



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 320 448**

51 Int. Cl.:
G01S 5/14 (2006.01)
G06F 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04292360 .7**
96 Fecha de presentación : **05.10.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1645888**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.04.2006**

54 Título: **Dispositivo de ayuda a la conducción de un vehículo en todo tipo de terrenos.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.05.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.05.2009

73 Titular/es: **NEXTER Systems**
34, boulevard de Valmy
42328 Roanne, FR

72 Inventor/es: **Leveque, Stéphane;**
Urvoy, Emile y
Pape, Olivier

74 Agente: **Arias Sanz, Juan**

ES 2 320 448 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

Dispositivo de ayuda a la conducción de un vehículo en todo tipo de terrenos.

El sector técnico de la presente invención es el de la ayuda a la conducción de vehículos.

Hasta ahora, la conducción de un vehículo en todo tipo de terrenos se efectúa sin ayuda. El conductor estima las dificultades del terreno, su transitabilidad, su rebasabilidad ayudándose únicamente de su vista y de su experiencia. Dispone de una percepción del relieve por medio de su visión binocular, así como de otros índices de profundidad relacionados con el desplazamiento, las sombras, etc., obtenidos a través de la vista y los tratamientos efectuados por el cerebro. Se ayuda en esta tarea perceptiva de su experiencia, su entrenamiento y eventualmente de su conocimiento previo del relieve o de la naturaleza del terreno. A pesar de todo, es poco frecuente que un conductor utilice una parte importante de las capacidades intrínsecas, particularmente de velocidad, de su vehículo. Esta autolimitación, que se traduce en velocidades bajas, es tanto más importante cuando el conductor tiene poca experiencia. La velocidad puede reducirse todavía más cuando, en el caso de un vehículo conducido a distancia, el conductor (a distancia) que se encuentra a distancia y no en el vehículo y no disponiendo de una percepción directa y completa tiende a la prudencia.

Se conocen medios de adquirir una cartografía tridimensional del terreno delante del vehículo con una resolución compatible con las necesidades de detección que permiten garantizar la seguridad del vehículo, del material y de las personas a bordo. Una anomalía del terreno podrá ignorarse, y por tanto ser invisible para el medio de adquisición del terreno, si su extensión geométrica es inferior a un umbral. Este umbral puede determinarse en función del vehículo, de sus suspensiones y de la capacidad del conjunto, así como del material y de las personas a bordo, para soportar sin daño una aceleración provocada por la circulación sobre dicha anomalía a una velocidad dada.

Estos medios de adquisición del terreno denominados a su vez generadores de imágenes tridimensionales permiten una adquisición en un campo de visión y a una frecuencia de actualización comparable a la de, por ejemplo, una cámara de vídeo del tipo de las utilizadas en conducción a distancia. Sin embargo, la utilización de tales generadores de imágenes tridimensionales para proporcionar al conductor (a distancia) una información pertinente que le permita apreciar las posibilidades de avance en la dirección que desea tomar o para determinar automáticamente la mejor trayectoria de encaminamiento para el vehículo encuentra limitaciones. Si se analiza la totalidad del campo de visión, el tiempo necesario para la adquisición del terreno, después de los tratamientos que permiten determinar los parámetros de la transitabilidad no es compatible con las necesidades de información útil, para la velocidad de avance del vehículo. Si por el contrario, el análisis se limita a una zona parcial del campo de visión completo, no se puede elegir la zona sobre la que es interesante concentrar el análisis. En efecto es difícil conocer la zona futura por la que va a circular el vehículo, mientras el conductor conserva su libertad de control de dirección y de elección del trayecto tomado por su vehículo.

La patente US-6275773 da a conocer un sistema de conducción automática y de prevención de las colisiones de uno o de varios vehículos cuyas posiciones son conocidas por un medio de posicionamiento global de tipo GPS y que puede completar su información sobre el entorno por medio de sistemas de percepción basados en medios de medida de tipo cámaras de vídeo o radar que pueden ser de tipo óptico (lidar) que permiten detectar obstáculos eventuales actuando conjuntamente con un dispositivo de análisis de imagen. El sistema de adquisición de imagen y el dispositivo de análisis de imagen no se describen de manera precisa en este documento y no se conoce su estructura. La aplicación particular de una adquisición parcial no se da a conocer en este documento.

La patente US-4319332 da a conocer un medio de adquisición que permite vigilar una zona analizando su superficie para detectar una intrusión eventual. Este medio de adquisición es del tipo de los que se aplican en la invención, a saber un haz que permite una medida de distancia, estando conducido dicho haz según dos ejes con el fin de recorrer la zona que va a analizarse. Este documento no da a conocer sin embargo la aplicación en sí al dispositivo según la invención, caracterizado por una adquisición parcial.

El objetivo de la invención es proponer un dispositivo que permite la adquisición del terreno seguido por un vehículo de manera rápida.

La invención tiene como objeto por tanto un dispositivo de ayuda a la conducción en todo tipo de terrenos de un vehículo que comprende un medio de adquisición de la geometría del terreno utilizando un haz que permite una medida de distancia en el eje de dicho haz, al que se impone una conducción angular según dos direcciones sustancialmente perpendiculares, en un campo de visión situado delante del vehículo, caracterizado porque el medio de adquisición está unido al vehículo y está configurado para efectuar una adquisición parcial limitada a una placa de terreno correspondiente a una parte del campo de visión, estando limitada dicha placa por un lado próximo al vehículo por un primer segmento próximo, por un lado distante del vehículo por un segundo segmento distante y lateralmente por dos segmentos que unen los extremos de dichos segmentos primero y segundo y comprendiendo dicha placa un segmento medio.

El medio de adquisición puede estar configurado para efectuar una nueva placa después de haber adquirido una placa anterior.

ES 2 320 448 T3

Ventajosamente, el medio de adquisición puede estar fijado sobre el vehículo o sobre un vehículo no pilotado móvil independientemente del vehículo.

5 Ventajosamente, el primer segmento próximo de una nueva placa coincide con el segundo segmento distante de una placa anterior.

10 Según una característica de la invención, el segmento medio de una nueva placa es perpendicular al segundo segmento distante de dicha nueva placa, y presenta una longitud igual al producto de la velocidad máxima del vehículo por un tiempo de tratamiento necesario para la adquisición y para el tratamiento de la placa, comprendiendo dicho segmento medio un primer extremo y un segundo extremo, el primer extremo coincide con el punto medio del primer segmento próximo de la nueva placa y el segundo extremo coincide con el punto medio del segundo segmento distante de la nueva placa.

15 Según otra característica, el segmento medio de la nueva placa delimita un ángulo global con el segmento medio de la placa anterior, siendo el ángulo global la suma de un ángulo de control y de un ángulo de corrección, estando controlado el vehículo en dirección según un arco de círculo de control que pasa por la posición del vehículo tangente al eje del vehículo y de radio igual al radio de giro controlado.

20 Ventajosamente, el ángulo de control es igual al ángulo entre la tangente al arco de círculo de control en el punto de intersección entre dicho arco de círculo de control y el primer segmento próximo de la nueva placa, con el segmento medio de la placa anterior.

El ángulo de control se filtra temporalmente sobre un horizonte sustancialmente igual a un segundo.

25 Aún más ventajosamente, el ángulo de corrección es igual a una constante de corrección que multiplica una distancia de corrección, midiéndose esta distancia de corrección en línea recta entre un punto de control y el primer extremo del segmento medio de la nueva placa, estando situado dicho punto de control sobre el arco de círculo de control a una distancia del vehículo, medida a lo largo de dicho arco de círculo de control, siendo dicha distancia igual a una distancia medida entre dicho primer extremo y un punto de proyección, midiéndose esta distancia a lo largo de una línea quebrada según los segmentos medios, siendo el punto de proyección el punto de dicha línea quebrada más próximo al vehículo.

30 Se efectúa al menos una preadquisición de retícula tosca de una placa para optimizar la adquisición definitiva ulterior de dicha placa para determinar la pendiente y la inclinación media de la placa, permitiendo la adquisición previa determinar un reparto a paso constante, de los puntos de adquisición sobre la placa, utilizándose dicho reparto para la adquisición definitiva.

La placa se analiza para determinar una velocidad máxima de rebase de dicha placa.

40 Según una característica, la velocidad máxima de rebase se determina mediante un método temporal que simula la circulación de un modelo simplificado del vehículo sobre la placa variando la velocidad de dicho modelo hasta superar un criterio de incomodidad y/o de inestabilidad.

45 Según otra característica, la velocidad máxima de rebase se determina mediante un método frecuencial que determina la irregularidad del terreno y que hace que se corresponda con una velocidad máxima de rebase mediante una tabla de correspondencia preestablecida.

50 Según aún otra característica, la velocidad máxima de rebase se determina mediante un método espacial que consiste en recortar la placa en elementos de relieve elementales a los que se asocian respectivamente velocidades máximas de rebase.

Según aún otra característica, la velocidad máxima de rebase se determina mediante un método que combina los métodos temporal, frecuencial y espacial.

55 Ventajosamente, cada placa se visualiza por un cuadrilátero, cuyos segmentos de los lados se superponen con los segmentos de la placa.

60 Según aún una característica, se construye un canal ensamblando extremo con extremo los cuadriláteros que provienen de las placas.

Según aún una característica, se construye un patrón de velocidad máxima de rebase de manera recursiva en función de la velocidad máxima de rebase determinada para cada placa del canal que garantiza que se podrá acometer una placa dada a una velocidad inferior a la velocidad máxima de rebase de esta placa.

65 Ventajosamente, el patrón de velocidad es tal que la deceleración máxima, a lo largo de este patrón, permanece en todo instante inferior al potencial de adherencia disponible.

ES 2 320 448 T3

Según aún una característica, el canal constituido por la sucesión de cuadriláteros se proyecta en superposición del campo de visión del conductor.

5 Según aún una característica, el campo de visión se ve directamente y la proyección del canal se efectúa en transparencia sobre una lámina semirreflectante intercalada.

El campo de visión se ve sobre una pantalla de visualización y porque el canal se proyecta en transparencia sobre dicha pantalla de visualización.

10 Según aún una característica, la representación gráfica de los cuadriláteros utiliza un símbolo gráfico para indicar que no puede rebasarse una placa.

15 Según aún una característica, la representación gráfica de los cuadriláteros utiliza N símbolos gráficos, para indicar que no puede rebasarse una placa a una velocidad que pertenece a una de las N zonas que comparten el intervalo total de velocidad.

Una ventaja del dispositivo según la invención es permitir un análisis de la transitabilidad del terreno a partir de su geometría adquirida en tiempo real.

20 Otra ventaja del dispositivo objeto de la presente invención es permitir adquirir y analizar el terreno en tiempo real a velocidades de progresión del vehículo elevadas.

Otra ventaja del dispositivo objeto de la presente invención es permitir aumentar sustancialmente la velocidad de progresión en seguridad, tanto para un conductor a bordo como para un conductor a distancia.

25 Otra ventaja del dispositivo según la invención es proporcionar información útil al conductor (a distancia).

Otra ventaja del dispositivo según la invención es permitir mostrar esta información en superposición con el campo de visión habitual del conductor (a distancia).

30 Otra ventaja del dispositivo según la invención es indicar al conductor (a distancia) un canal en el que sabe que puede progresar y en el que sabe que su velocidad se limita automáticamente con el fin de evitar poner en peligro el vehículo, su material o las personas a bordo.

35 Otra ventaja del dispositivo según la invención es permitir utilizar un medio de adquisición de la geometría tridimensional del terreno, del tipo de las existentes actualmente en el mercado.

Otras características, detalles y ventajas de la invención se deducirán más claramente de la descripción detallada dada a continuación a modo indicativo en relación con los dibujos en los que:

- 40
- la figura 1 presenta un vehículo equipado con el dispositivo, avanzando sobre un terreno accidentado,
 - la figura 2 ilustra la utilización del dispositivo en relación con el terreno, y la adquisición parcial reducida a una parte del campo de visión,
 - 45 - la figura 3a ilustra una configuración con el medio de adquisición montado sobre el vehículo,
 - la figura 3b ilustra una configuración con el medio de adquisición montado sobre un vehículo no pilotado,
 - 50 - la figura 4 ilustra el principio del medio de adquisición,
 - la figura 5a ilustra la noción de zona ciega o muerta y la pérdida de calidad de la adquisición a distancia,
 - la figura 5b ilustra la mejora de la calidad de la adquisición obtenida con la disminución de la distancia,
 - 55 - la figura 6 introduce las distancias de frenado y de seguridad,
 - la figura 7 precisa la construcción de una nueva placa,
 - 60 - la figura 8 ilustra la definición del ángulo de control,
 - la figura 9 ilustra la definición del ángulo de corrección,
 - la figura 10 ilustra el canal transitable tal como se presenta al conductor (a distancia) en superposición de su
 - 65 campo de visión,
 - las figuras 11a y 11b ilustran la influencia de la pendiente en la resolución de la adquisición.

ES 2 320 448 T3

La figura 1 muestra un vehículo 1 ilustrativo de un vehículo que puede avanzar en todo tipo de terrenos. En este caso se representa, por ejemplo, circulando sobre un elemento del terreno 5.

La figura 2 presenta una vista de conjunto del dispositivo en su marco de utilización. El vehículo 1 avanza sobre el terreno 5. El medio de adquisición 2 de la geometría tridimensional del terreno 5 está montado solidario de la caja del vehículo, ventajosamente sobre un punto alto, con el fin de aumentar el ángulo de incidencia de la adquisición. La geometría del terreno 5 situado delante del vehículo 1 y que este último va potencialmente a recorrer en un instante futuro, se adquiere por el medio de adquisición 2 o generador de imágenes tridimensionales. Este medio de adquisición 2 de la geometría del terreno 5 dispone de un campo de visión 4 en la dirección de la progresión del vehículo 1.

Tal como se ilustra en la figura 3a, el medio de adquisición 2 puede instalarse directamente sobre el vehículo 1. La figura 3b ilustra una configuración alternativa, en la que el medio de adquisición 2 está ventajosamente instalado sobre un vehículo no pilotado 21, separado del vehículo 1. El desplazamiento del vehículo no pilotado, independiente del desplazamiento del vehículo 1, permite un posicionamiento ventajoso del punto de visión del medio de adquisición, que permite “ver” mejor el terreno 5 en determinadas situaciones. El vehículo no pilotado 21 se desplaza ventajosamente precediendo al vehículo 1 con el fin de recoger información sobre el terreno 5. El modo de locomoción del vehículo no pilotado 21 puede ser cualquiera. Se adopta ventajosamente una versión aérea. La figura 3b se muestra en comparación con la figura 3a, que para un mismo campo de visión 4, la posición avanzada del vehículo no pilotado 21, permite “ver” el terreno 5 con un ángulo de incidencia 39 más importante. La calidad de la adquisición aumenta con el ángulo de incidencia 39, lo que constituye una ventaja interesante.

El principio de la adquisición se ilustra mediante la figura 4. El medio de adquisición 2 comprende un haz 3. Este haz 3 es lineal, concentrado y apunta en una dirección controlable. Permite mediante un principio conocido por el experto en la técnica medir la distancia 41 que separa su fuente, en este caso el medio de adquisición 2, de un obstáculo 40 que va a interponerse, dado el caso, delante de dicho haz 3. El haz 3 está constituido por una onda concentrada reflejada por el terreno 5 en general y por el obstáculo 40 en particular. Esta onda es ventajosamente un haz láser. El medio de adquisición está ventajosamente orientado ligeramente hacia abajo, con el fin de que el haz 3 choque con el terreno 5. Esto permite conocer, en la dirección apuntada por el haz 3, la distancia entre el terreno 5 y el vehículo 1.

Haciendo recorrer en la dirección del haz 3 una exploración angular según dos direcciones, de manera ventajosa sustancialmente perpendiculares, por ejemplo en vertical y en horizontal, y midiendo la distancia 41 en el terreno 5 para cada valor de ángulo vertical y de ángulo horizontal, se cartografía una zona del terreno 5 sustancialmente rectangular. Para ser exactos, esta zona es un sector esférico, y se considera su intersección, sustancialmente rectangular, con la superficie del terreno. El campo de visión 4 designa la zona total que puede adquirir el medio de adquisición 2, cuando la exploración en vertical y en horizontal se utiliza al máximo de sus capacidades en extensión. Para cada ángulo vertical s y para cada ángulo horizontal g , se mide una distancia d . Se obtiene por tanto una cartografía geométrica del terreno 5, en el campo de visión 4, en forma de un conjunto de tripletes (s , g , d). El perfil del terreno se obtiene por tanto en coordenadas esféricas, en un punto de referencia centrado sobre el medio de adquisición 2.

Se observa en la figura 5a, una limitación del principio de medida. En caso de presencia de una parte de terreno situada por detrás de un elemento de relieve saliente, el haz 3 no puede chocar con una parte del terreno y esta parte 42, denominada zona de sombra 42, zona muerta o zona ciega, no aparece sobre la cartografía del terreno 5.

Sucede lo mismo cuando el haz 3 apunta demasiado alto. Si la incidencia 39 es negativa o nula, con respecto al nivel del suelo, el haz no choca con ningún obstáculo, no se refleja y no puede obtenerse ninguna medida de distancia 41. De manera similar si la incidencia 39 es demasiado pequeña, el haz 3 puede chocar con el terreno 5 pero no puede provocar una reflexión suficiente para permitir una medida.

La resolución de una adquisición de este tipo, se define mediante el número de medidas de distancia 41 efectuadas en el campo de visión 4. La duración de una medida de distancia 41 o, lo que es equivalente, la frecuencia máxima de las medidas, limita esta resolución. Esta frecuencia es característica del medio de adquisición 2. Se determina por el tipo de onda utilizada y por los medios que permiten hacer efectuar al haz 3 las exploraciones angulares. No puede, en el estado actual de la tecnología, aumentarse. Los generadores de imágenes tridimensionales actuales permiten efectuar del orden de cien mil medidas de distancias por segundo (100 kHz). Se considera que el tiempo global de adquisición y de tratamiento de cambio de punto de referencia de un punto es inferior a 30 microsegundos.

Una resolución mínima es necesaria para detectar sobre el terreno 5 el obstáculo 40 más pequeño cuyo tamaño es suficiente para poner en peligro el vehículo 1, el material a bordo o su tripulación. Un obstáculo 40 de este tipo debe ser detectado por el dispositivo, pudiendo ignorarse un obstáculo más pequeño. Se supone, a modo ilustrativo que el vehículo 1, su tren de rodadura y su suspensión, permiten ignorar un obstáculo de 10 cm de extensión, sea cual sea la velocidad de avance. Esto permite considerar una resolución sobre el terreno que comprende al menos un punto de adquisición por zona de 10 X 10 cm.

Se trata de conseguir una velocidad objetivo de avance del vehículo 1, fijada en función de los objetivos operativos, a modo indicativo, en un valor del orden de 10 m/s. Es necesario adquirir y analizar el terreno 5 antes de que el vehículo 1 lo recorra.

ES 2 320 448 T3

Una solución podría consistir en adquirir y analizar el terreno 5 muy lejos del vehículo con el fin de disponer de tiempo. Esto está limitado por varios factores:

- la medida de distancia por el haz 3 tiene un límite de alcance,

- además la medida se efectúa lejos y además la incidencia del haz 3 con el terreno 5 es pequeña y tiende a hacer la medida imposible,

- además la adquisición se efectúa lejos y además sería necesario analizar un terreno grande teniendo en cuenta posibilidades de cambio de dirección del vehículo,

- además la adquisición se efectúa lejos y además la resolución es pequeña: una misma variación de ángulo vertical u horizontal correspondiente a una extensión de terreno más grande,

- además la adquisición se efectúa lejos y además el riesgo de zona de sombra u ocultación es importante. El corte del haz por un obstáculo saliente próximo hace el medio de adquisición ciego respecto al terreno situado más allá de dicho obstáculo saliente,

- además la adquisición se efectúa lejos y además la imprecisión respecto a la medida de los ángulos de exploración se acerca al orden de magnitud de la resolución angular.

Uno de los principios de la invención es determinar algunas características del terreno 5, delante del vehículo 1, antes de que éste lo recorra.

Teniendo en cuenta la adherencia y el perfil del terreno 5, es posible una cierta aceleración/deceleración máxima sin pérdida de adherencia. Teniendo en cuenta esta deceleración máxima admisible, posibilidades de frenado del vehículo 1 y su velocidad instantánea, es posible determinar una distancia de parada 11, que es la distancia mínima necesaria para que el vehículo se pare y por tanto se ponga en situación de seguridad en caso de necesidad. La adquisición y el análisis del terreno 5 pueden hacer aparecer un obstáculo no rebasable. En este caso debe ser posible parar el vehículo 1. Por tanto es necesario efectuar la adquisición y el análisis del terreno 5, en tanto que el vehículo 1 conserva su distancia de parada 11. Además, se trata de activar la adquisición del terreno 5 lo más tarde posible, con el fin de obtener una información lo más pertinente posible.

Teniendo en cuenta estas limitaciones, no es posible, actualmente, adquirir la totalidad del campo de visión 4 manteniendo velocidades de avance elevadas.

La solución, adoptada por la invención, consiste en reducir la zona de adquisición a una parte 6 del campo de visión 4, tal como se ilustra en la figura 2. Esta parte 6 delimita una placa 15 sobre el terreno 5. Esta parte 6 del campo de visión 4, se determina reduciendo la extensión de exploración por el haz 3 en vertical y/o en horizontal.

Tal como se ilustra en la figura 6, la placa 15 adquirida por el medio 2, se sitúa necesariamente más allá de la distancia de parada 11. Además la adquisición y el análisis que le sucede, necesitan un cierto tiempo de tratamiento 20. A modo de orden de magnitud, se considera un tiempo de ciclo completo de adquisición y análisis de una placa 15 aproximadamente de un segundo. Durante el tiempo de tratamiento 20, el vehículo 1 continúa su desplazamiento y recorrido una cierta distancia. Esta distancia suplementaria es igual a la integral de la velocidad instantánea del vehículo 1 respecto al intervalo de tiempo necesario para el tratamiento. Esta distancia se mayor en una magnitud que se denomina margen de distancia 12. Este margen de distancia 12 de mayoración puede, por ejemplo, tomarse igual al producto de la velocidad máxima del vehículo 22 por el tiempo de tratamiento 20. Este valor constituye una mayoración máxima. La optimización de este margen de distancia 12, reduciéndola al mínimo, permite optimizar el instante del comienzo de adquisición de la placa 15, retardándolo lo más posible.

Para garantizar la seguridad del vehículo 1, es necesario efectuar la adquisición de la placa 15 de terreno 5 más allá de la distancia de parada 11, aumentada en dicho margen de distancia 12. Esto se ilustra en la figura 6. Esta limitación se garantiza por el modo de determinación de la placa 15 adoptado.

La figura 7 muestra la descripción detallada de la construcción de una nueva placa 15 antes de su adquisición por el medio 2. Habiéndose adquirido y analizado una placa anterior 15'.

Una placa 15 es una porción de terreno 5. Es una superficie tridimensional. Está limitada por cuatro segmentos 7, 8, 9, 10. Un primer segmento 7 que une un punto 43 a un punto 44 limita la placa 15 por el lado próximo al vehículo 1. Un segundo segmento 8 que une un punto 45 a un punto 46 limita la placa 15 por el lado distante del vehículo 1. Dos segmentos laterales 9, 10 completan la placa 15 uniendo respectivamente 43 a 45 y 44 a 46.

De manera análoga la placa anterior 15' está limitada por un primer segmento próximo 7', un segundo segmento distante 8' y dos segmentos laterales 9' y 10'.

El primer segmento próximo 7 de la nueva placa 15 se elige ventajosamente coincidente con el segmento distante 8' de la placa anterior 15' adquirida y tratada anteriormente a la nueva placa 15. Una construcción de este tipo garantiza

ES 2 320 448 T3

que se satisfaga la limitación anteriormente mencionada, relacionada con la distancia de parada 11, aumentada en el margen de seguridad 12. En efecto, esta distancia, sea cual sea la mayoración adoptada, permanece inferior a la longitud de una placa 15, siendo igual esta longitud al producto de la velocidad máxima 22 del vehículo 1 por el tiempo de tratamiento 20 de una placa 15, 15'. El segmento 7 se sitúa por tanto más allá de la distancia 11 aumentada en el margen de seguridad 12.

El segundo segmento distante 8 está posicionado con respecto al primer segmento próximo 7 de la manera siguiente, ilustrada en la figura 7. Del punto medio 25 del primer segmento próximo 7, y que forma un ángulo global 27 con un segmento medio 24' de la placa anterior 15', se traza un segmento medio 24. Este segmento medio 24 tiene una longitud igual al producto del tiempo de tratamiento 20 necesario para la adquisición y para el tratamiento de la nueva placa 15, por la velocidad máxima 22 del vehículo 1 considerado. El punto 25 es el primer extremo del segmento medio 24. El segundo segmento distante 8 es perpendicular al segmento medio 24 y su punto medio coincide con el punto 26, segundo extremo del segmento medio 24.

La determinación del ángulo global 27 de orientación del segmento medio 24, que determina la orientación de la nueva placa 15 se realiza añadiendo algebraicamente un ángulo de control 28 y un ángulo de corrección 29.

La determinación del ángulo de control 28 se ilustra en la figura 8. En esta figura 8 se representa la última placa 15' adquirida y tratada. El segmento que une el punto 43 al punto 44 de esta figura es el segundo segmento 8' distante de esta placa 15' y también el primer segmento próximo 7 de la nueva placa 15 que se trata de determinar.

El control de dirección del vehículo 1 viene dado por el operador mediante un radio de giro. Este control mediante el radio de giro puede representarse, en el punto de referencia de vehículo, por un arco de círculo de control 30. Este arco de círculo de control 30 empieza en el vehículo 1, es tangente al eje longitudinal de dicho vehículo 1 y tiene un radio igual al radio de giro controlado. Este arco de círculo 30 corta el primer segmento próximo 7 de la nueva placa 15 en un punto de intersección 31. La tangente 32 al arco de círculo de control 30 en el punto de intersección 31 forma con el segmento medio 24' de la placa anterior 15' un ángulo de control 28.

Puesto que el control de dirección del operador varía en permanencia, la determinación del ángulo de control 28 se efectúa ventajosamente, filtrando temporalmente, en un horizonte sustancialmente igual a un segundo, el resultado del cálculo.

Si se aplica sólo este ángulo de control 28 para orientar la nueva placa 15, puede aparecer, en la práctica, una divergencia entre la posición de las placas 15, 15' y la posición real del vehículo 1. Para corregir esta divergencia, se aplica un ángulo global 27 que es la suma del ángulo de control 28 y de un ángulo de corrección 29.

Este ángulo de corrección 29 se determina, por el producto de una constante de corrección 38 por una distancia de corrección 33 medida, tal como se ilustra en la figura 9, entre un punto medio 25 medio del primer segmento próximo 7 de la nueva placa 15 (que es también el primer extremo 25 del segmento medio 24), y un punto de control 34.

Supongamos una línea quebrada 35, constituida por la sucesión de los segmentos medios 24 de las placas sucesivas 15. Un punto de proyección 47 se determina proyectando la posición del vehículo 1 sobre dicha línea quebrada 35. Este punto de proyección 47 es el punto de la línea 35 más próximo al vehículo 1. Se determina una distancia 37, medida siguiendo a lo largo de la línea quebrada 35 entre el punto de proyección 47 y el punto medio 25 del segmento medio 24 de la nueva placa 15.

Esta distancia 37 es igual a la distancia 48 que queda por recorrer sobre la placa 15'' más próxima al vehículo 1, es decir la distancia entre el punto de proyección 47 y el segundo extremo 26'' del segmento medio 24'' al que pertenece el punto de proyección 47, acumulada con las longitudes 49 de las placas 15, 15', 15'', ... (o longitudes de los segmentos medios 24, 24', 24'', ...) que se hacen coincidir para reunir el punto 25 de la nueva placa 15 siguiendo la línea quebrada 35. Siendo la longitud 49 de una placa idéntica a la longitud de las otras placas, la distancia 37 es la distancia 48 más n veces la longitud 49 de una placa, siendo n el número de placas que separan la placa 15'' más próxima al vehículo 1, de la nueva placa 15.

El punto de control 34 está situado sobre el arco de círculo de control 30 a una distancia 36 del vehículo 1, tomada igual a la distancia 37, medida a lo largo del arco de círculo de control 30.

Con el fin de garantizar la convergencia entre la posición de las placas y la trayectoria 14 del vehículo, el segmento 8 distante de la nueva placa 15 se determina ventajosamente utilizando para la orientación de la placa 15 el ángulo global 27 suma del ángulo de control 28 y del ángulo de corrección 29.

Una limitación de la adquisición de la placa 15 está relacionada con el principio de medida. Debido a la necesidad de obtener una medida de distancia, de obtener una reflexión del haz 3 sobre el terreno 5, es necesario dirigir el haz hacia el terreno 5 con una incidencia mínima. La incidencia 39 del haz 3 depende de la orientación local del terreno en el lugar en el que el haz 3 choca con el mismo. La incidencia 39 depende también del ángulo vertical del haz 3, que depende del ángulo de exploración en vertical del haz así como de la orientación del medio de adquisición 2 que puede depender a su vez del ángulo de cabeceo y en menor medida del ángulo de balanceo del vehículo 1. Si la incidencia

ES 2 320 448 T3

39 se vuelve demasiado pequeña y por tanto inferior a un cierto umbral, la medida de distancia se vuelve imposible. Esto puede llevar a una limitación de la parte 6 hacia arriba, y por tanto de la placa 15 sobre su lado distante 8.

5 Las placas 15 se adquieren y analizan de manera continua. Cuando una placa anterior 15 se adquiere y analiza, es posible comenzar la adquisición y el análisis de la nueva placa 15 siguiente. Esto se realiza de manera que el ensamblado de las placas constituye un canal continuo 18, cuya superficie total es objeto de un análisis.

10 En el caso favorable en que no hay zona de sombra, la placa 15 se limita efectivamente entre los segmentos 7 y 8. En caso de la zona de sombra 42, aparece una zona muerta 42 en la que no es posible ningún análisis y en la que la no puede garantizarse la continuidad del canal. Esto puede tenerse en cuenta para suprimir los puntos de adquisición inútiles. El tratamiento necesario de la discontinuidad del canal se garantiza mediante un ralentizamiento del vehículo, que vuelve a darle el margen de distancia y tiempo para retomar la adquisición y el análisis de la placa 15, esperando una desaparición de la zona de sombra. El ralentizamiento se introduce automáticamente mediante la asignación temporal de una velocidad máxima de rebase 16 nula para la placa 15 considerada. No pudiendo analizarse esta placa 15 se declara temporalmente no rebasable con el fin de asegurar el vehículo durante el tiempo de un reanálisis o de una mejora de la situación.

20 Las figuras 5a y 5b ilustran esta mejora. En la figura 5a el vehículo 1 está lejos de la zona y el análisis por el medio 2 hace aparecer una zona 42 ciega. En ausencia de información, se permite la duda y la estrategia adoptada sigue siendo prudente a la espera de más información. Siguiendo el vehículo 1 su encaminamiento, llega a la configuración favorable de la figura 5b. En esta configuración, ya no hay ninguna zona ciega. La adquisición y el análisis pueden desarrollarse completamente. La duda sobre la rebasabilidad de la zona se elimina en beneficio de un análisis completo.

25 Otra dificultad depende del hecho de que el conductor sigue siendo libre de actuar sobre la dirección del vehículo 1. Esto se amplifica tanto más cuanto aumentan la velocidad y por tanto la distancia de parada 11 que determina la distancia a la que es necesario adquirir el terreno 5, y cuanto la placa 15 sobre la que se efectúa la adquisición, se aleja otro tanto del vehículo 1.

30 El ancho de una placa 15, ventajosamente tomado idéntico para todas las placas 15, se determina por las capacidades del generador de imágenes tridimensionales 2 en cuanto a resolución. Sin embargo es necesario que el ancho de la placa 15 sea un múltiplo de, es decir n veces, el ancho del vehículo 1. Cuanto más grande es n más susceptible es el vehículo de estar sobre el canal analizado, a pesar de las variaciones de control de dirección. Si la capacidad del generador de imágenes permite aumentar n , se vuelve posible aumentar la velocidad máxima de avance.

35 Dicho ancho disponible para una placa 15 se reparte en dos partes iguales respecto al centro determinado por el punto 26, segundo extremo del segmento medio 24, que determina la posición del segmento distante 8 de la nueva placa 15.

40 Teniendo en cuenta otros parámetros de dimensión mencionados anteriormente, es posible, en la práctica, considerar placas 15 de terreno de aproximadamente 10 m por 10 m.

45 La adquisición de una placa 15 de terreno 5 proporciona un modelo tridimensional geométrico o modelo digital de terreno local. Sobre este modelo digital de terreno correspondiente a una placa 15, se efectúa un análisis de la forma que tiene como fin determinar una velocidad máxima de rebase 16 a la que el vehículo puede circular sobre dicha placa 15. Esta velocidad máxima de rebase 16 es la velocidad más grande a la que la placa 15 de terreno 5 puede atravesarse con toda seguridad. Este análisis puede efectuarse según varios métodos.

50 Un primer método, denominado método temporal, consiste en simular la circulación de un modelo, eventualmente simplificado, del vehículo 1 respecto al modelo digital de terreno de la placa 15 analizada. La velocidad utilizada en esta simulación se aumenta progresivamente, hasta llegar a un umbral dado de un criterio. Este criterio integra, ventajosamente, nociones de estabilidad del vehículo, nociones de límite de confort tal como experimenta el equipaje, el material a bordo o el propio vehículo. Un ejemplo de límite de confort cuantitativo es la utilización del desplazamiento de un elemento de suspensión. Más allá de un cierto valor umbral, y particularmente llegar a un tope, un desplazamiento de un elemento de suspensión es indicativo de una aceleración demasiado importante para seguir siendo confortable.

60 Un segundo método, denominado método frecuencial, consiste en identificar la irregularidad del terreno 5 respecto al modelo digital de terreno de la placa 15, y en estimar la posibilidad de avance del vehículo 1, a partir de una tabla preestablecida de correspondencia entre la irregularidad y la velocidad. La identificación de la irregularidad, puede por ejemplo efectuarse mediante un análisis frecuencial, de tipo densidad espectral de potencia, del modelo digital de terreno de la placa 15. La tabla de correspondencia puede determinarse por ensayo real o en simulación efectuando circulaciones de un vehículo similar sobre terrenos de irregularidad canónica dada y determinando la velocidad máxima que no provoca la superación de un umbral fijo, dado el caso asociado a un criterio de incomodidad o de inestabilidad.

65 Un tercer método, denominado método espacial, corresponde a un tratamiento analítico de la placa 15 considerando su forma. El principio es descomponer la forma geométrica del modelo digital de terreno de la placa 15 en un conjunto de obstáculos locales elementales correspondientes respectivamente a una marcha, un quiebro de pendiente y a una

ES 2 320 448 T3

ocultación del terreno. Para cada uno de estos obstáculos tipo, se ha determinado previamente la velocidad máxima local de rebase de dicho obstáculo. Este método presenta la ventaja de ser intrínsecamente superficial porque puede dar una velocidad máxima de rebase 16 para cada zona de la placa 15 analizada.

5 Es posible también combinar los tres métodos y aplicar ora uno ora el otro en función de la forma de la placa 15, o incluso, utilizarlos simultáneamente considerando una velocidad máxima de rebase 16 resultante que puede ser, por ejemplo, la media ponderada de las velocidades máximas de rebase 16 obtenidas por cada uno de los tres métodos o incluso el mínimo de las velocidades obtenidas por los tres métodos o incluso cualquier combinación o equilibrio entre los resultados de estos tres métodos.

10 La placa 15 es una superficie tridimensional. Para los fines de representación, esta placa 15 se visualiza mediante un cuadrilátero 19. Este cuadrilátero 19 se determina tal como se proyecta sobre el contorno de la placa 15 según la proyección puntual centrada sobre el punto de visión situado en el vértice del cono correspondiente a la parte 6 del campo de visión 4. Este cuadrilátero 19 no es necesariamente plano y puede tener volumen en el espacio.

15 Después de la adquisición de una primera placa 15', puede adquirirse una segunda placa 15. Se determina que las placas, como se ha visto en su construcción, estén juntas. A cada placa 15' (respectivamente 15) adquirida de este modo sucesivamente, se asocia un cuadrilátero 19' (respectivamente 19).

20 Uniendo de manera continua esta sucesión de cuadriláteros 19, se obtiene una cinta continua o canal transitable 18. Este canal transitable 18 es la zona sobre la que se han realizado una adquisición del terreno 5 y un análisis. La figura 10 ilustra un ejemplo de canal 18 tal como puede presentarse al operador.

25 Para cada una de las placas 15 y por extensión, para cada uno de los cuadriláteros 19, que constituyen el canal 18, se ha determinado una velocidad máxima de rebase 16. A partir de la velocidad actual del vehículo 1, se construye un patrón de velocidad máxima de rebase 17, que permite llegar a la placa 15 con una velocidad compatible a la velocidad máxima de rebase 16 de esta misma placa 15. Este patrón de velocidad 17 se determina a lo largo de la trayectoria 14 del vehículo 1 de manera recursiva teniendo en cuenta la pendiente del terreno y el potencial de adherencia disponible. El potencial de adherencia del terreno se supone conocido. Es posible determinar en función del
30 vehículo 1, una deceleración máxima admisible sin solicitar de manera peligrosa el potencial de adherencia disponible. La determinación del potencial de adherencia no es el objeto de la presente patente.

Se dispone para cada placa 15 (respectivamente 15') de una velocidad máxima de rebase 16 (respectivamente 16') determinada intrínsecamente en función de la geometría de la placa. Partiendo de la placa 15 más alejada, se conoce
35 su velocidad máxima de rebase 16, remontándose sobre la trayectoria 14 suponiendo que el recorrido se efectúa a la deceleración/aceleración máxima, se determina una nueva velocidad máxima de rebase para la placa 15' anterior. Esta nueva velocidad máxima de rebase puede ser diferente de la 16' determinada anteriormente por el análisis geométrico de esta placa anterior 15'. Se conserva el valor más pequeño de estas dos velocidades máximas de rebase (velocidad determinada intrínsecamente para la placa, y velocidad determinada recursivamente a lo largo de la trayectoria) para
40 integrarla en el patrón de velocidad 17. Se procede así de placa en placa remontando a lo largo del canal 18. El patrón de velocidad 17 así obtenido es una curva que da una velocidad máxima de rebase 16 en cada punto, a lo largo de la trayectoria del vehículo 1, compatible con la velocidad instantánea del vehículo 1, con las capacidades de aceleración/frenado de dicho vehículo 1 y con el terreno encontrado sobre la totalidad del canal 18 analizado.

45 Es posible en función de este patrón 17 de velocidad máxima controlar la velocidad del vehículo 1 con el fin de que no supere el patrón 17. Son posibles dos enfoques. En un primer enfoque totalmente automático, la velocidad del vehículo 1 se supedita automáticamente a la velocidad máxima calculada, correspondiente al valor determinado por el patrón de velocidad 17. No es necesaria en este enfoque ninguna interfaz hombre-máquina.

50 En un segundo enfoque semiautomático, la información se utiliza para ayudar en las elecciones del conductor (a distancia). La información de análisis del terreno 5 se presenta al conductor en forma gráfica, esquematizada por la representación gráfica del canal transitable 18 en superposición del terreno 5, tal como se ilustra en la figura 10. El conductor es libre de controlar la velocidad del vehículo siempre que esta velocidad permanezca inferior a la del patrón 17. Si tiende a hacerse superior al patrón 17, un automatismo interviene en el control de avance y la limita con el fin
55 de que la velocidad permanezca en todo momento inferior al patrón 17 y que el vehículo 1 avance en todo instante en situación de seguridad.

60 Con el fin de indicar al conductor qué zona del terreno 5 se analiza y darle indicaciones sobre esta porción de terreno y los resultados del análisis que se ha practicado, el canal 18, como sucesión de los cuadriláteros 19 se muestra para ser visible por el conductor.

En el caso de un conductor que percibe el terreno 5 en directo, con un campo de visión 4 directo, este campo de visión 4 le aparece a través de un parabrisas, o dado el caso a través de un sistema de transmisión óptica: episcopio, periscopio o visor. En todos los casos, es posible proyectar en superposición el canal 18 en el campo de visión del
65 conductor. Es posible también utilizar, a modo ilustrativo, una lámina semitransparente que permite una visualización del canal 18 directamente sobre el parabrisas, el episcopio, el periscopio o el visor. Es posible también prever una proyección sobre una lámina semitransparente localizada sobre la visera del casco del conductor.

En el caso de un conductor (a distancia) que percibe el terreno 5 por medio de una pantalla de visualización que le transmite una imagen, por ejemplo adquirida mediante una cámara de vídeo situada sobre el vehículo, dicha cámara de vídeo está ventajosamente localizada sobre el vehículo en proximidad del medio de adquisición 2 y dispone ventajosamente de un campo de visión próximo, o que incluye el campo de visión 4 del medio de adquisición 2. Es posible por tanto mostrar el canal 18 en superposición de la imagen de vídeo del terreno 5, en la misma pantalla de visualización, después de la aplicación del cambio de punto de referencia adecuado.

En los dos casos, la representación del canal se limita tal como se muestra en la figura 10 en el trazado lineal de los segmentos/lados de los cuadriláteros 19. Un índice superficial puede utilizarse para hacer surgir información en la superficie del cuadrilátero, por ejemplo un color, un nivel de gris o rayados, pero este color permanece transparente. Esto con el fin de no ocultar la imagen del terreno 5. La información de transitabilidad se añade al terreno, al que no sustituye. Estamos en un enfoque de “realidad aumentada” en contraposición a un enfoque de “realidad virtual”. Pueden utilizarse efectos de exceso de brillo o de intermitencia lineales o superficiales para resaltar un cuadrilátero 19 dado.

Asimismo es ventajoso considerar N+1 representaciones gráficas diferentes para simbolizar estados diferentes. Es posible también hacer variar la representación de los trazos utilizados para los contornos de cada cuadrilátero entre: trazo continuo, de puntos, discontinuo, ... Es posible también hacer variar la superficie del cuadrilátero con colores, niveles de gris diferentes, rayados o cualquier otra textura. En todos los casos se mantiene una cierta transparencia con el fin de dejar libre la percepción del terreno real.

Una representación gráfica particular se adopta para indicar un cuadrilátero no rebasable, correspondiente a una velocidad máxima de rebase nula. Las otras N representaciones gráficas pueden por ejemplo asociarse cada una a una porción entre N de la extensión total de velocidad accesible al vehículo 1. Esta extensión total de velocidad corresponde al intervalo desde la velocidad nula hasta la velocidad máxima del vehículo. Esta extensión se divide en N subintervalos de velocidad. A cada subintervalo se asocia, para la representación gráfica, una simbología gráfica lineal o superficial. Así al primer golpe de vista el operador dispone de una indicación de la transitabilidad, cuantificada en cuanto a velocidad de rebase.

De manera similar un cuadrilátero 19 correspondiente a una placa 15 delicada puede visualizarse, por ejemplo, mediante una representación gráfica particular correspondiente a la asociada a la no rebasabilidad del mismo o a otra representación gráfica dedicada a este estado temporal, mientras que su rebasabilidad no se establece. Así si la adquisición o el análisis de una placa 15 plantean problemas, es posible adoptar una estrategia de espera. Se advierte al conductor mediante la representación gráfica adaptada, la placa que todavía no se ha analizado se ve afectada, al menos temporalmente, por una velocidad máxima de rebase 16 nula. El patrón de velocidad se reduce automáticamente. En consecuencia, esto conlleva una aproximación del vehículo 1 a velocidad más reducida. Esto permite obtener tiempo suplementario que permite reiterar la adquisición y/o el análisis de la placa. Este análisis efectuado más de cerca, (véase la figura 5b) tiene más posibilidades de conseguirse. A partir de la obtención de un resultado, se previene al conductor mediante la representación que vuelve a ser normal. La velocidad máxima de rebase 16 y el patrón 17 se recalculan.

Otra alternativa consiste en permitir al conductor validar, bajo su control, una placa 15, para la que detiene la adquisición y el análisis y elimina la limitación. El conductor, bajo su responsabilidad, vuela a poner en este caso la mano sobre el automatismo de limitación de la velocidad.

La adquisición de una placa 15 se realiza idealmente en un instante. En la realidad la doble exploración angular del haz 3 necesaria para recorrer la placa 15 y el tiempo de cada medida de distancia sobre cada punto lleva un cierto tiempo. Durante este tiempo el vehículo continúa su desplazamiento. Puesto que este desplazamiento se efectúa en todo tipo de terrenos, la orientación del vehículo se modifica de manera permanente. Si el medio de adquisición 2 es directamente solidario del vehículo 1, esto tiene como consecuencia desviar el haz 3, que ya no apunta al punto de la placa 15 deseado. Estas modificaciones de orientación del haz 3, con respecto al tiempo de exploración a las velocidades elevadas que se trata de mantener, llevan a deformaciones de la adquisición de la placa 15 demasiado importantes para permitir un aprovechamiento. Para obtener un resultado aprovechable, es necesario estabilizar la adquisición. Esto puede realizarse por ejemplo mediante una plataforma giroscópica, bien conocida por el experto en la técnica, y que permite, insertada entre el medio de adquisición 2 y el vehículo 1, mantener el medio de adquisición 2 en una orientación casi constante respecto al terreno, a pesar de los cambios de orientación del vehículo 1. Esto no constituye el objeto de la presente patente.

Se ha visto anteriormente que la resolución mínima se calcula, para un vehículo dado, en longitud sobre el terreno 5, por la dimensión del obstáculo más grande, esté en relieve positivo (protuberancia) o negativo (hoyo), que puede ignorar el vehículo 1. De esta longitud y en la distancia de análisis prevista para una placa 15, se deduce el ángulo máximo de exploración que separa dos puntos de adquisición, que determina así una resolución angular. Se concibe fácilmente que para una longitud determinada de este modo el ángulo correspondiente varía en función de la pendiente del terreno al nivel de la placa 15. O lo que es equivalente, para un mismo ángulo de exploración, la distancia correspondiente sobre el terreno va a modificarse. Esto se ilustra en las figuras 11a y 11b. Así, para un ángulo constante de exploración en vertical, una pendiente más grande como en la figura 11a, va a llevar a una distancia pequeña. Si la pendiente disminuye, tal como se ilustra en la figura 11b, la distancia aumenta proporcionalmente.

ES 2 320 448 T3

Teniendo en cuenta el número de puntos de adquisición limitado, es ventajoso optimizar su utilización. Un enfoque interesante consiste en tener en cuenta para ello la pendiente y la inclinación del terreno al nivel de la placa 15. Así en una zona de pendiente/inclinación grande, es razonable aumentar el paso angular de adquisición y recíprocamente en una zona de pendiente/inclinación pequeña es razonable reducirlo. En una zona ciega no es útil perder puntos para realizar adquisiciones. Para ello es necesario disponer, antes de la adquisición de una placa 15, de su forma, aunque sea tosca en cuanto a pendiente e inclinación.

El tiempo de ciclo completo de adquisición de una placa 15 y de tratamiento completo de su análisis de transitabilidad es razonablemente de un segundo, para ser compatible con otras limitaciones del sistema. Este ciclo completo comprende en un primer tiempo un tiempo de adquisición seguido a continuación de un tiempo dedicado a los cálculos de análisis de la placa 15 adquirida. La placa 15 adquirida tiene razonablemente un tamaño correspondiente en el suelo a un cuadrado de 10 m por 10 m. Teniendo en cuenta una resolución indicativa del orden de 10 cm, esta adquisición necesita 10.000 puntos. Siendo el tiempo de adquisición de un punto inferior o igual a 30 microsegundos, la adquisición de una placa 15 necesita aproximadamente 0,3 segundos. El medio de adquisición 2 no se utiliza durante la fase de tratamiento, es decir durante 0,7 segundos. La invención aprovecha esta disponibilidad para efectuar una preadquisición tosca de la nueva placa 15.

Con el fin de preparar la adquisición de una nueva placa 15, es ventajoso efectuar al menos una preadquisición. Con el fin de no dedicarle demasiado tiempo esta adquisición se efectúa con un paso de exploración más importante. La retícula de la preadquisición de dicha placa 15 es de este modo más tosca. Puede también efectuarse un submuestreo del orden de un punto sobre 2, sobre 3 o sobre p en cada una de las dos dimensiones. La preadquisición de una placa 15 completa se efectúa por tanto en $1/4$, $1/9$ o $1/p^2$ veces menos de tiempo que la adquisición completa definitiva a la frecuencia espacial nominal de una placa 15, lo que sigue siendo totalmente compatible con el tiempo de disponibilidad del medio de adquisición 2. El modelo digital de terreno de la placa 15, obtenido de este modo mediante esta adquisición previa de retícula más grande, más tosca, es menos detallado. Permite sin embargo determinar aprovechando los elementos característicos de la placa 15 tales como la pendiente y la inclinación media. Una vista, aunque tosca de la forma de la placa 15 permite estimar la incidencia del haz 3 durante la medida de distancia. Esto permite determinar zonas que necesitarán una densidad de puntos de medida más o menos grande durante la adquisición definitiva ulterior. Es posible también determinar para la placa 15, antes de su adquisición definitiva, un reparto óptimo de los puntos de adquisición tal que estos puntos de adquisición presentan una distancia entre sí, medida sobre el suelo, incluso denominada paso espacial, constante. Este paso espacial es ventajosamente inferior o igual a la resolución fijada para detectar un obstáculo potencialmente peligroso. Esto permite optimizar la adquisición definitiva de la placa 15, conduciendo la exploración del medio de adquisición 2 en función de este reparto óptimo de los puntos de adquisición.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de ayuda a la conducción en todo tipo de terrenos de un vehículo (1) que comprende un medio de adquisición (2) de la geometría del terreno (5) que utiliza un haz (3) que permite una medida de distancia en el eje de dicho haz, al que se impone una conducción angular según dos direcciones sustancialmente perpendiculares, en un campo de visión (4) situado delante del vehículo (1), **caracterizado** porque el medio de adquisición (2) está unido al vehículo y está configurado para efectuar una adquisición parcial limitada a una placa (15) de terreno correspondiente a una parte (6) del campo de visión (4), estando limitada dicha placa (15, 15') por un lado próximo al vehículo por un primer segmento próximo (7, 7'), por un lado distante del vehículo por un segundo segmento distante (8, 8') y lateralmente por dos segmentos (9, 10, 9', 10') que unen los extremos de dichos segmentos primero y segundo y comprendiendo dicha placa (15, 15') un segmento medio (24, 24').

2. Dispositivo de ayuda a la conducción según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el medio de adquisición (2) está configurado para efectuar una nueva placa (15) después de haber adquirido una placa anterior (15').

3. Dispositivo de ayuda a la conducción según la reivindicación 2, **caracterizado** porque el medio de adquisición (2) está fijado sobre el vehículo (1).

4. Dispositivo de ayuda a la conducción según la reivindicación 2, **caracterizado** porque el medio de adquisición (2) está fijado sobre un vehículo no pilotado (21) móvil independientemente del vehículo (1).

5. Dispositivo de ayuda a la conducción según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el primer segmento próximo (7) de una nueva placa (15) coincide con el segundo segmento distante (8') de una placa anterior (15').

6. Dispositivo de ayuda a la conducción según la reivindicación 5, **caracterizado** porque el segmento medio (24) de una nueva placa (15) es perpendicular al segundo segmento distante (8) de dicha nueva placa (15), y presenta una longitud igual al producto de la velocidad máxima (22) del vehículo (1) por un tiempo de tratamiento (20) necesario para la adquisición y para el tratamiento de la placa (15), comprendiendo dicho segmento medio (24) un primer extremo (25) y un segundo extremo (26), el primer extremo (25) coincide con el punto medio del primer segmento próximo (7) de la nueva placa (15) y el segundo extremo (26) coincide con el punto medio del segundo segmento distante (8) de la nueva placa (15).

7. Dispositivo de ayuda a la conducción según la reivindicación 6, **caracterizado** porque el segmento medio (24) de la nueva placa (15) delimita un ángulo global (27) con el segmento medio (24') de la placa anterior (15'), siendo el ángulo global (27) la suma de un ángulo de control (28) y de un ángulo de corrección (29), estando el vehículo (1) controlado en dirección según un arco de círculo de control (30) que pasa por la posición del vehículo (1) tangente al eje del vehículo (1) y de radio igual al radio de giro controlado.

8. Dispositivo de ayuda a la conducción según la reivindicación 7, **caracterizado** porque el ángulo de control (28) es igual al ángulo entre la tangente (32) al arco de círculo de control (30) en el punto de intersección (31) entre dicho arco de círculo de control (30) y el primer segmento próximo (7) de la nueva placa (15), con el segmento medio (24') de la placa anterior (15').

9. Dispositivo de ayuda a la conducción según la reivindicación 8, **caracterizado** porque el ángulo de control (28) se filtra temporalmente sobre un horizonte sustancialmente igual a un segmento.

10. Dispositivo de ayuda a la conducción según la reivindicación 7, **caracterizado** porque el ángulo de corrección (29) es igual a una constante de corrección (38) que multiplica una distancia de corrección (33), midiéndose esta distancia de corrección (33) en línea recta entre un punto de control (34) y el primer extremo (25) del segmento medio (24) de la nueva placa (15), estando situada dicho punto de control (34) sobre el arco de círculo de control (30) a una distancia (36) del vehículo (1), medida a lo largo de dicho arco de círculo de control (34), siendo dicha distancia (36) igual a una distancia (37) medida entre dicho primer extremo (25) y un punto de proyección (47), midiéndose esta distancia (37) a lo largo de una línea quebrada (35) según los segmentos medios (24, 24'), siendo el punto de proyección (47) el punto de dicha línea quebrada (35) más próximo al vehículo (1).

11. Dispositivo de ayuda a la conducción según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se efectúa al menos una preadquisición de retícula tosca de una placa (15) para optimizar la adquisición definitiva ulterior de dicha placa (15) para determinar la pendiente y la inclinación media de la placa (15), permitiendo la adquisición previa determinar un reparto a paso constante, de los puntos de adquisición sobre la placa (15), utilizándose dicho reparto para la adquisición definitiva.

12. Dispositivo de ayuda a la conducción según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la placa (15) se analiza para determinar una velocidad máxima de rebase (16) de dicha placa (15).

13. Dispositivo de ayuda a la conducción según la reivindicación 12, **caracterizado** porque la velocidad máxima de rebase (16) se determina mediante un método temporal que simula la circulación de un modelo simplificado del vehículo (1) sobre la placa (15) variando la velocidad de dicho modelo hasta superar un criterio de incomodidad y/o de inestabilidad.

ES 2 320 448 T3

14. Dispositivo de ayuda a la conducción según la reivindicación 12, **caracterizado** porque la velocidad máxima de rebase (16) se determina mediante un método frecuencial que determina la irregularidad del terreno (5) y que hace que se corresponda con una velocidad máxima de rebase (16) mediante una tabla de correspondencia preestablecida.

5 15. Dispositivo de ayuda a la conducción según la reivindicación 12, **caracterizado** porque la velocidad máxima de rebase (16) se determina mediante un método espacial que consiste en recortar la placa (15) en elementos de relieve elementales a los que se asocian respectivamente velocidades máximas de rebase (16).

10 16. Dispositivo de ayuda a la conducción según una de las reivindicaciones 12 a 15, **caracterizado** porque la velocidad máxima de rebase (16) se determina mediante un método que combina los métodos temporal, frecuencial y espacial.

15 17. Dispositivo de ayuda a la conducción según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque cada placa (15) se visualiza mediante un cuadrilátero (19), cuyos segmentos de los lados se superponen con los segmentos (7, 8, 9, 10) de la placa (15).

20 18. Dispositivo de ayuda a la conducción según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se construye un canal (18) ensamblando extremo con extremo los cuadriláteros (19', 19) que provienen de las placas (15', 15).

25 19. Dispositivo de ayuda a la conducción según una de las reivindicaciones 12 a 18, **caracterizado** porque se construye un patrón (17) de velocidad máxima de rebase de manera recursiva en función de la velocidad máxima de rebase (16) determinada para cada placa (15) del canal (18), que garantiza que se podrá acometer una placa (15) dada a una velocidad inferior a la velocidad máxima de rebase (16) de esta placa.

30 20. Dispositivo de ayuda a la conducción según la reivindicación 19, **caracterizado** porque el patrón (17) de velocidad es tal que la deceleración máxima, a lo largo de este patrón, permanece siempre inferior al potencial de adherencia disponible.

35 21. Dispositivo de ayuda a la conducción según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el canal (18) constituido por la sucesión de cuadriláteros (19', 19) se proyecta en superposición del campo de visión (4) del conductor.

40 22. Dispositivo de ayuda a la conducción según la reivindicación 21, **caracterizado** porque el campo de visión (4) se ve directamente y porque la proyección del canal (18) se efectúa en transparencia sobre una lámina semirreflectante intercalada.

45 23. Dispositivo de ayuda a la conducción según la reivindicación 22, **caracterizado** porque el campo de visión (4) se ve sobre una pantalla de visualización y porque el canal (18) se proyecta en transparencia sobre dicha pantalla de visualización.

50 24. Dispositivo de ayuda a la conducción según una cualquiera de las reivindicaciones 21 a 23, **caracterizado** porque la representación gráfica de los cuadriláteros (19, 19') utiliza un símbolo gráfico para indicar que no puede rebasarse una placa.

55 25. Dispositivo de ayuda a la conducción según una cualquiera de las reivindicaciones 21 a 24, **caracterizado** porque la representación gráfica de los cuadriláteros (19) utiliza N símbolos gráficos, para indicar que una placa puede rebasarse a una velocidad que pertenece a una de las N zonas que comparten el intervalo total de velocidad.

60

65

70

75

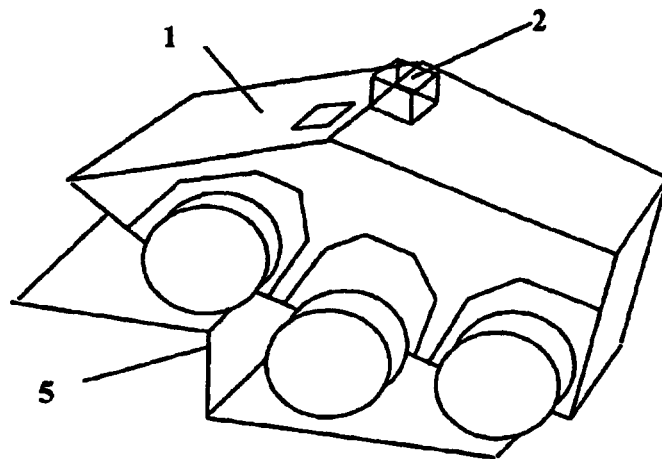


Figura 1

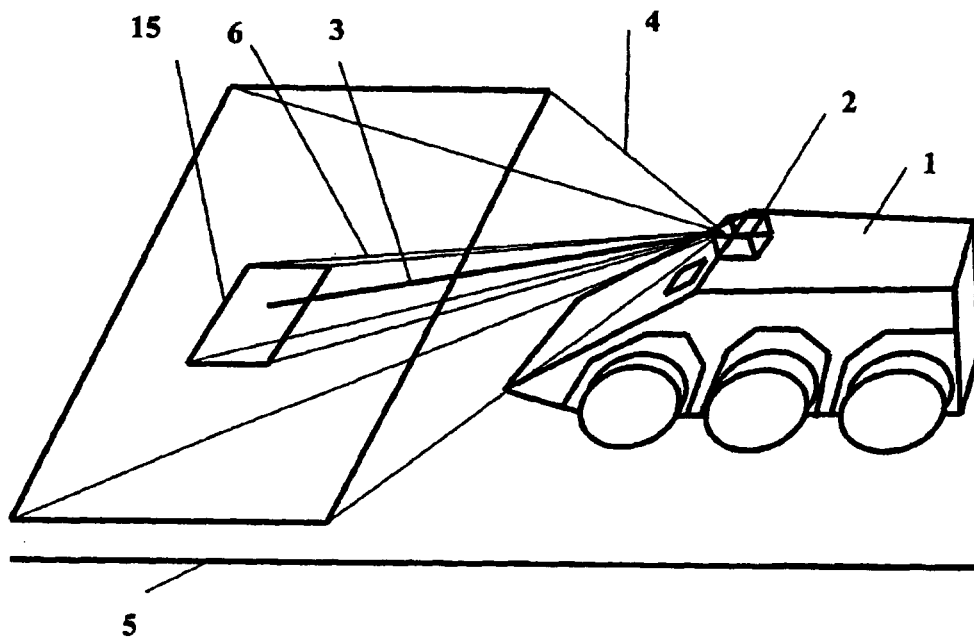


Figura 2

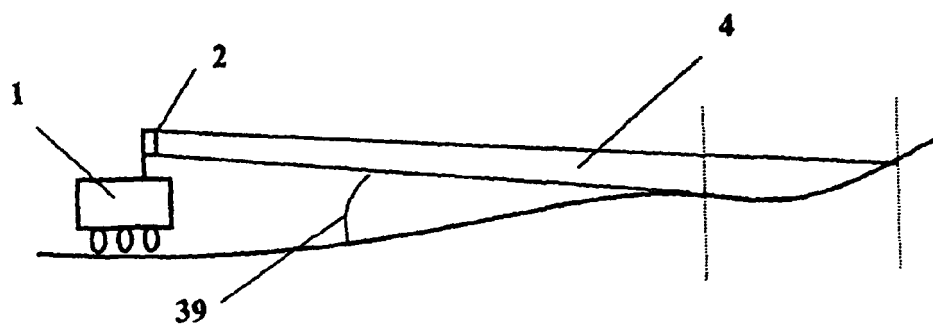


Figura 3a

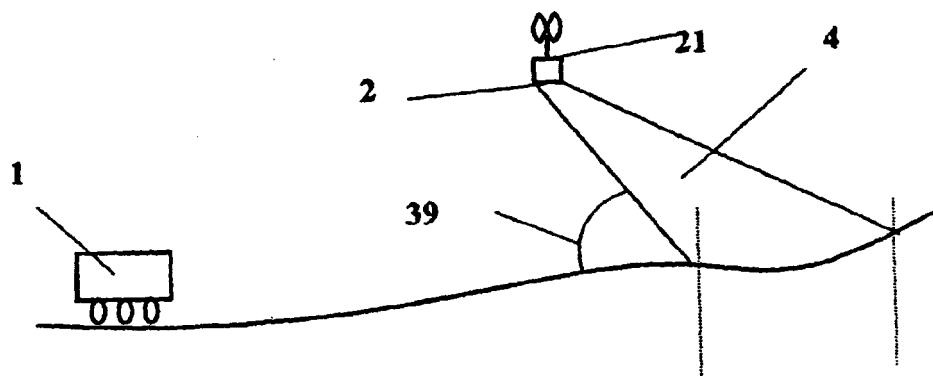


Figura 3b

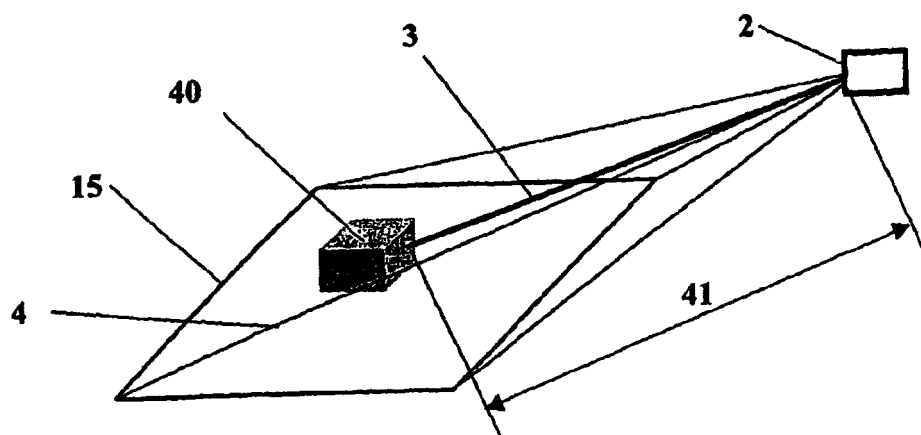


Figura 4

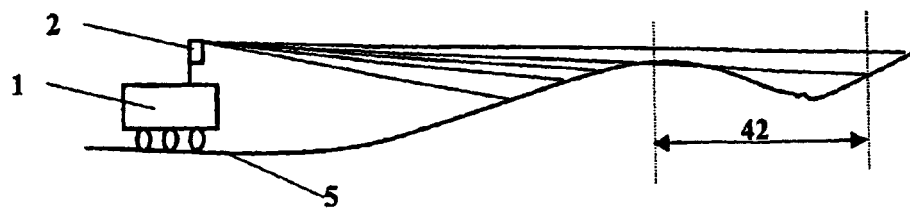


Figura 5a

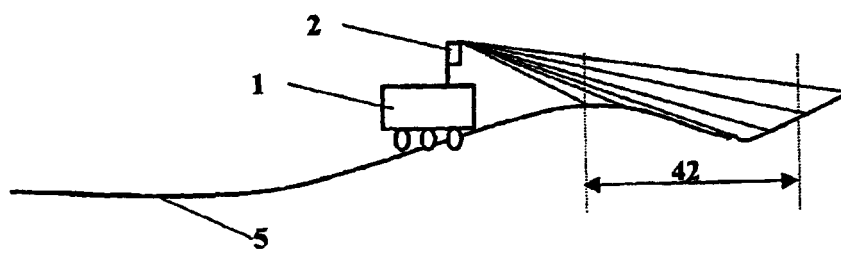


Figura 5b

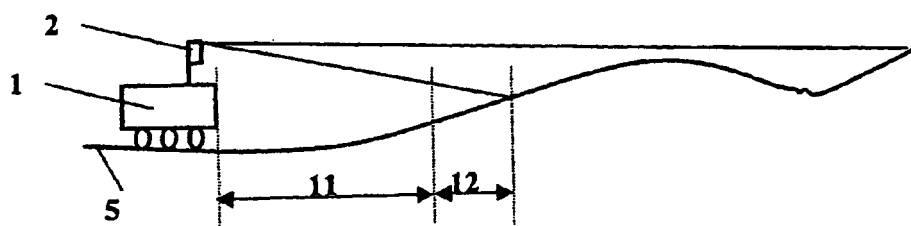


Figura 6

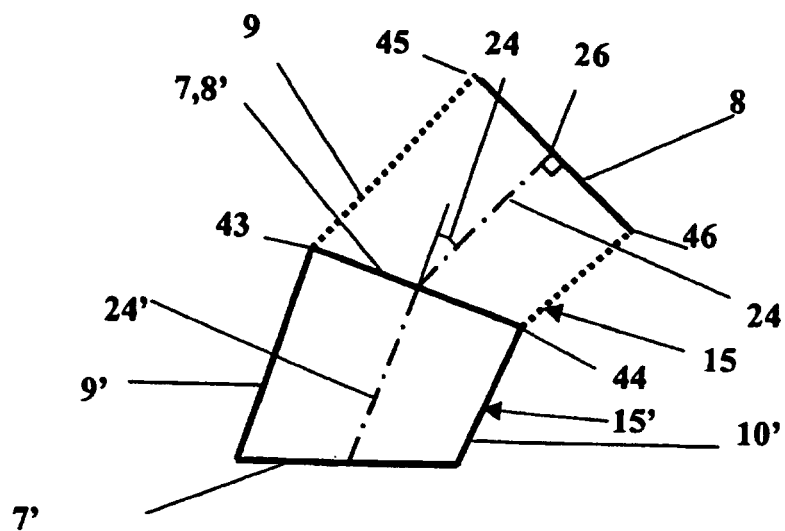


Figura 7

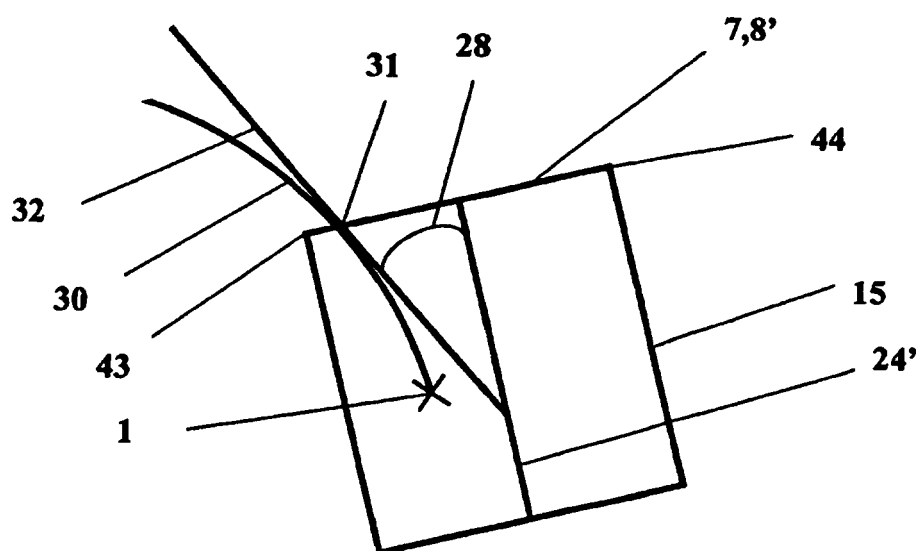


Figura 8

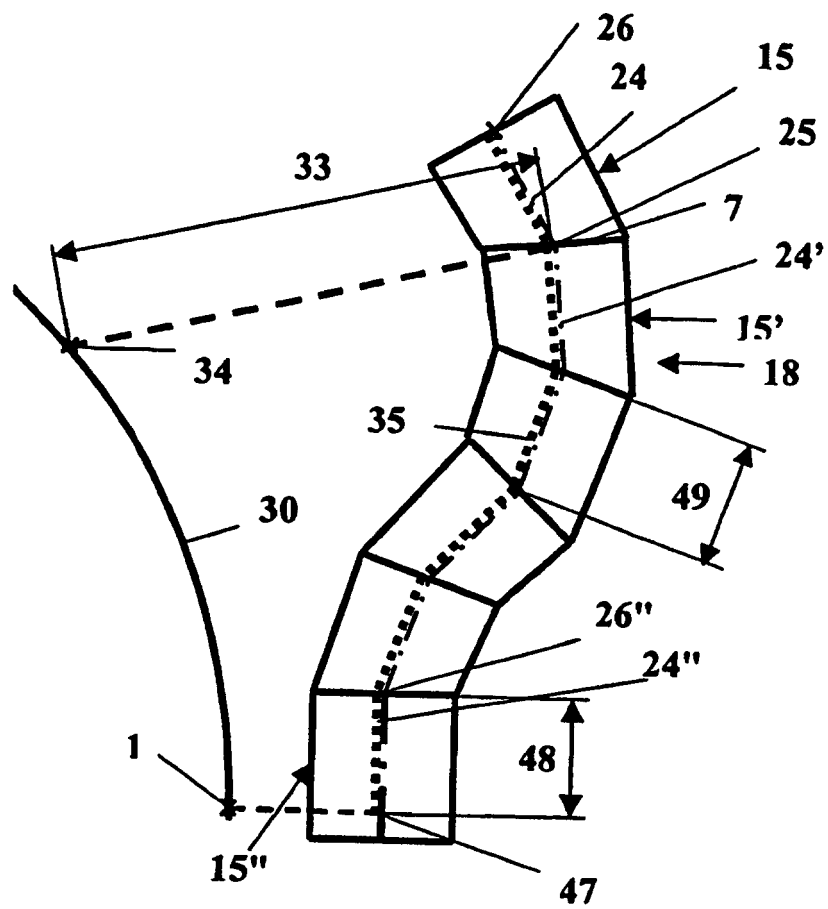


Figura 9

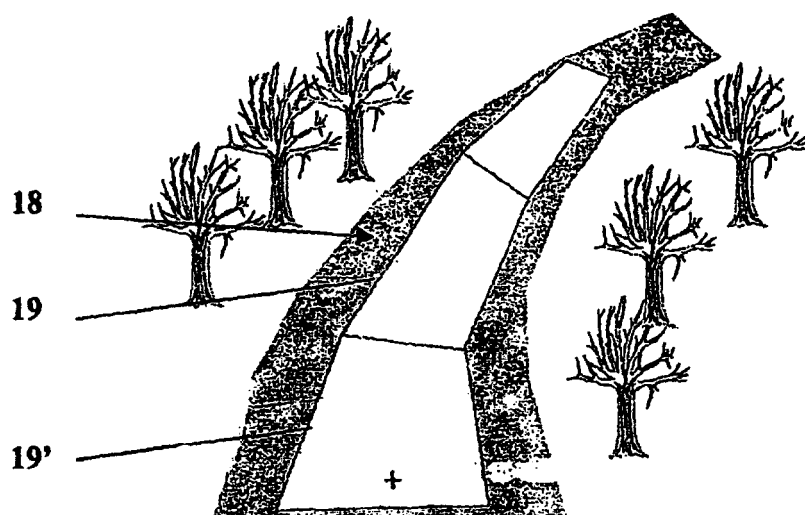


Figura 10



Figura 11a



Figura 11b