

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 874 559**

51 Int. Cl.:

G06T 7/00 (2007.01)

G06T 7/593 (2007.01)

G01B 11/00 (2006.01)

B60L 5/00 (2006.01)

B60M 1/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.08.2015 PCT/AU2015/050453**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.03.2016 WO16040997**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.08.2015 E 15841245 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.02.2021 EP 3194882**

54 Título: **Filtrado con arco utilizando múltiples dispositivos de captura de imágenes**

30 Prioridad:

15.09.2014 AU 2014903670

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

05.11.2021

73 Titular/es:

**DTI GROUP LIMITED (100.0%)
31 Affleck Road
Perth Airport, Western Australia 6105, AU**

72 Inventor/es:

**PENG, EN;
LAU, WILLIAM HOCK OON y
ADAMS, BRETT**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 874 559 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

Filtrado con arco utilizando múltiples dispositivos de captura de imágenes

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica la prioridad de la Solicitud de Patente Provisional Australiana n.º2014903670 presentada el 15 de septiembre de 2014.

10 Campo técnico

Esta divulgación se refiere, en general, al campo de la detección de arcos y, más particularmente, a un método y un sistema para detectar arcos entre dos conductores eléctricos tales como una línea de suministro de energía y un seguidor conductor en contacto eléctrico con la línea. La divulgación tiene una aplicación particular, pero no necesariamente exclusiva, a los vehículos de transporte eléctricos que funcionan a través de una línea eléctrica aérea.

Antecedentes

20 Al monitorizar un sistema eléctrico que comprende una línea aérea de suministro de energía y un seguidor eléctricamente conductor, un dispositivo de captura de imágenes puede detectar múltiples candidatos de arco. Algunos de estos candidatos de arco pueden ser falsos positivos que surgen de la luz incidente en el sistema, imágenes fantasma, etc. En otras palabras, algunos de los candidatos no son arcos sino artefactos que surgen debido a otras causas.

25 Para filtrar estos falsos positivos, se puede emplear un dispositivo de captura de imágenes secundario utilizando información de profundidad. Sin embargo, el coste computacional es muy alto para calcular un mapa de profundidad a partir de imágenes estéreo. Además, cuando se utilizan dispositivos de captura de imágenes duales no sincronizados en lugar de dispositivos de captura de imágenes estéreo sincronizados, los algoritmos computacionales de mapas de profundidad/disparidad tradicionales no funcionarán en escenarios en los que el candidato de arco detectado se esté moviendo. En la aplicación particular para la que se ha desarrollado este sistema, la posición de un candidato de arco puede cambiar en un espacio de tiempo muy corto.

35 AYDIN ILHAN ET AL: "A Robust Anomaly Detection in Pantograph-Catenary System Based on Mean-Shift Tracking and Foreground Detection", 2013 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS, IEEE, 13 de octubre de 2013 describe un método de procesamiento de imágenes de dos etapas para detectar anomalías en imágenes de vídeo de pantógrafo-catenaria producidas por una cámara. La primera etapa utiliza el seguimiento de desplazamiento medio para rastrear la conexión entre el pantógrafo y la catenaria de una imagen a la siguiente. La salida de esta primera etapa es una posición del contacto y estas coordenadas se proporcionan a la segunda etapa. La segunda etapa es un algoritmo de detección de primer plano basado en el modelo de mezcla gaussiana. El resultado de esta segunda etapa es una imagen que proporciona un cuadro de primer plano. Si se produce un arco, esto se puede determinar a partir de los cuadros de primer plano relevantes.

45 El desgaste de un cable de contacto cambia la sección transversal del cable de contacto. Respectivamente el documento WO 2013/104845 describe un método para medir el desgaste de un cable de contacto midiendo la superficie y la sección transversal del cable. Para esta medición física de la forma y dimensiones del hilo de contacto, el documento WO 2013/104845 describe el uso de al menos dos cámaras cada una diseñada para grabar al menos una imagen con el fin de reconstruir un modelo tridimensional del hilo de contacto mediante una evaluación de estereovisión de las imágenes. Este modelo tridimensional es un modelo del propio hilo de contacto que luego se utiliza para obtener la sección transversal con el fin de determinar si ha habido algún desgaste del hilo de contacto.

50 Cualquier discusión de documentos, actos, materiales, dispositivos, artículos o similares que se haya incluido en la presente especificación no debe tomarse como una admisión de que cualquiera o todos estos asuntos forman parte de la base de la técnica anterior o eran de conocimiento general común en el campo relevante para la presente divulgación tal como existía antes de la fecha de prioridad de cada reivindicación de esta solicitud.

Sumario

60 La invención consiste en un método de detección de arco entre dos conductores eléctricos en contacto como se define en la reivindicación 1, un sistema correspondiente como se define en la reivindicación 5 y un software correspondiente como se define en la reivindicación 10. Las realizaciones de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes 2-4 y 6-9. Todas las realizaciones descritas a continuación que no caen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas deben considerarse simplemente como ejemplos adecuados para comprender la invención.

65

Breve descripción de los dibujos

Una realización de la divulgación se describe ahora a modo de ejemplo solo con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- 5 La figura 1 muestra una vista esquemática en perspectiva de una realización de un sistema para detectar el arco entre dos conductores eléctricos;
- La figura 2 muestra una vista en planta esquemática de una parte del sistema de la figura 1;
- 10 La figura 3 muestra una vista lateral esquemática de la parte del sistema de la figura 1;
- La figura 4 muestra un sistema de coordenadas de imagen utilizado por el sistema;
- 15 La figura 5 muestra una representación gráfica de una realización de un método de detección de arco entre dos conductores eléctricos;
- La figura 6 muestra una representación esquemática de una imagen de dos candidatos a arco detectados por un primer dispositivo de captura de imágenes de la disposición de captura de imágenes del sistema;
- 20 La figura 7 muestra una representación esquemática de una imagen de los candidatos a arco detectados por un segundo dispositivo de captura de imágenes de la disposición de captura de imágenes; y
- La figura 8 muestra un diagrama de flujo que establece las etapas computacionales involucradas en el método de detección de arco entre dos conductores eléctricos.

25

Descripción detallada de ejemplos de realización

En los dibujos, el número de referencia 10 generalmente designa una realización de un sistema para detectar el arco entre dos conductores eléctricos. El sistema 10 incluye una disposición de captura de imágenes 12 que comprende una pluralidad de dispositivos de captura de imágenes, o cámaras, 14, 16. Las cámaras 14, 16 son grabadoras de video digital (DVR).

30

En una aplicación, el sistema 10 está destinado a detectar el arco entre conductores eléctricos de una fuente de alimentación 18 para un vehículo eléctrico (no mostrado) del tipo alimentado con energía a través de una línea aérea de suministro de energía, indicado esquemáticamente en 20 en la figura 1 de los dibujos. Ejemplos de tales vehículos incluyen trenes, tranvías o similares, que tienen un conductor 22 montado en un seguidor, tal como un pantógrafo 24, que sigue una catenaria de la línea de suministro de energía 20. El conductor 22 es, por ejemplo, una tira de carbono llevada sobre el pantógrafo 24 y se extiende transversalmente con respecto a la línea de suministro de energía 20 para acomodar el movimiento lateral relativo entre el vehículo y la línea de suministro de energía 20.

35

40

Donde el conductor 22 hace contacto con la línea de suministro de energía 20, se define una región de contacto 26.

45

Las cámaras 14 y 16 de la disposición de captura de imágenes 12 están dispuestas de manera epipolar con respecto a la región de contacto 26 para obtener información de profundidad como se describirá con mayor detalle a continuación. La cámara 14 es una primera cámara, o principal, y la cámara 16 es una segunda cámara o secundaria.

50

El sistema 10 incluye un procesador, ilustrado esquemáticamente como un ordenador 28 en la figura 1 de los dibujos. El procesador 28 responde a la disposición de captura de imágenes 12 para calcular un intervalo de profundidad 30 de la región de contacto 26 entre los conductores eléctricos 20, 22 con respecto a la cámara principal 14 de la disposición de captura de imágenes 12. El intervalo de profundidad 30 se implementa como un poliedro virtual, típicamente un cuboide rectangular.

55

El procesador 28 está configurado además para determinar si un candidato de arco aparece dentro del intervalo de profundidad calculado 30 para la cámara principal 14 de la disposición de captura de imágenes 12 y la cámara secundaria 16 de la disposición de captura de imágenes 12.

60

El sistema 10 incluye un módulo receptor 32 para recibir datos de las cámaras 14, 16 de la disposición de captura de imágenes 12 y para alimentar los datos al procesador 28. Si bien los componentes 14, 16, 30 y 32 se ilustran en la figura 1 como cableados, esto es solo con fines ilustrativos. Se apreciará que algunos de los componentes podrían comunicarse de forma inalámbrica entre sí. Por ejemplo, las cámaras 14, 16 podrían comunicarse de forma inalámbrica con el módulo receptor 32 con el módulo receptor 32 cableado al procesador 28. En cambio, el módulo receptor 32 también podría comunicarse de forma inalámbrica con el procesador 28.

65

Varias otras combinaciones de conectividad resultarán evidentes para un experto en la técnica. En otras realizaciones, el módulo receptor 32 podría ser un dispositivo de memoria extraíble integrado asociado con cada una

de las cámaras 14, 16. Las cámaras 14, 16 pueden almacenar su información a bordo a través de los dispositivos de memoria extraíbles y los dispositivos de memoria podrían eliminarse para un análisis posterior de los datos.

5 El sistema 10 también incluye un dispositivo de almacenamiento de datos 34 en el que los datos emitidos por el procesador 28 se almacenan para su análisis.

En uso, inicialmente, candidatos a arco P y Q (figura 6) son detectados por las cámaras 14, 16 como se muestra en la etapa 36 en la figura 8 de los dibujos.

10 El poliedro virtual representativo del intervalo de profundidad 30 se genera alrededor del conductor 22. El poliedro 30 se genera conociendo la posición en el espacio tridimensional (3D) del conductor 22 con respecto a la línea de suministro de energía 20. Además, el arco que se detectará solo se producirá cuando el conductor 22 haga contacto con la línea de suministro de energía 20. En base a esto, el intervalo de profundidad entre la región de contacto 26 y la cámara principal 14 se genera como el poliedro 30. X_{min} , Y_{min} , y Z_{min} (figura 1) representan el punto más cercano en el espacio 3D del poliedro 30 en relación con la cámara principal 14 y, a la inversa, X_{max} , Y_{max} y Z_{max} representan el punto más lejano en el espacio 3D del poliedro 30 en relación con la cámara principal 14. Esto se muestra en la etapa 38 de la figura 8 de los dibujos.

20 Con la información de profundidad proporcionada por el poliedro 30, las posiciones 3D de los candidatos al arco P y Q están disponibles para la cámara principal 14. Los candidatos al arco P y Q proyectado a p' y q' en una imagen 40 (figura 6) de la cámara principal 14 y para p'' y q'' en una imagen 42 (figura 7) de la cámara secundaria 16.

25 Teniendo la primera imagen de la cámara 40 y el intervalo de profundidad esperado 30, las posibles ubicaciones de cada uno de los candidatos al arco P y Q en la imagen 42 de la cámara secundaria 16 se puede calcular usando geometría epipolar. La proyección esperada de cada candidato de arco P y Q aparece como un segmento de línea 44 (representado por el rectángulo con rayado diagonal) y 46 (representado por el rectángulo con rayado vertical) en una línea epipolar (no mostrada) en la imagen 42, respectivamente.

30 En el ejemplo ilustrado, la proyección q'' del candidato de arco Q cae fuera de su intervalo de profundidad proyectado y esperado, representado por el segmento de línea 46 en la imagen 42. Como tal, se determina que el candidato arqueado Q no es un arco, sino que es, en cambio, un falso positivo que surge de, por ejemplo, artefactos de luz incidente o similares.

35 Con mayor detalle, para cada cámara 14, 16, la proyección de un punto 3D en el sistema de coordenadas mundial se puede calcular como:

$$[u, v, 1]^T = P[x, y, z, 1]^T$$

$$P = K[R_x R_y | -R_x R_y T]$$

40

donde

$$K = \begin{bmatrix} f_u & 0 & 0,5w \\ 0 & f_v & 0,5h \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, R_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \beta & -\sin \beta \\ 0 & \sin \beta & \cos \beta \end{bmatrix}, R_y = \begin{bmatrix} \cos \alpha & 0 & \sin \alpha \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \alpha & 0 & \cos \alpha \end{bmatrix}, T = \begin{bmatrix} t_x \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Dado un punto de imagen, su posición 3D se puede obtener si la profundidad ("z" en el sistema de coordenadas mundial) se especifica mediante:

45

$$[x, y, z, 1]^T = P_z^{-1}[u, v, 1, 1]^T$$

$$P^{-1} = T^{-1}R_y^{-1}R_x^{-1}K^{-1},$$

50

donde

$$T^{-1} = \begin{bmatrix} z & 0 & 0 & -t_x \\ 0 & z & 0 & 0 \\ 0 & 0 & z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, R_y^{-1} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & 0 & -\sin \alpha & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin \alpha & 0 & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, R_x^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \beta & \sin \beta & 0 \\ 0 & -\sin \beta & \cos \beta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, K^{-1} = \begin{bmatrix} f_u^{-1} & 0 & 0 & -0,5w \\ 0 & f_v^{-1} & 0 & -0,5h \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Para cada candidato de arco ubicado en $P_{izquierda}(u_L, v_L)$ en la imagen principal, con una profundidad esperada de entre $[Z_{min}, Z_{max}]$, y el movimiento entre cuadros esperado $[\Delta x, \Delta y]$, se efectúa el siguiente proceso para determinar si es un falso positivo.

55

Los ocho puntos de esquina (M_1, M_2, \dots, M_8) de la región 3D esperada (es decir, el poliedro virtual representativo del

intervalo de profundidad 30) se puede obtener como:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \pm \Delta x \\ 0 & 1 & 0 & \pm \Delta y \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \mathbf{Q}_z$$

5 donde $\mathbf{Q}_z = \mathbf{P}_{\text{izquierdo}, z}^{-1} [u, v, 1, 1]^T$ donde $z = z_{\text{min}} \text{ y } z_{\text{max}}$

10 Como se muestra en la etapa 48 en la figura 8 de los dibujos, los puntos de esquina del poliedro virtual representativo del intervalo de profundidad 30 se proyectan sobre la imagen 42 de la cámara secundaria 16. Al proyectar estos ocho puntos de esquina a la cámara secundaria 16 se obtienen ocho puntos de imagen (etapa 50 en la figura 8):

$$\mathbf{p}_{\text{derecho}, i} = \mathbf{P} \mathbf{M}_i \quad (i = 1, 2, \dots, 8)$$

15 En la etapa 52, el casco convexo que delimita los puntos $\mathbf{p}_{\text{derecho}, 1}, \mathbf{p}_{\text{derecho}, 2}, \dots, \mathbf{p}_{\text{derecho}, 8}$ se calcula.

20 El procesador 28 determina si hay posibles candidatos de arco dentro de la región de la imagen encerrada por el casco convexo en la etapa 54. Como se indicó anteriormente, en la realización ilustrada, el procesador 28 ha calculado que la proyección q'' del candidato de arco Q cae fuera del intervalo de profundidad representado por el segmento de línea 46 en la imagen 42 de la cámara secundaria 16. Como resultado, el procesador 28 señala al candidato de arco Q como un falso positivo como se muestra en la etapa 56 en la figura 8.

25 Por el contrario, la proyección p'' del candidato de arco P cae dentro de su intervalo de profundidad proyectada representado por el segmento de línea 44 en la imagen 42 de la cámara secundaria 16. Por lo tanto, el procesador 28 señala al candidato de arco P como un incidente de arco como se muestra en la etapa 58 en la figura 8.

30 Como se describió anteriormente, una aplicación del sistema 10 es su uso para monitorear la línea aérea de suministro de energía 20 y el conductor 22 transportado en el pantógrafo 24 del vehículo para detectar arcos eléctricos. El arco puede ocurrir debido a numerosos factores, por ejemplo, tensión incorrecta o inadecuada de la línea aérea 20 de suministro de energía, mantenimiento inadecuado del conductor 22, o similares. El sistema 10 permite que se detecten y controlen los arcos eléctricos para permitir que se tomen medidas correctivas.

35 En otros sistemas que requieren información de profundidad con los que el solicitante está familiarizado, se utilizan imágenes estéreo. Sin embargo, el coste computacional para calcular un mapa de profundidad a partir de imágenes estéreo es muy alto. Con el sistema 10 de la presente divulgación, no es necesario hacer una coincidencia de bloques/características entre la imagen principal 40 y la imagen secundaria 42. Para cada candidato de arco en la imagen principal 40, solo es necesario calcular ocho puntos de esquina 3D que encierran la región en la que posiblemente podría ocurrir el arco y proyectar esos ocho puntos de esquina sobre la imagen secundaria 42. Esto simplemente implica la multiplicación directa de matrices, lo que resulta en costes computacionales y anchos de banda de datos mucho más bajos.

40 Otra ventaja de la divulgación descrita es que se proporciona un sistema 10 que es robusto y de coste relativamente bajo. Se utilizan cámaras duales no sincronizadas 14, 16 en lugar de cámaras estéreo sincronizadas. Sin embargo, el uso de cámaras separadas y no sincronizadas significa que los algoritmos tradicionales de cálculo de mapas de profundidad/disparidad no se pueden usar si el objeto que se está monitoreando se está moviendo, lo que puede ocurrir, en el caso de conjuntos de conductores montados en una línea de suministro de energía aérea/pantógrafo en un espacio muy corto de tiempo.

45 Por lo tanto, es una ventaja adicional del sistema 10 descrito que es posible relajar ligeramente la región 3D para adaptarse a las velocidades de cuadro, velocidades del vehículo, etc. El único efecto de esto es ampliar la región de búsqueda (los segmentos de línea 44 y 46) ligeramente en la imagen secundaria 42 sin tener un impacto significativo en los costes computacionales.

50 Las presentes realizaciones deben considerarse en todos los aspectos como ilustrativas y no restrictivas. El ámbito de la invención y sus realizaciones está definido por las reivindicaciones adjuntas.

55

REIVINDICACIONES

1. Un método para detectar el arco entre dos conductores eléctricos en contacto (20, 22), el método llevado a cabo por un ordenador y que incluye:

5 calcular un intervalo de profundidad (30) de una región de contacto (26) entre los dos conductores eléctricos en contacto (20, 22) con respecto a un primer dispositivo de captura de imágenes (14) de una disposición de
 10 captura de imágenes (12), la disposición de captura de imágenes (12) que comprende una pluralidad de dispositivos de captura de imágenes (14, 16) en una relación espaciada entre sí y en una relación espaciada con respecto a la región de contacto (26) entre los dos conductores eléctricos en contacto (20, 22), estando los
 15 dispositivos de captura de imágenes (14, 16) dispuestos de manera que proporcione información detallada; y determinar si un candidato de arco aparece dentro del intervalo de profundidad calculado (30) para el primer dispositivo de captura de imágenes (14) de la disposición de captura de imágenes (12) y el intervalo de profundidad calculado (30) proyectado en relación con al menos otro dispositivo de captura de imágenes (14) de la disposición de captura de imágenes (12) y, si lo hace, señalar al candidato como arqueado en la región de contacto (26).

2. El método de la reivindicación 1, en el que la disposición de captura de imágenes (12) comprende dos dispositivos de captura de imágenes no sincronizados (14, 16) y en el que el método incluye disponer los dispositivos de captura de imágenes con respecto a la región de contacto (12) de manera epipolar.

3. El método de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que incluye delimitar el conductor eléctrico (22) en un poliedro virtual para determinar el intervalo de profundidad (30) de la región de contacto (26) con respecto al primer dispositivo de captura de imágenes (14).

4. El método de la reivindicación 3, que incluye conocer el intervalo de profundidad (30), calcular las posibles ubicaciones de cada candidato de arco en una imagen del al menos otro dispositivo de captura de imágenes (16) y, si algún candidato de arco cae fuera del intervalo de profundidad calculado (30) con respecto a dicho al menos un dispositivo adicional de captura de imágenes (16), marcando solo el, o cada, candidato de arco restante como un incidente de arco.

5. Un sistema (10) para detectar el arco entre dos conductores eléctricos en contacto (20, 22), el sistema incluye:

 una disposición de captura de imágenes (12) que comprende una pluralidad de dispositivos de captura de imágenes (14, 16) configurados para estar dispuestos en una relación espaciada entre sí y en una relación espaciada con respecto a una región de contacto (26) entre los dos conductores eléctricos en contacto (20, 22) para proporcionar información detallada; y
 un procesador (28), **caracterizado por que** el procesador (28) responde a la disposición de captura de imágenes (12) y está configurado para:

 calcular un intervalo de profundidad (30) de la región de contacto (26) entre los dos conductores eléctricos en contacto (20, 22) con respecto a un primer dispositivo de captura de imágenes (14) de la disposición de
 captura de imágenes (12), y
 determinar si un candidato de arco aparece dentro del intervalo de profundidad calculado (30) para el primer dispositivo de captura de imágenes (14) de la disposición de captura de imágenes (12) y el intervalo de
 profundidad calculado (30) proyectado en relación con al menos otro dispositivo de captura de imágenes (16) de la disposición de captura de imágenes (12) y, si lo hace, señalar al candidato como arqueado en la región de contacto (26).

6. El sistema de la reivindicación 5, en el que la disposición de captura de imágenes (12) comprende una pluralidad de dispositivos de captura de imágenes no sincronizados (14, 16).

7. El sistema de la reivindicación 6, en el que la disposición de captura de imágenes (12) comprende un par de dispositivos de captura de imágenes (14, 16) dispuestos, en uso, de manera epipolar con respecto a la región de contacto (26).

8. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, que incluye un dispositivo de almacenamiento de datos (34) para almacenar datos del procesador (28) para análisis adicional.

9. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en el que la disposición de captura de imágenes (12) está montada en un vehículo eléctrico, y en el que los dos conductores eléctricos en contacto (20, 22) forman parte de un sistema de suministro de energía para proporcionar energía al vehículo eléctrico a través de una línea aérea de suministro de energía, y en el que los dos conductores eléctricos en contacto (20, 22) se mueven entre sí cuando el vehículo está en movimiento.

10. Software que, cuando se instala en un ordenador y es ejecutado por el ordenador, hace que el ordenador lleve a cabo el método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.

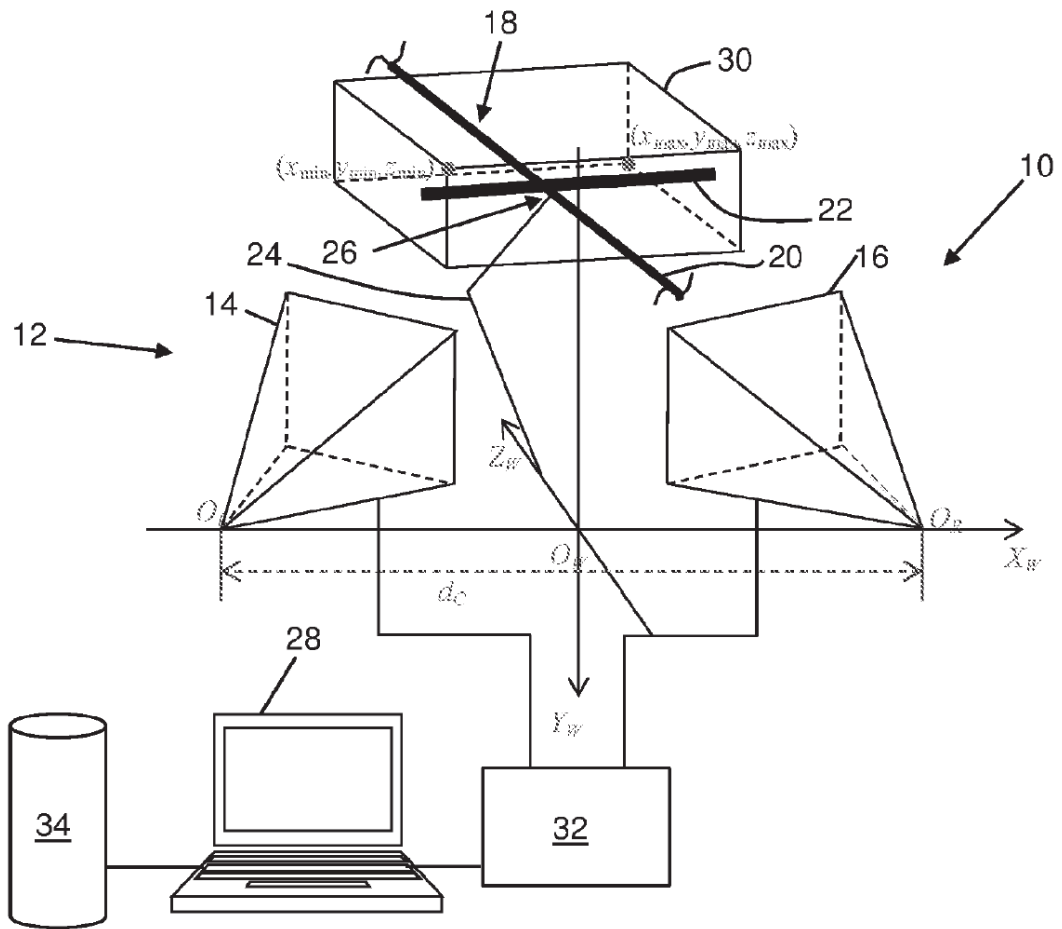


Fig. 1

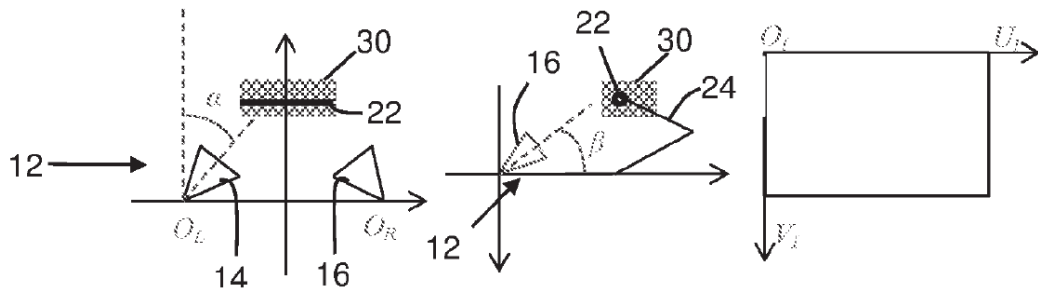


Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

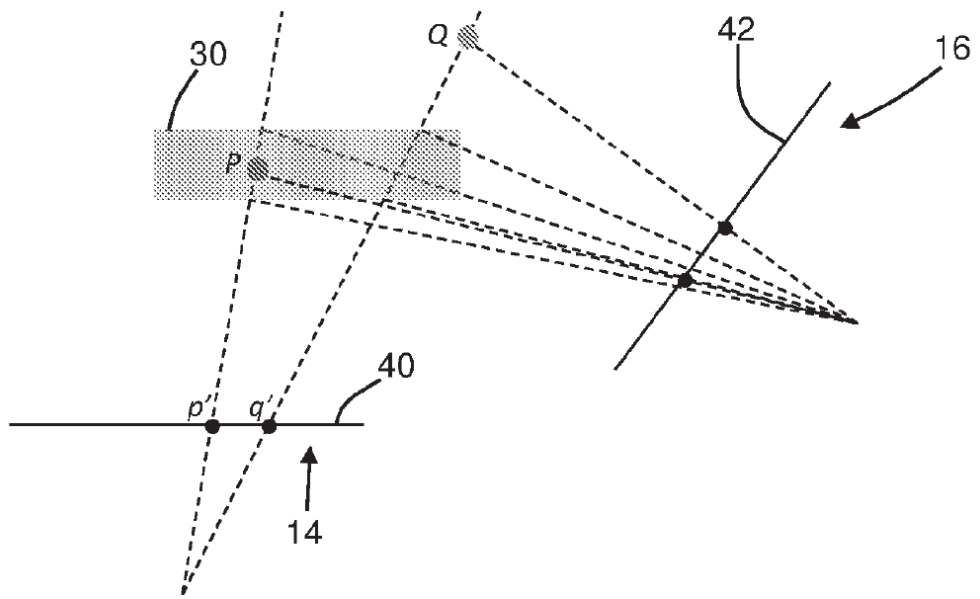


Fig. 5

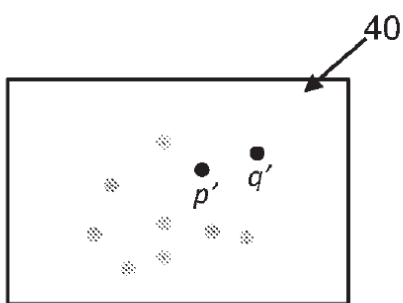


Fig. 6

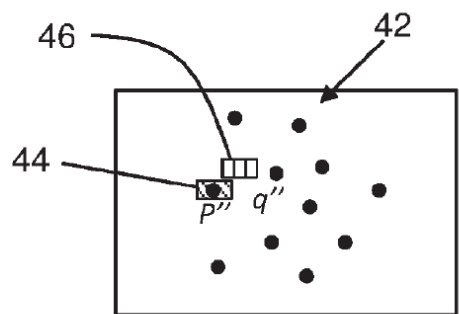


Fig. 7

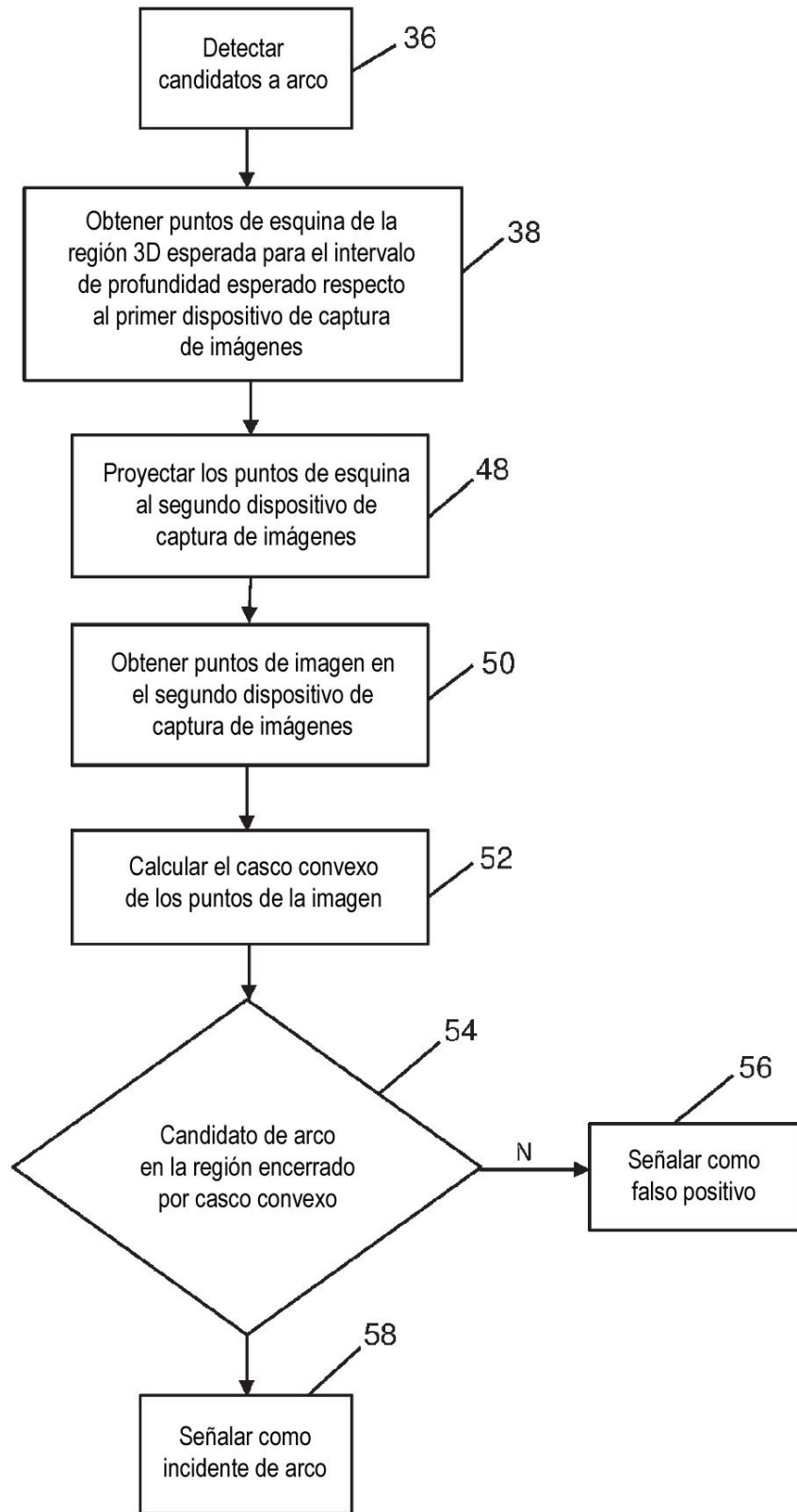


Fig. 8