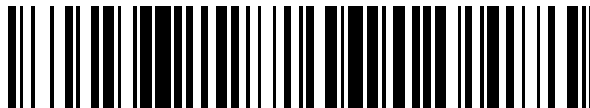


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 705 431**

51 Int. Cl.:

G06T 7/73

(2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2015 PCT/IB2015/059875**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2016 WO16103173**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2015 E 15834763 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018 EP 3238173**

54 Título: **Método y dispositivo para detectar un cable elevado desde una aeronave**

30 Prioridad:

22.12.2014 NO 20141554

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

25.03.2019

73 Titular/es:

**KLEON PROSJEKT AS (100.0%)
Skytterløkka 18
3613 Kongsberg, NO**

72 Inventor/es:

**BARIKMO, AASMUND y
SOMMERFELT, ARNE**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 705 431 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método y dispositivo para detectar un cable elevado desde una aeronave

Campo técnico

La invención se refiere con un método y dispositivo para detectar un cable elevado desde una aeronave.

5 Antecedentes

De vez en cuando, se producen accidentes fatales debido a que una aeronave, específicamente un helicóptero, entra en contacto con cables elevados, como líneas eléctricas y cables de telecomunicaciones. Específicamente, es un desafío evitar dichos cables aéreos durante el aterrizaje de la aeronave en un terreno desconocido para el piloto.

10 A menudo, los cables aéreos tienen dimensiones tan pequeñas (ancho pequeño) que son difíciles de observar a simple vista.

Tradicionalmente, las tripulaciones de helicópteros han evitado los cables aéreos mediante el uso de mapas en los cuales se encuentran los cables aéreos conocidos.

Por consiguiente, dentro del campo, existe una necesidad general de métodos y dispositivos para detectar cables aéreos a partir de una aeronave.

15 Anteriormente, se han desarrollado soluciones para detectar cables aéreos desde una aeronave, en donde la solución se basa en el uso de una cámara y en técnicas de procesamiento de imágenes que procesan la imagen captada por la cámara.

20 Por ejemplo, el documento EP-1 908 010 muestra un sistema y un método para la detección pasiva de cables a partir de un helicóptero. Una imagen digital es capturada a partir del helicóptero. En primer lugar, la imagen digital se procesa previamente para reducir el ruido el cual no se parece a los cables. Luego se identifican los píxeles que pueden clasificarse como cables utilizando un módulo de segmentación. Además, los píxeles identificados están vinculados en un módulo enlazador, para determinar si una estructura similar a un cable está presente. Esto genera una superposición de cable. El módulo enlazador comprende filtros espaciales y temporales. El filtro espacial elimina las características de la imagen que no son compatibles con los cables, a la vez que el filtro temporal elimina los píxeles que no cumplen con una persistencia mínima de imagen a imagen. Cuando se detecta un cable, se advierte al piloto.

25 Un artículo de Pascual Campoy et al., "Computer Vision Onboard UAVs for Civilian Tasks", Journal of Intelligent and Robotic Systems; Theory and Applications (incorporating Mechatronic Systems Engineering), Kluwer Academic Publishers, vol. 54, no. 1 - 3, 7 de agosto de 2008, páginas. 105 - 135, ISSN: 1573-0409, divulga el reconocimiento, seguimiento e inspección de líneas eléctricas no tripuladas con base en vehículos aéreos no tripulados utilizando secuencias de video estéreo en el aire y funciona en líneas o esquinas extraídas. La medición de altura se realiza con respecto al suelo con base en la triangulación estéreo.

30 Un artículo de Beau Tippetts et al, "FPGA Implementation of a Feature Detection and Tracking Algorithm for Real-time Applications", 26 de noviembre de 2007, Advances in Visual Computing; Lecture Notes in Computer Science, Springer, Berlín, Heidelberg, páginas. 682 - 691, ISBN: 978-3-540-76857-9, se refiere a la característica de seguimiento de un vehículo aéreo no tripulado, por ejemplo para impedir líneas eléctricas. Las características correspondientes se rastrean en imágenes subsiguientes para definir una homografía utilizando RANSAC para medir distancias a partir de la aeronave.

35 En dichos sistemas de advertencia, es deseable mejorar la seguridad para asegurar que se emita una advertencia cuando en realidad está presente un cable elevado. Al mismo tiempo, es conveniente evitar una advertencia cuando no hay un cable elevado. Es un objeto de la invención proporcionar un método y un dispositivo mejorados para detectar cables aéreos a partir de una aeronave.

Resumen

De acuerdo con la invención, se proporciona un método y un dispositivo para detectar un cable elevado a partir de una aeronave, tal como se define en las reivindicaciones de patente.

45 De acuerdo con la invención, en comparación con las soluciones en la técnica anterior, es decir, se proporciona una reducción en el riesgo de que los objetos representados como una línea en la imagen capturada por la cámara se detecten incorrectamente como un cable elevado, si el objeto en realidad está presente a nivel del suelo. Este puede ser el caso si el objeto está a un lado de la carretera, en un borde de la acera, un cable o una manguera que se encuentra en el suelo, etc.

Por lo tanto, la invención implica una clara mejora en comparación con la técnica anterior, y constituye una herramienta de seguridad ventajosa, específicamente para la aplicación en el aterrizaje de aeronaves.

Breve descripción de los dibujos

5 La invención se describirá con más detalle, utilizando las formas de realización de ejemplo y con referencia a los dibujos.

La Figura 1 es una figura esquemática que ilustra los principios de un método y un dispositivo para la detección de un cable elevado a partir de una aeronave.

La Figura 2 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra un método para detectar un cable elevado a partir de una aeronave.

10 La Figura 3 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un dispositivo para detectar un cable elevado a partir de una aeronave.

Las Figuras 4A y 4B son diagramas de flujo esquemáticos que ilustran los detalles de una etapa de detección de línea.

Las Figuras 5A y 5B son figuras esquemáticas que especifican etapas adicionales de la etapa de detección de línea que se ilustra en las Figuras 4A y 4B.

15 Descripción detallada de realizaciones

La Figura 1 es una figura esquemática que ilustra los principios de un método y dispositivo para detectar un cable elevado a partir de una aeronave.

20 Con respecto a esta invención, un cable elevado debe entenderse como cables, alambres y líneas suspendidos sobre el nivel del suelo, por ejemplo, entre postes u otras estructuras fijas. Por lo tanto, los cables aéreos también pueden comprender líneas eléctricas, líneas de comunicación y cables de contacto aéreo para trenes o tranvías, y también cualquier tipo similar de objetos delgados y extendidos suspendidos sobre el nivel del suelo.

25 La Figura 1 ilustra una aeronave en forma de un helicóptero 110, la cual se está moviendo, a cierta altura sobre el suelo 120. Se especifican una primera posición A y una segunda posición B para el helicóptero 110. Las posiciones A y B están asociadas con los puntos primero y segundo respectivos en el tiempo. En consecuencia, el helicóptero 110 está en movimiento entre las posiciones A y B durante el período en que se realiza el método de detección de un cable elevado.

Una cámara está dispuesta en el helicóptero 110. Ventajosamente, la cámara está dispuesta de manera tal que su campo de visión se dirige sustancialmente perpendicular al suelo.

30 Un cable elevado suspendido, más específicamente su sección transversal, se muestra en 130. El cable está colocado sustancialmente por encima del nivel 120 del suelo, por ejemplo, a una altitud del orden de 2-40 metros sobre el nivel del suelo, más específicamente 3-20 metros sobre el nivel del suelo.

Cuando el piloto está a punto de aterrizar el helicóptero 110 en un área en el suelo 120, es vital impedir la colisión con cualquier cable elevado, como el cable 130 elevado suspendido.

35 Ciertos objetos en el nivel del suelo, como por ejemplo, un borde de la acera, una acera, un cable o una manguera que descansa directamente en el suelo, aparecería como una línea tanto en la vista del piloto como en una imagen tomada por la cámara. El cable 130 elevado suspendido también aparecerá como una línea tanto en el campo de visión del piloto como en una imagen tomada por la cámara.

40 Para distinguir entre dichos objetos a nivel del suelo y un cable elevado, de acuerdo con la invención, utilizando la cámara, se dispara una pluralidad de imágenes del área debajo del helicóptero, durante el vuelo del helicóptero. En la Figura 1, se ilustra que se toman dos imágenes. Una primera imagen 140, tomada en el primer punto en el tiempo, donde el helicóptero está en la posición A, representa una primera área A' en tierra. Una segunda imagen 150, tomada en el segundo punto en el tiempo, donde el helicóptero está en la posición B, representa una segunda área B' en tierra.

De acuerdo con la invención, las líneas se detectan en ambas imágenes. Una línea 148 se ilustra en la primera imagen 140, y una línea 158 se ilustra en la segunda imagen 150.

45 Además, se determina si las líneas detectadas 148, 158 representan líneas a nivel del suelo o líneas a un nivel por encima del nivel del suelo.

Esta determinación puede realizarse con un cálculo de paralaje. En este caso, los pares de líneas 148, 158 que pertenecen en conjunto se identifican en la primera imagen y la segunda imagen, respectivamente. Además, se identifica un fondo en cada una de las primeras y segundas imágenes, asociadas con los pares de líneas. Dicho fondo se ilustra mediante las áreas 142, 144 en la primera imagen 140, y por las áreas 152, 154 en la segunda imagen 150.

5 Además, se determina si una línea y su fondo asociado se desplazan más de un límite predeterminado a partir de la primera imagen 140 a la segunda imagen 150. Si este es el caso, se determina que la línea representa una línea a un nivel por encima del nivel del suelo, es decir, representa un posible cable elevado.

10 En la Figura 1, debe entenderse que la línea 158 en la segunda imagen 150 se ha desplazado significativamente hacia la derecha en relación con su fondo 152, 154 asociado, en comparación con la línea 148 en relación con su fondo 142, 144 asociado en la primera imagen 140.

En consecuencia, se puede definir que las líneas 148, 158 representan un posible cable elevado. Luego, de acuerdo con el método, se puede emitir una advertencia. Esto hace que los pilotos puedan tomar precauciones de seguridad, como abortar el procedimiento de aterrizaje.

15 Si las líneas detectadas en la primera y la segunda imágenes hubieran sido en su lugar causadas por un objeto a nivel del suelo, como por ejemplo un borde de acera, dicho cambio no habría aparecido, y el método no daría como resultado la detección de un posible cable elevado.

20 Un valor de umbral de ejemplo para la detección de un desplazamiento paralelo significativo puede calcularse de acuerdo con lo siguiente: La altura sobre el nivel del suelo del cable elevado se designa h , y la altitud del helicóptero se designa H . El cambio de la imagen completa, debido a la sustancial transferencia horizontal del helicóptero, se designa q . La paralaje del cable elevado hacia el suelo se da como: $p = hq/(H-h)$. La altitud del cable elevado se puede definir a un mínimo, por ejemplo, $h = 2$ metros. La altitud H del helicóptero puede ser proporcionada por el piloto o recuperada de otros instrumentos, que incluyen los datos del GPS, en los cuales se toma en cuenta tanto la altitud del helicóptero sobre el nivel del mar como la altitud del nivel del suelo. Cabe destacar que el paralaje se eleva cuando el helicóptero desciende; por lo tanto, es más seguro especificar un H demasiado grande. El valor de q para el desplazamiento de la imagen se puede estimar a partir de las dos imágenes reales utilizando una técnica de procesamiento de imágenes, por ejemplo, conocida como detección de movimiento. Como ejemplo de cálculo. Se ha encontrado que el paralaje puede corresponder a 6 píxeles utilizando una cámara de 1000x1000 píxeles a partir de una altitud $H = 200$ metros cuando la sección de la imagen se desplaza un 20% entre la primera y la segunda imágenes.

30 La Figura 2 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra un método 200 para detectar un cable elevado a partir de una aeronave.

35 El método 200 puede realizarse ventajosamente con un dispositivo de procesamiento, tal como un microprocesador o un microcontrolador, que puede incluirse en un dispositivo para detectar un cable elevado a partir de una aeronave. Dicho dispositivo puede, además del dispositivo de procesamiento, comprender una cámara. El dispositivo de procesamiento y el dispositivo para detectar un cable elevado de una aeronave se describen más detalladamente con referencia a la Figura 3 a continuación.

El método 200 se inicia mediante la etapa 210 inicial.

En primer lugar, se realiza una etapa 220 para proporcionar una pluralidad de imágenes de un área debajo de la aeronave. Las imágenes se proporcionan a partir de una cámara dispuesta en la aeronave, durante el movimiento de la aeronave.

40 Específicamente ventajoso, la etapa 220 comprende proporcionar, a partir de la cámara, una primera y una segunda imágenes en un primer y segundo punto en el tiempo, respectivamente, como la aeronave s en movimiento entre el primer y el segundo punto en el tiempo.

Cuando las imágenes se recuperan de la cámara, se realiza 230 una etapa de detección de línea, en donde se detectan las líneas en las imágenes proporcionadas.

45 Específicamente ventajoso, la etapa 230 de detección de líneas en las imágenes comprende un algoritmo SUSAN modificado.

50 SUSAN (Núcleo de asimilación del segmento de valor único más pequeño) es un principio conocido dentro del campo del procesamiento digital de imágenes, para la detección o extracción de características específicas, especialmente bordes y esquinas, en una imagen. El principio de SUSAN convencional es, por ejemplo, divulgado en S-M. Smith y J.M. Brady: "SUSAN - a new approach to low level image processing", International Journal of Computer Vision archive, Volumen 23, Número 1, Mayo de 1997, páginas 45-78).

El procedimiento descrito aquí es novedoso y se modifica sustancialmente en comparación con el algoritmo SUSAN conocido, para ajustarse al área de aplicación actual, es decir, la detección de un cable elevado a partir de una aeronave. Sin embargo, el algoritmo SUSAN modificado descrito también puede usarse en otras situaciones donde que es necesario detectar líneas en una imagen digital.

- 5 En este caso, el algoritmo SUSAN modificado puede comprender, para cada una de las imágenes proporcionadas:
- proporcionar un área circular adyacente alrededor de un píxel central,
 - comparar los valores de los píxeles centrales con los valores de otros píxeles dentro del área adyacente,
 - definir un área USAN que comprende los píxeles en el área adyacente que tiene valores sustancialmente similares al píxel central,

- 10 - determinar una geometría para el USAN, y
- considerar una línea como detectada cuando la geometría del área USAN cumple con un requisito predeterminado.

Dicha aplicación de este tipo del método, en la cual la etapa 230 de detección comprende un algoritmo SUSAN modificado, puede comprender además:

- determinar la dirección del área USAN; y
- 15 - dejar que la dirección del área de USAN decida la dirección de las líneas.

La dirección del área de USAN puede ser determinada por la descomposición del valor propio.

Otras posibles propiedades y características de la etapa 230 de detección de línea, en particular el algoritmo SUSAN modificado, son evidentes a continuación con referencia a la Figura 3A y 3B.

- 20 Además, con referencia a la Figura 2, se realiza una etapa 240 de determinación, en donde se determina si las líneas detectadas en la etapa 230 representan líneas a nivel del suelo o líneas a un nivel por encima del nivel del suelo.

La etapa 240 de determinación puede comprender el cálculo de paralaje. Esto se puede lograr, por ejemplo, mediante la etapa 240 de determinación que comprende:

identificar pares de líneas que pertenecen en conjunto de la primera y la segunda imágenes;

- 25 identificar un fondo en cada una de la primera y segunda imágenes, asociadas con el par de líneas, y determinar si una línea y su fondo asociado han cambiado más el límite predeterminado de la primera a la segunda imagen. Si este es el caso, la etapa 240 de determinación comprenderá además que la línea represente una línea a un nivel por encima del nivel del suelo.

- 30 Posteriormente, se realiza la etapa 250, que decide que una línea a un nivel por encima del nivel del suelo representa un posible cable elevado. En una realización, el método 200 puede comprender además recopilar datos de posición o movimiento para la aeronave. En este caso, la etapa de decidir que la línea representa una línea a un nivel por encima del nivel del suelo puede usar aún más la posición recopilada y los datos de movimiento.

En una realización, las imágenes son imágenes en color. En este caso, la etapa de detectar líneas en las imágenes puede comprender la evaluación del color de los píxeles en las imágenes.

- 35 De manera ventajosa, la evaluación del color puede incluir la transformación de un primer espacio de color a un segundo espacio de color. Una transformación adecuada sería pasar de los valores de intensidad espectral no procesados rojo/verde/azul (RGB), lo cual es a menudo el formato en donde las cámaras proporcionan píxeles, a tres valores de color, saturación e intensidad (HIS), lo cual es adecuado en el procesamiento de imágenes. La evaluación del color puede incluir ventajosamente el uso de la medida de distancia que enfatiza las diferencias de color que aparecen más a menudo entre las líneas y su fondo. Esto se puede adaptar dinámicamente al color de fondo general.
- 40 Por ejemplo, sobre un campo de fútbol el cual es un fondo predominantemente verde, uno puede enfatizar todos los píxeles que no sean verdes.

El método 200 descrito se puede realizar ventajosamente en cualquier realización descrita durante un procedimiento de preparación de aterrizaje para la aeronave, específicamente el helicóptero.

- 45 Adecuadamente, la cámara puede estar dispuesta en la aeronave de tal manera que el campo de visión de la cámara se dirija sustancialmente perpendicularmente hacia el suelo.

El método 200 puede, en cualquier realización descrita, comprender además emitir una advertencia cuando se detecta un cable elevado.

La Figura 3 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un dispositivo 300 para detectar un cable elevado a partir de una aeronave, por ejemplo un helicóptero 110. En uso, el dispositivo está dispuesto dentro o en la aeronave.

5 En un posible aspecto, la invención puede referirse a una aeronave, por ejemplo un helicóptero 110, el cual comprende un dispositivo 300 de este tipo para la detección de un cable elevado a partir de la aeronave.

10 El dispositivo 300 para detectar un cable elevado de una aeronave comprende una cámara 310, preferiblemente una cámara digital para tomar imágenes en color de imagen congelada. La cámara 310 puede tener, por ejemplo, una resolución de imagen del orden de 1 a 50 megapíxeles, y está equipada con ópticas adecuadas, obturador, etc. La cámara 310 está preferiblemente dispuesta en el helicóptero 110 de modo que su campo de visión se dirija sustancialmente perpendicular hacia el suelo 120, al menos durante la orientación horizontal espacialmente regular del helicóptero 110.

15 La cámara 310 está conectada comunicativamente a un dispositivo 320 de procesamiento, por ejemplo, un ordenador. El dispositivo 320 de procesamiento está dispuesto para controlar la cámara 310, especialmente para iniciar la fotografía, y también recuperar datos de la cámara 310. El dispositivo 320 de procesamiento está dispuesto para realizar un método 200 como se divulga en la presente especificación. Esto se puede lograr utilizando un programa 330 informático, el cual se almacena en una memoria conectada a la unidad de procesamiento. El programa 330 informático comprende funciones informáticas que hacen que la unidad 320 de procesamiento realice el método 200 descrito.

20 La unidad 320 de procesamiento comprende, o está conectada a, al menos una memoria para almacenar instrucciones de programa y datos, entre otras cosas. La memoria puede comprender una memoria de acceso aleatorio (RAM), especialmente para almacenar datos temporales, y una memoria de acceso no aleatorio, especialmente para almacenar instrucciones de programas y otros datos fijos (ROM, Flash, etc.).

25 Opcionalmente, la unidad 320 de procesamiento puede además estar conectada comunicativamente a una unidad 340 de advertencia, la cual está dispuesta para emitir una advertencia 342 visual y/o una advertencia 344 de sonido, por ejemplo, al piloto, en el caso de que se detecte un posible cable elevado. La advertencia 342 visual puede incluir adecuadamente la indicación de una línea correspondiente a la línea detectada en un mapa o una imagen mostrada al piloto. En el caso de una imagen, la cámara 310 puede tomar la imagen y mostrarla en una pantalla. En el caso de un mapa, el mapa puede recuperarse a partir de los datos del mapa almacenado y presentarse en una pantalla.

30 Alternativamente, la advertencia puede ser una simple advertencia visual 342 y/o audible 344, por ejemplo, proporcionada por una luz de control y/o una señal de audio.

Opcionalmente, la unidad 320 de procesamiento también puede estar conectada comunicativamente a una o más unidades 350, 360 de datos de posición. Una unidad de datos de posición puede ser un módulo 350 GPS que proporciona datos de posición globales, y/o acelerómetro o sensor 360 de posición que mide la orientación del helicóptero 110 en relación con la línea perpendicular y los cambios de velocidad.

35 Opcionalmente, el dispositivo 300 puede comprender además, o conectarse a, al menos una fuente 360 de iluminación, por ejemplo, faros dispuestos en la aeronave para iluminar un área debajo de la aeronave.

Las Figuras 4A y 4B son diagramas de flujo esquemáticos que ilustran detalles de una etapa de detección de línea.

40 Como se describe con referencia a la Figura 2, el método 200 comprende una etapa 230 de detección de línea para detectar líneas en las imágenes capturadas a partir de la cámara. Las Figuras 4A y 4B, las cuales deben verse juntas, ilustran un posible procedimiento para implementar la detección de una o más líneas en una imagen. Sin embargo, debe entenderse que otros procedimientos, métodos o algoritmos para detectar líneas en imágenes son bien conocidos por los expertos, y que otros procedimientos, métodos o algoritmos similares pueden emplearse alternativamente en el método 200, específicamente en la etapa 230 de detección de líneas del método 200.

45 La Figura 4A comienza con la disposición 410 de una imagen, por ejemplo, una imagen en color, correspondiente a la etapa 12 que se ilustra en la Figura 2.

En la etapa 412, para cada píxel en la imagen, se calcula un área central designada USAN, es decir, " Núcleo de asimilación del segmento de valor único".

50 Además, se calcula el centro de gravedad (etapa 414) y se calcula la matriz de covarianza (etapa 416) para el área central USAN, así como la descomposición del valor propio (etapa 418) de la matriz de covarianza resultante.

Posteriormente, en la etapa 420, se comparan las características calculadas, es decir, el resultado de la descomposición del valor propio, con valores de umbral almacenados, y se calcula un valor de puntuación que indica hasta qué punto el píxel se asemeja a una línea.

5 Además, también en la etapa 420, se calcula el ángulo de la línea, especificado por la dirección del vector propio que pertenece al valor propio máximo.

Como resultado, en la etapa 422, aparece una imagen de puntuación de línea, y, en la etapa 424, una imagen de ángulo de línea.

10 El procedimiento para la detección de línea procede en la Figura 4B, el cual se basa en la etapa 422 para proporcionar la imagen de puntuación de la línea y en la etapa 424 para la provisión de la imagen del ángulo de línea, que también se muestra en la Figura 4A.

En el procedimiento, se realiza una etapa 426 para crear una lista de los píxeles en la imagen de puntuación que tienen un valor por encima de un valor de umbral especificado. Además, en la etapa 428, se agrupan los píxeles de la lista los cuales tienen el mismo ángulo o sustancialmente el mismo, y se colocan a una cierta densidad en la misma línea.

15 Posteriormente, en la etapa 430, se calcula una puntuación de grupo, en función del número de píxeles y los valores de puntuación de línea individuales.

Finalmente, en la etapa 432, los grupos que tienen una puntuación por encima de un valor de umbral especificado se filtran. Estos grupos se consideran líneas detectadas en la imagen.

Por lo tanto, las líneas detectadas, o la línea detectada, aparecen en la etapa 434.

20 Las Figuras 5A y 5B son figuras esquemáticas que especifican características adicionales de la etapa de detección de línea que se ilustra en la Figura 4a y 4B.

En la Figura 5A, se ilustra una sección de imagen de ejemplo de 20x20 píxeles, con tres áreas circulares adyacentes elegidas designadas A, B y C. Los puntos de mira indican los píxeles centrales de las áreas adyacentes. La tarea de la etapa de detección de línea es detectar una línea en la sección de imagen de ejemplo.

25 En la Figura 5B, los píxeles negros ilustran un área central, es decir, un área USAN, para cada una de las tres áreas circulares adyacentes A, B y C que se muestran en la Figura 5A. Las elipses que se ilustran en la Figura 5B muestran el centro de gravedad (el centro de la elipse) del área USAN y la dirección de dispersión. Estos son calculados por la composición del valor propio.

30 Cuando la elipse asociada con el área USAN está suficientemente aplanada, es decir, que el semieje menor de la elipse es lo suficientemente pequeño en comparación con el semieje más grande de la elipse, se decide que el grupo de píxeles investigado se detecte como una línea.

En consecuencia, en las Figuras 5A y 5B, los píxeles de las áreas circulares adyacentes alrededor de los puntos A y B no se detectarán como una línea, a la vez que los píxeles en el área circular adyacente alrededor del punto C se detectarán como una línea.

35 Debe entenderse que la descripción detallada se proporciona como ejemplos, y que el alcance de la invención se define mediante las reivindicaciones de la patente.

REIVINDICACIONES

1. Un método (200) para detectar un cable elevado a partir de un helicóptero, el helicóptero tiene un piloto, el método se realiza durante un procedimiento de preparación para el aterrizaje del helicóptero, el método comprende
- 5 proporcionar (220), a partir de una sola cámara dispuesta en dicho helicóptero, en donde dicha cámara está dispuesta en el helicóptero de tal manera que el campo de visión de la cámara se dirige sustancialmente perpendicular hacia el suelo, una pluralidad de imágenes de un área debajo de dicho helicóptero durante el movimiento de dicho helicóptero, que incluyen la provisión, a partir de dicha cámara única, una primera y una segunda imágenes en un primer y un
- 10 segundo puntos en el tiempo, respectivamente, a la vez que el helicóptero está en movimiento entre dicho primer y segundo puntos en el tiempo, detectar (230) líneas en las imágenes, determinar (240) si dichas líneas representan líneas a nivel del suelo o líneas a un nivel por encima del nivel del suelo, y determinar (250) si una línea a un nivel por encima del nivel del suelo representa un posible cable elevado, en donde la etapa (240) de determinar si las líneas representan líneas a nivel del suelo o líneas a un nivel sobre el nivel del suelo que comprende identificar pares de líneas que pertenecen en conjunto de dichas primera y segunda imágenes, respectivamente, identificar un fondo en
- 15 cada una de dichas primera y segunda imágenes, asociadas con los pares de líneas, y
- determinar si una línea y su fondo asociado han cambiado más que un límite predeterminado de dicha primera a dicha segunda imágenes y, en caso afirmativo, determinar si la línea representa una línea a un nivel por encima del nivel del suelo.
2. El método de la reivindicación 1, en donde la etapa (240) de determinar si las líneas representan líneas a nivel del suelo o líneas a un nivel por encima del nivel del suelo comprende el cálculo de paralaje.
- 20 3. El método de las reivindicaciones 1 o 2, en donde la etapa (230) de detección de líneas en las imágenes comprende un algoritmo SUSAN modificado.
4. El método de la reivindicación 3, en donde el algoritmo SUSAN modificado comprende, para cada una de dichas imágenes:
- proporcionar un área circular adyacente alrededor de un píxel central,
 - 25 - comparar los valores de los píxeles centrales con los valores de otros píxeles dentro del área adyacente,
 - definir un área USAN que comprende los píxeles en el área adyacente que tiene valores sustancialmente similares al píxel central,
 - determinar una geometría para el área USAN, y
 - considerar una línea como detectada cuando la geometría del área USAN cumple con un requisito predeterminado,
 - 30 - determinar una dirección para el área USAN, y
 - dejar que la dirección del área USAN determine la dirección de las líneas,
- la dirección del área USAN se determina por la descomposición del valor propio.
5. El método de la reivindicación 1, que comprende además la recopilación de datos de posición o movimiento para el helicóptero, y en donde la etapa (240) de determinar si la línea representa una línea a nivel del suelo o una línea a un nivel por encima del nivel del suelo también emplea dicha posición o datos de movimiento.
- 35 6. El método de una de las reivindicaciones anteriores, en donde dichas imágenes son imágenes en color, y en donde la etapa (230) de detección de líneas en las imágenes comprende evaluar el color de los píxeles en dichas imágenes.
7. El método de una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además emitir una advertencia cuando se detecta un cable elevado.
- 40 8. El método de una de las reivindicaciones anteriores, realizado por un dispositivo procesador en un dispositivo para detectar un cable elevado a partir de un helicóptero.
9. Dispositivo para detectar un cable elevado a partir de un helicóptero, el helicóptero tiene un piloto, el dispositivo comprende una sola cámara dispuesta en el helicóptero de tal manera que el campo de visión de la cámara se dirige sustancialmente perpendicular hacia el suelo, y un dispositivo de procesamiento, en donde dicho dispositivo de procesamiento está dispuesto para realizar un método como se define en una de las reivindicaciones anteriores.
- 45

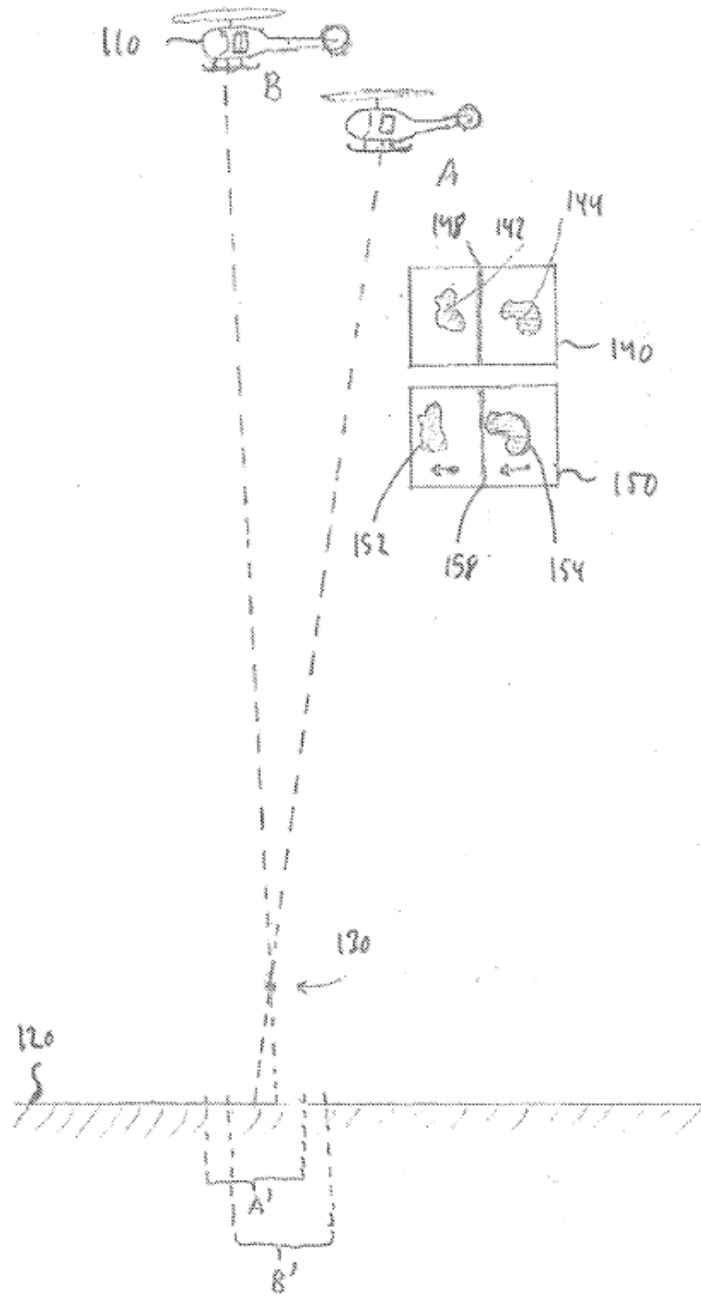


Fig. 1

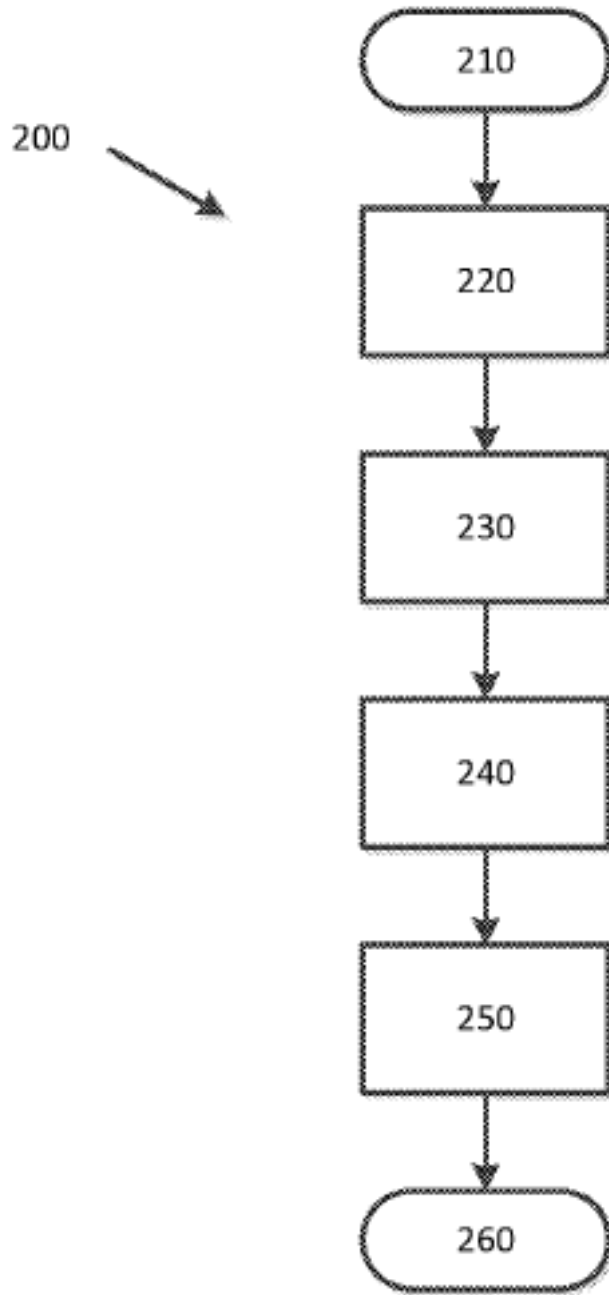


Fig. 2

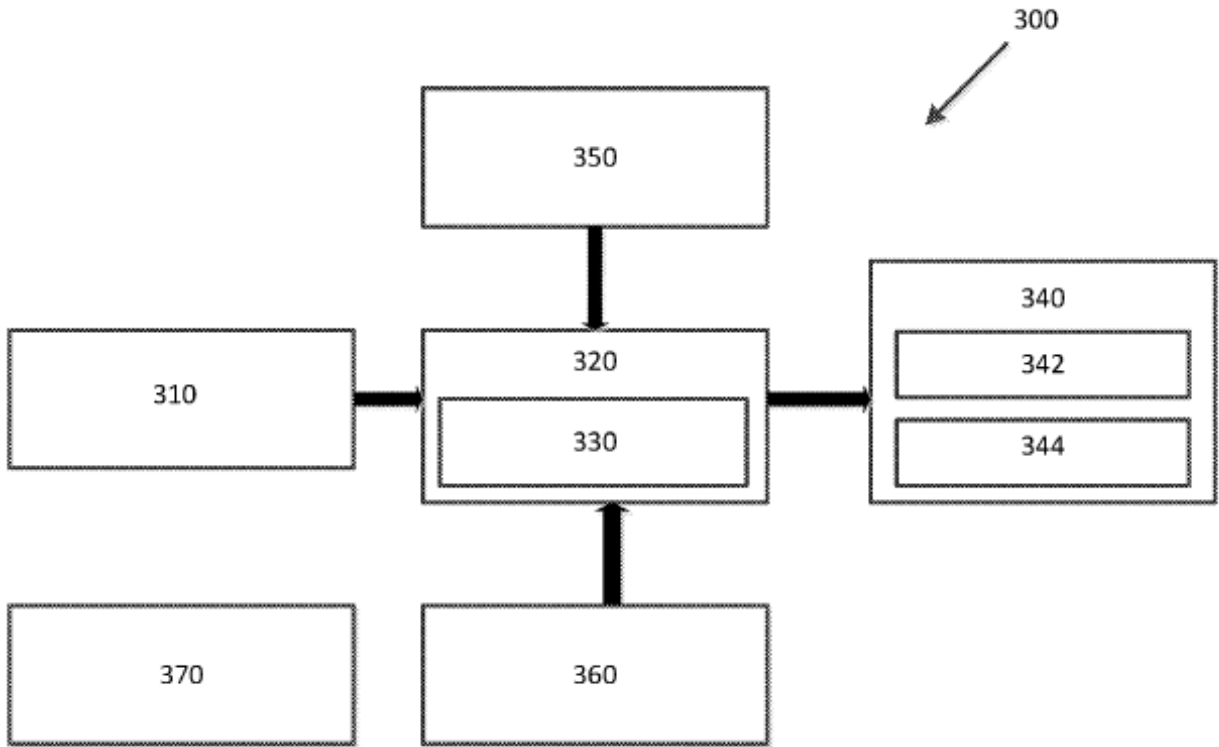


Fig. 3

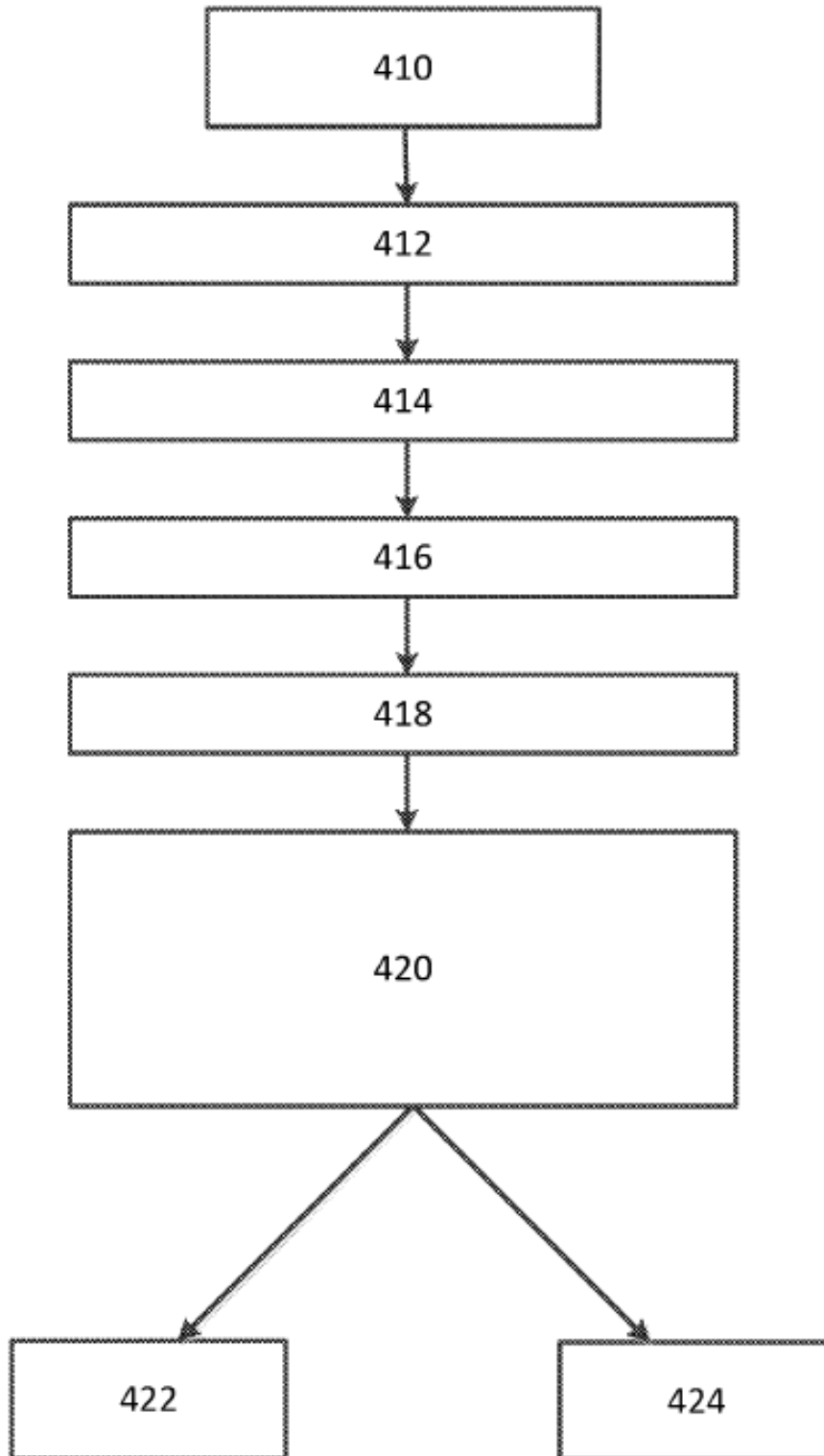


Fig. 4A

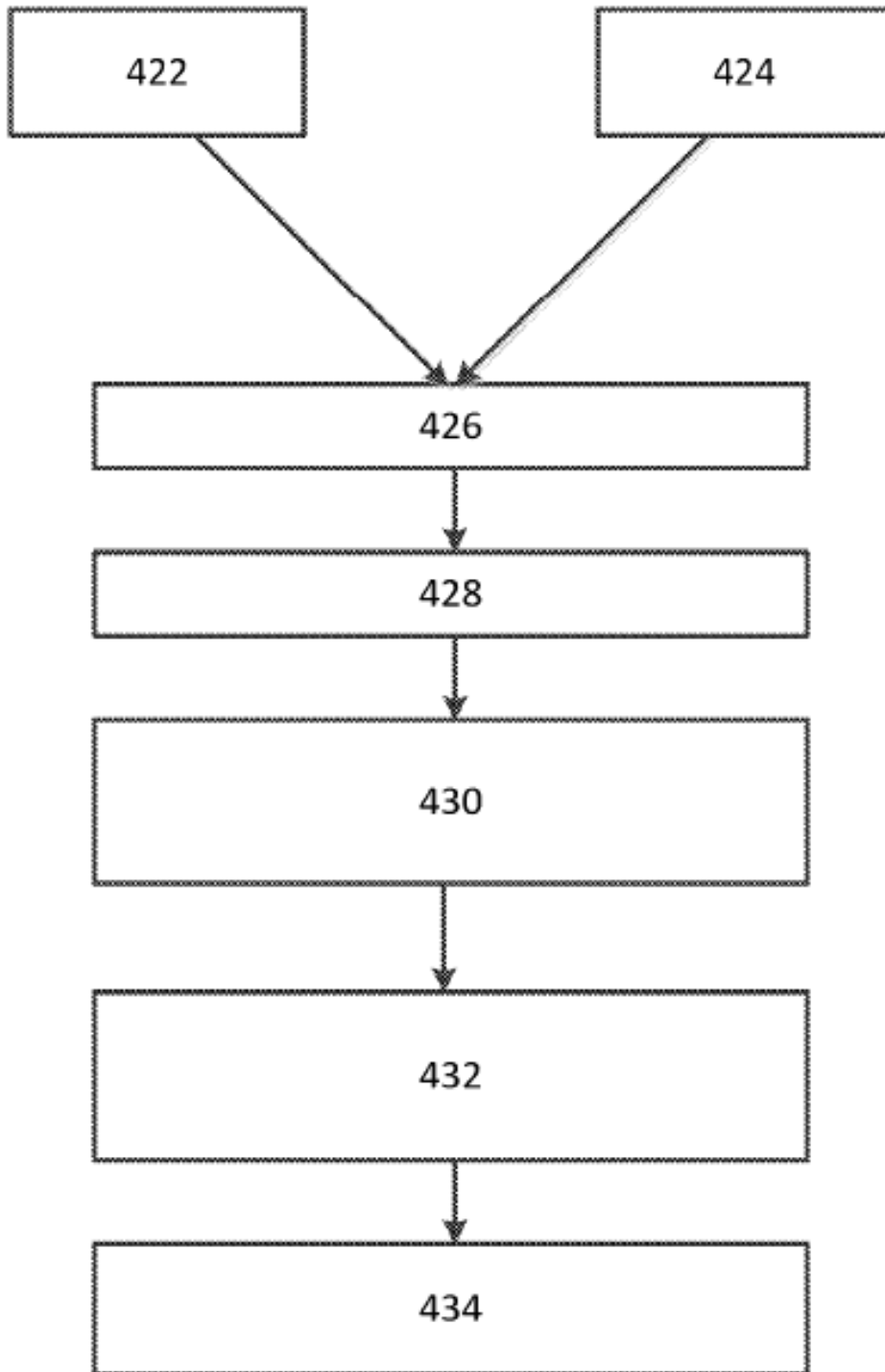


Fig. 4B

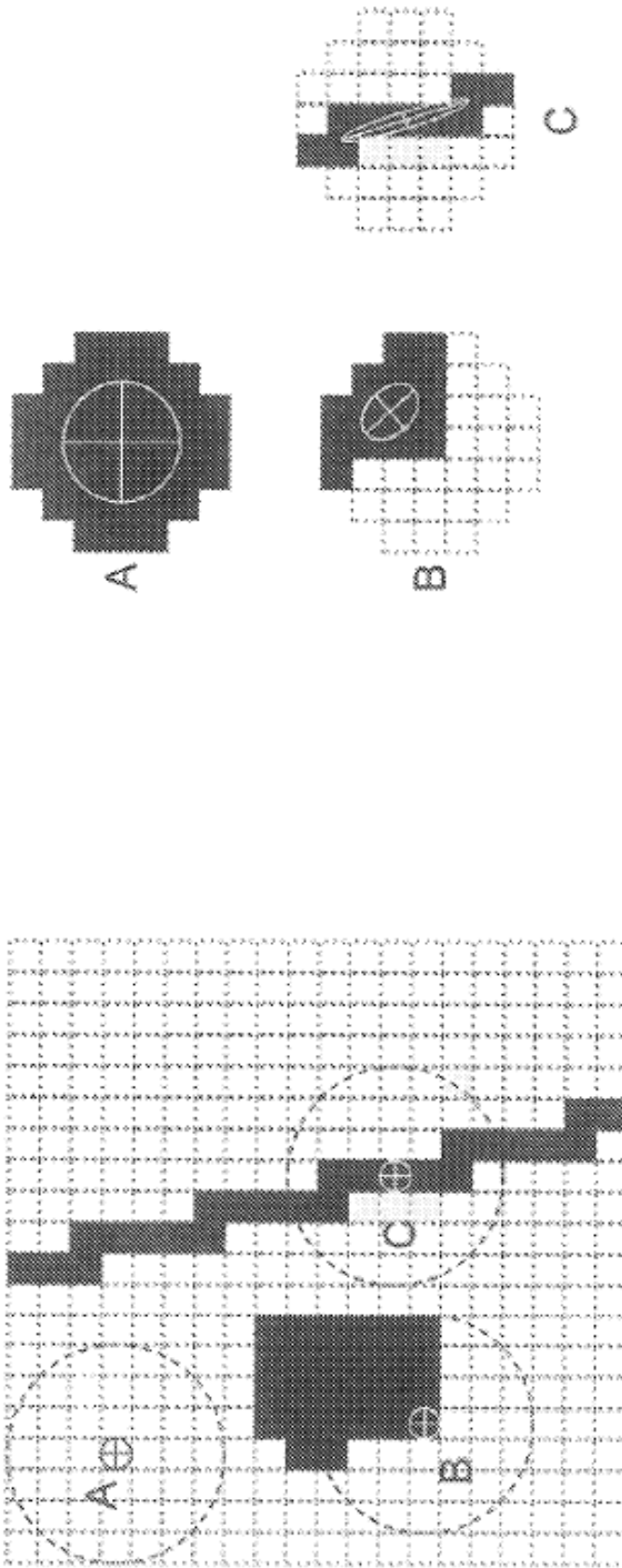


Fig. 5B

Fig. 5A