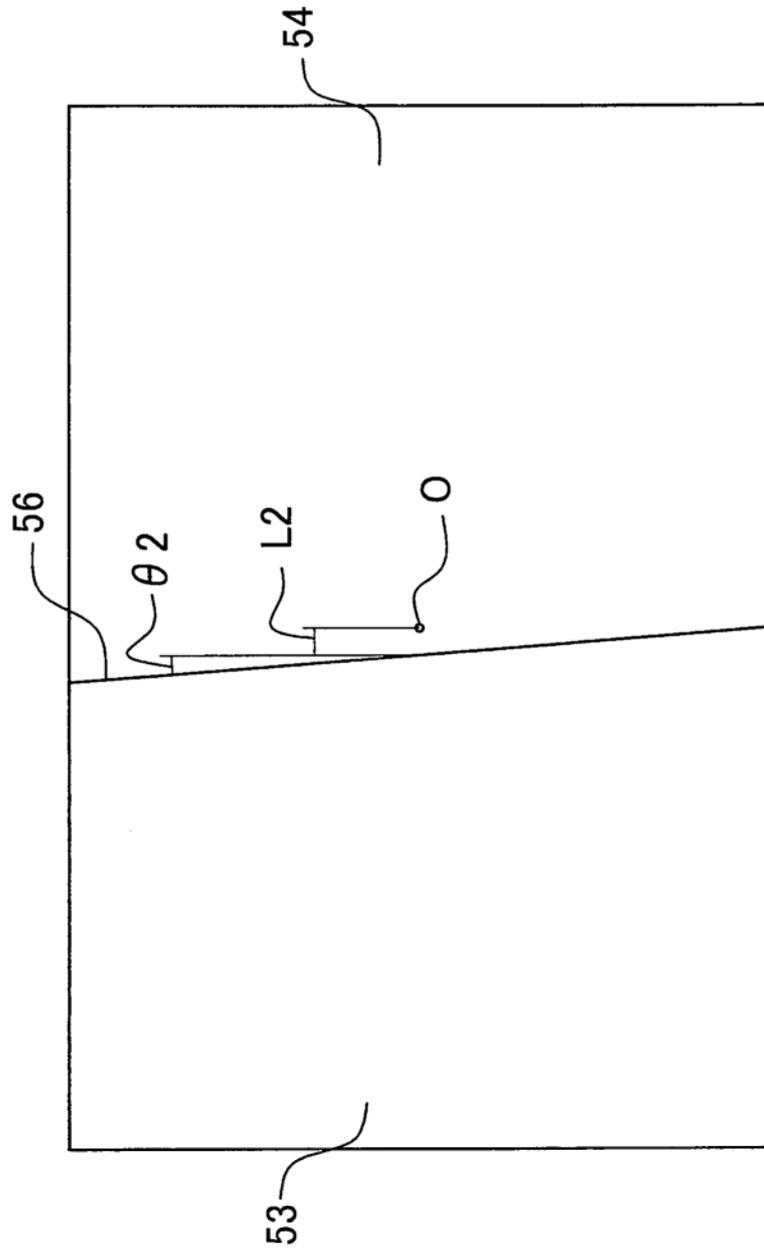


FIG.10

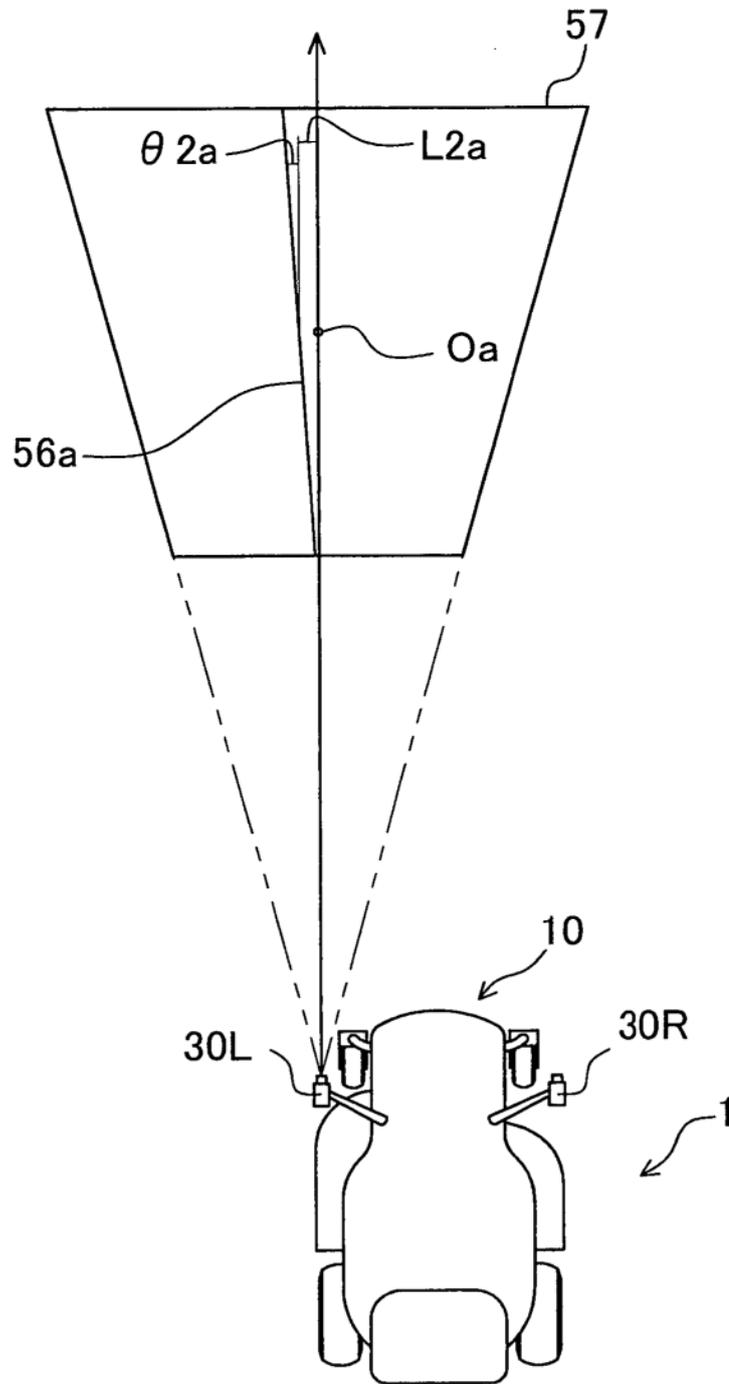


FIG.11

