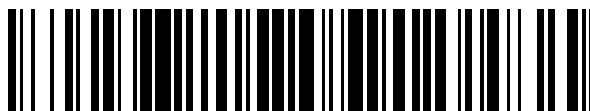


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 848 871**

51 Int. Cl.:

B61B 12/00 (2006.01)

B61B 12/06 (2006.01)

G06K 9/00 (2006.01)

G06K 9/62 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.04.2016** **E 16167086 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.11.2020** **EP 3088271**

54 Título: **Método de detección de la posición de las barandillas de las góndolas de las telesillas mediante análisis de imagen**

30 Prioridad:

28.04.2015 FR 1553793

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

12.08.2021

73 Titular/es:

**BLUECIME (100.0%)
445 Rue Lavoisier
38330 Montbonnot Saint Martin, FR**

72 Inventor/es:

**CUCCOLO, DAVID;
CAMBONIE, JOEL y
BULONE, JOSEPH**

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 848 871 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 de detección de la posición de las barandillas de las góndolas de las telesillas mediante análisis de imagen

5 Área técnica

La invención se refiere a telesillas y, en particular, a un sistema para detectar la posición de una barandilla que garantiza la seguridad de los pasajeros de las telesillas.

10 Fondo

En una estación de embarque de telesillas, queremos asegurarnos de que las barandillas se bajen lo antes posible para garantizar la seguridad de los pasajeros durante todo el recorrido. Generalmente, la vigilancia de la barandilla está asegurada por personal presente permanentemente en la estación de embarque.

15 Por tanto, se desea una detección automática de la posición de la barandilla. Sin embargo, tal detección presenta dificultades vinculadas al hecho de que las góndolas no tienen suministro de energía eléctrica.

20 La solicitud de patente WO2012-172198 propone detectar la posición de la barandilla mediante una cámara conectada a un sistema de reconocimiento de imágenes. Más específicamente, la cámara está instalada para capturar individualmente cada góndola de perfil cuando sale de la estación, en un lugar donde se cree que se ha bajado la barandilla. La góndola está iluminada a contraluz mediante una fuente de luz infrarroja, y el sistema está configurado para analizar la silueta de la góndola con sus pasajeros y reconocer el contorno de la barandilla bajada.

25 Esta solución puede tener fallas en una situación real.

Resumen

30 En general, se proporciona un método para detectar la posición de una barandilla en una góndola de telesilla, que comprende las etapas de instalar una cámara para capturar simultáneamente en su campo de visión varias góndolas consecutivas sustancialmente desde la parte delantera o trasera, y de modo que las góndolas no se superpongan; analizar las imágenes producidas por la cámara con un sistema de reconocimiento de forma y seguimiento en tiempo real de una góndola que escanea el campo de visión de la cámara para localizar individualmente las góndolas y determinar las posiciones de sus respectivas barandillas; y en caso de ambigüedad en la determinación de la posición de una barandilla, utilizar los resultados del análisis de una imagen anterior.

40 El método puede comprender además las etapas de realizar un reconocimiento de las góndolas sin tener en cuenta las barandillas; asociar una zona de presencia de la barandilla correspondiente a cada góndola y analizar la zona de presencia para determinar la posición de la barandilla.

45 El método puede comprender además las etapas de crear un catálogo de máscaras de las góndolas correspondientes a las posibles posiciones de una góndola en su recorrido en el campo de visión de la cámara; operar el reconocimiento de la góndola actual en una imagen actual identificando la máscara más cercana a la imagen actual; asociar a cada máscara de góndola una máscara correspondiente a la barandilla en configuración cerrada o abierta; y operar el reconocimiento de la barandilla en la imagen actual en la zona delimitada por la máscara de barandilla asociada a la máscara de góndola identificada.

50 El método puede comprender además las etapas de estimar la velocidad de movimiento de las góndolas; y limitar el número de máscaras de las góndolas para el reconocimiento a un subconjunto de posibles candidatos teniendo en cuenta la velocidad y frecuencia estimadas de captación de imágenes.

55 El método puede comprender además las etapas de realizar el reconocimiento de las góndolas evaluando un criterio basado en puntos de interés calculados en las máscaras de la góndola y las zonas correspondientes de la imagen actual; y realizar el reconocimiento de la barandilla en una transformación de detección de formas geométricas realizada en la imagen delimitada por la máscara de la barandilla.

Breve descripción de los dibujos

60 Las realizaciones se explicarán en la siguiente descripción, dada sin limitación en relación con las figuras adjuntas, entre las cuales:

- la figura 1 ilustra un ejemplo de una imagen del campo de visión de una cámara conectada a un sistema de detección de posición de barandilla según la invención;
- la figura 2 ilustra imágenes de gálibos almacenadas en un catálogo del sistema de detección; y
- las figuras 3A a 3C ilustran las etapas de un ejemplo de implementación de la detección de la posición de la barandilla.

65

Descripción de las realizaciones

- Un sistema de detección de la posición de la barandilla de la telesilla del tipo descrito en la solicitud de patente WO2012-172198 puede tener ciertos defectos en la práctica. Por ejemplo, el sistema está diseñado para determinar el ángulo de la parte trasera de la barandilla, que sobresale de la parte trasera de la góndola. Esta parte trasera está, en teoría, libre de interferencias visuales que puedan provocar los pasajeros.
- En la práctica, la góndola pasa rápidamente al campo de visión de la cámara, justo después de que los pasajeros han subido, de modo que la góndola oscila y los pasajeros aún no están completamente sentados. Existe una cierta probabilidad de que los pasajeros saquen los brazos o bastones de esquí por la parte trasera de la góndola mientras intentan acomodarse, durante el breve intervalo que la góndola pasa frente a la cámara, provocando ambigüedad en la detección.
- Además, con la cámara instalada en la estación de embarque, los pasajeros tienen muy poco tiempo para bajar la barandilla y lograr una configuración estable al pasar por delante de la cámara. Como regla general, la barandilla se puede bajar un cierto tiempo después de que la góndola haya salido de la estación, sin afectar la seguridad de los pasajeros. Por tanto, el sistema puede resultar demasiado restrictivo para los pasajeros.
- A continuación se propone un sistema de detección de la posición de la barandilla basado en el reconocimiento y seguimiento en tiempo real de una góndola que escanea el campo de visión de una cámara, a una distancia relativamente larga que permite a los pasajeros adoptar una posición estable después del embarque y resolver ambigüedades transitorias a lo largo de la duración.
- Para seguir una góndola a una distancia relativamente larga en un campo de visión restringido, es mejor ver la góndola desde la parte delantera o desde la parte trasera. En estas condiciones, varias góndolas consecutivas se encuentran en el campo de visión de la cámara. Entonces es preferible que estas góndolas se observen en una configuración en la que no se superpongan en el campo de visión, es decir, que cada góndola sea completamente observable. A continuación, el sistema de análisis puede reconocer y seguir de forma individual cada góndola.
- La figura 1 ilustra un ejemplo del campo de visión 10 de una cámara que se ajusta a estas limitaciones. La cámara puede fijarse en el primer poste a la salida de la estación de embarque 12, y orientarse hacia la estación 12 para capturar simultáneamente en su campo de visión varias góndolas 14 consecutivas sustancialmente desde la parte delantera, y de manera que las góndolas no se superpongan.
- En la figura 1, la cámara está orientada para capturar cuatro góndolas que salen de la estación 12. Las dos góndolas en primer plano tienen sus barandillas 18 bajadas, y las dos góndolas en el fondo, que acaban de salir de la estación, tienen sus barandillas levantadas.
- Al colocar la cámara en el poste, es decir entre las góndolas que salen de la estación y las góndolas que regresan a la estación, y ajustando la orientación, la altura y posiblemente la distancia focal de la cámara, se puede obtener una vista completa de cada góndola que sale en parte de su recorrido, como se muestra.
- La cámara produce un flujo de imágenes del tipo mostrado en la figura 1, que congelan las góndolas en sucesivas posiciones de su recorrido. En principio, se desea, en cada imagen, reconocer la góndola en primer plano y determinar la posición de su barandilla. Entonces, si la plataforma está más allá de una posición de advertencia y su barandilla no se detecta en la posición bajada, el sistema indica la ausencia de la barandilla. Esta señalización, complementada con una detección de presencia de pasajeros, puede utilizarse para emitir una señal de alarma.
- En teoría, bastaría con analizar solo la parte de la imagen que contiene la última góndola. Luego nos enfrentamos, en la práctica, como en el sistema de solicitud de la patente WO2012-172198, a una falta de robustez del reconocimiento vinculada al hecho de que la ventana de análisis es muy corta y está sujeta a interferencias visuales accidentales que pueden distorsionar el reconocimiento.
- La solidez del reconocimiento se puede mejorar utilizando múltiples criterios. Por ejemplo, en lugar de buscar solo reconocer una góndola con la barandilla bajada, también se puede buscar reconocer una góndola con la barandilla levantada. Entonces, la ausencia de reconocimiento de la barandilla bajada puede confirmarse mediante el reconocimiento de la barandilla levantada, y viceversa.
- Tener el sistema de análisis configurado para rastrear cada góndola durante un tiempo relativamente largo puede mejorar aún más la solidez. De hecho, entonces es posible extrapolar las configuraciones de góndolas que no podrían reconocerse debido a interferencias visuales transitorias. Para ello se puede utilizar el histórico de la configuración de la góndola, dado que la evolución más probable es que la góndola comience con la barandilla levantada y finalice con la barandilla bajada.
- Por ejemplo, el sistema reconocerá la configuración elevada de la barandilla al inicio del progreso de una góndola. En un momento dado, los pasajeros bajan la barandilla, pero el sistema no reconoce la posición bajada por varias razones,

por ejemplo, porque los pasajeros ocultan la mayor parte de la barandilla con sus brazos y piernas sobre el resto del progreso en el campo de visión de la cámara. El sistema ya no reconoce la posición elevada, ya que la barandilla está efectivamente bajada. El sistema podrá confirmar que la barandilla está bajada, porque se ha producido una evolución en la configuración de la góndola a partir de la configuración con barandilla levantada y la evolución más probable es hacia la bajada de la barandilla. De hecho se puede establecer la misma confirmación si la última configuración reconocida es la de barandilla bajada.

De acuerdo con un primer enfoque, si los recursos computacionales son suficientes, el sistema de análisis se puede programar para implementar el reconocimiento de forma completo en cada imagen, del tipo reconocimiento facial, basado en el aprendizaje previo de diferentes configuraciones de góndola con la barandilla bajada y la barandilla elevada, y diferentes configuraciones de pasajeros.

Para reducir los recursos de cálculo, se puede limitar la zona de análisis en las imágenes. En la imagen de la figura 1, el movimiento de las góndolas se limita a una zona trapezoidal 20 dimensionada para tener en cuenta las oscilaciones del cable y de las góndolas. Esta zona excluye elementos del paisaje y las góndolas que regresan a la estación que podrían interferir con el análisis.

Dado que el fondo de la telesilla es generalmente invariable, las técnicas de sustracción del fondo se pueden aplicar de manera efectiva antes de proceder con el reconocimiento de formas.

Una góndola generalmente tiene características constantes que son fáciles de reconocer y seguir, lo que no ocurre con la barandilla, cuya imagen puede verse borrosa por la presencia de los brazos y piernas de los pasajeros.

Por tanto, se pueden utilizar técnicas sencillas para reconocer las góndolas independientemente de la posición de la barandilla. Una vez que se reconoce una góndola y se ubica en la imagen, se pueden ubicar las zonas donde se puede encontrar la barandilla en la posición bajada y subida. En estas zonas restringidas se pueden aplicar técnicas de reconocimiento más sofisticadas, por ejemplo, basadas en el aprendizaje.

La figura 2 ilustra un ejemplo de una serie de máscaras de las góndolas que se pueden utilizar en una técnica simple de reconocimiento de góndolas. Estas máscaras forman un catálogo que puede ser almacenado por el sistema de detección. Se puede proporcionar una máscara para cada posición distinta que la góndola puede asumir en la imagen capturada por la cámara. Por tanto, en la práctica, las máscaras pueden desplazarse en un paso de un píxel de la resolución de la cámara.

Se han mostrado ejemplos de máscaras 14' correspondientes a las cuatro góndolas de la imagen de la figura 1. Cada máscara puede tener la forma de una silueta que reproduce un conjunto de características notables de las góndolas, como contornos y esquinas.

El catálogo también puede almacenar dos máscaras de barandilla asociadas a cada máscara de góndola, una 18a que delimita la zona en la que puede ubicarse la barandilla bajada, y la otra 18b que delimita la zona en la que puede ubicarse la barandilla elevada.

El catálogo se puede construir en una fase de configuración, por ejemplo manualmente, para tener en cuenta las especificidades de la instalación (configuración de cámara, modelo de góndola y de la barandilla).

Las figuras 3A a 3C ilustran las etapas implementadas en un ejemplo de una fase operativa de reconocimiento y seguimiento de góndolas utilizando un catálogo de máscaras del tipo de la figura 2.

El sistema de análisis está diseñado, en este ejemplo, para enganchar y seguir cada nueva góndola que aparece a la salida de la estación 12 (figura 1), en la parte derecha del trapecio 20. Por "enganchar" se puede entender un primer reconocimiento de la góndola operada en una probable zona de aparición de la góndola en la imagen. Por "seguimiento" se puede entender el reconocimiento de una góndola en un subconjunto de posiciones que puede alcanzar la góndola desde su posición reconocida en la imagen anterior. Un reconocimiento para el enganche o el seguimiento se puede realizar comparando un subconjunto de máscaras de las góndolas candidatas del catálogo con la imagen actual. El término "posición" también se utilizará en lo sucesivo para indicar una máscara de góndola, ya que cada máscara de góndola corresponde a una posible posición de góndola.

La figura 3A ilustra esta operación de comparación. Como el catálogo contiene en principio posiciones teóricas o nominales, la góndola en una situación real puede presentar variaciones con respecto a su posición nominal - esta puede ser más alta o más baja debido a las oscilaciones del cable o variaciones de carga, y puede inclinarse, como se muestra, debido a oscilaciones o pasajeros mal distribuidos. No es necesario que el catálogo contenga todas las posibles variaciones en torno a las posiciones nominales. Dado que las técnicas de reconocimiento utilizadas pueden tolerar variaciones, basta con encontrar el candidato "más cercano" en el subconjunto definido. Si la similitud no es satisfactoria, se puede confirmar el candidato más cercano probando una serie de transformaciones realizadas en el candidato, como traslaciones verticales y posiblemente rotaciones. Alternativamente, para evitar aplicar

transformaciones a las posiciones nominales almacenadas, el catálogo se puede completar con un conjunto de posiciones desplazadas y que se hacen rotar para cada posición nominal.

5 Más específicamente, una operación de comparación puede basarse en el uso de puntos de interés, por ejemplo, según el método de Harris. A continuación, se calculan los puntos de interés en la máscara de la góndola candidata y en una zona correspondiente de la imagen actual. La zona de la imagen utilizada para el cálculo generalmente se extiende más allá de los bordes de la máscara candidata, ya que el cálculo puede requerir un cierto número de píxeles a cada lado de los contornos.

10 A continuación, el sistema selecciona al candidato proporcionando los puntos de interés más "ceranos" a los de la imagen actual según un criterio de proximidad elegido, por ejemplo minimizando la suma de las distancias absolutas (criterio SAD). Si la proximidad no es suficiente, es decir, si la suma mínima encontrada es mayor que un umbral, es posible proceder a transformaciones incrementales de la máscara dentro de un cierto margen, y reevaluar la proximidad para cada incremento. Si así se logra que la proximidad sea satisfactoria, se memoriza la transformación para que también se pueda aplicar a las máscaras de barandilla, utilizadas más lejos. De lo contrario, el reconocimiento falla.

En la fase de enganche, el subconjunto de candidatos corresponde a las primeras posiciones del catálogo, en particular a todas las posiciones que puede asumir la góndola en el intervalo entre dos imágenes tomadas por la cámara (típicamente 1/30 s).

25 En la fase de seguimiento, el subconjunto de candidatos puede determinarse siguiendo una estimación de la velocidad de movimiento, por ejemplo, según el método de Kalmann. Conociendo la velocidad de captura de las imágenes y la velocidad de movimiento, se encuentra la posición probable de la góndola de una imagen actual desde su posición en la imagen anterior. El subconjunto de candidatos se forma a partir de algunas posiciones alrededor de la posición probable, con un margen de error que corresponde a la incertidumbre en la estimación de velocidad. El número de candidatos a evaluar es entonces particularmente bajo, lo que acelera la operación de reconocimiento.

30 Alternativamente, se puede definir un subconjunto de candidatos en ausencia de una estimación de velocidad. Entonces se pueden tomar todas las posiciones entre la posición encontrada en la imagen anterior y la posición que se alcanzaría a la velocidad máxima de la telesilla.

35 En caso de fallo de reconocimiento durante la fase de seguimiento, relacionado por ejemplo con oscilaciones excesivas de la góndola o con condiciones de captura aleatorias, se sabe no obstante que la góndola está presente. En la siguiente imagen, se puede realizar un nuevo intento utilizando un subconjunto de posiciones definidas desde la última posición reconocida de la góndola.

40 Una vez que se ha reconocido una góndola en una imagen, se puede proceder al reconocimiento de la barandilla utilizando las dos máscaras de barandilla definidas en el catálogo para el candidato de góndola seleccionado por el reconocimiento. Si se ha aplicado una transformación al candidato para el reconocimiento, esa transformación también se puede aplicar a las máscaras de barandilla.

45 El reconocimiento de la barandilla, en principio, solo puede realizarse para las últimas posiciones de la góndola, desde una posición límite donde se supone que se baja la barandilla. Sin embargo, como se indicó anteriormente, el método de detección puede hacerse más robusto observando la evolución de la posición de la barandilla en el recorrido de la góndola.

50 La figura 3B ilustra una primera etapa en el reconocimiento de la barandilla, por ejemplo utilizando la máscara de barandilla bajada 18a asociada con el candidato de góndola reservado. Las mismas operaciones se pueden realizar con la máscara de barandilla levantada (18b).

55 Se asume que la proximidad obtenida en el paso de reconocimiento de la figura 3A es satisfactoria, aunque la góndola de la imagen esté ligeramente inclinada. La barandilla 18 a reconocer, aquí en la posición baja, ha sufrido la misma inclinación, pero la máscara 18a está suficientemente extendida para contener, no obstante, una parte significativa de la imagen de la barandilla.

60 La figura 3C ilustra otra etapa en el reconocimiento de la barandilla. Como se indicó anteriormente, la imagen de la barandilla se puede difuminar aleatoriamente por la presencia de los brazos y piernas de los pasajeros más o menos numerosos. Por tanto, se prefiere utilizar técnicas de reconocimiento que sean más sofisticadas y más robustas que las empleadas para el reconocimiento de góndolas.

65 Es posible utilizar, en la zona delimitada por la máscara, una técnica genérica de reconocimiento de formas basada en el aprendizaje previo, por ejemplo el método de Viola Jones. El aprendizaje se puede realizar sobre una gran cantidad de imágenes tomadas en situación, incluida una muestra significativa de posibles combinaciones de configuraciones de pasajeros y condiciones meteorológicas.

Sin embargo, la técnica de reconocimiento se puede simplificar y hacer más robusta mediante el uso de características sobresalientes de la barandilla. La barandilla tiene formas geométricas características, que incluyen contornos rectos horizontales y verticales. Así, se puede aplicar a la imagen delimitada por la máscara de la barandilla una extracción de contornos, por ejemplo según el método Canny, y aplicar a los contornos una detección de formas geométricas, por ejemplo una transformada de Hough que aísla las líneas rectas.

La figura 3C ilustra un ejemplo de una imagen obtenida usando una extracción en líneas rectas. Como se muestra, las líneas rectas pueden tener espacios porque los pasajeros enmascaran partes de la barandilla, pero generalmente se reconoce la presencia de una barandilla. Un sistema de aprendizaje que se haya alimentado con numerosas muestras de imágenes en esta forma transformada también tendrá una capacidad de reconocimiento "global", y podría ser más robusto que un sistema que se hubiera alimentado con imágenes en bruto, ya que las imágenes transformadas contienen solo formas características. Además, la base de aprendizaje será menos voluminosa y requerirá menos recursos operativos, ya que las imágenes son monocromáticas y de baja complejidad.

En lo anterior, se ha descrito el método de detección usando una cámara que observa las góndolas sustancialmente desde la parte delantera. Alternativamente, la cámara puede fijarse al nivel de la estación de embarque para observar las góndolas sustancialmente desde la parte trasera. La barandilla puede, desde la parte trasera, presentar también características visuales que se pueden distinguir en sus dos posiciones. Además, es probable que la imagen de la barandilla desde la parte trasera se vea con menos interferencias por los pasajeros.

A los expertos en la técnica se les ocurrirán muchas variaciones y modificaciones de las realizaciones descritas aquí. Se han citado ejemplos particulares de métodos de cálculo para las operaciones de reconocimiento de formas, como el cálculo de puntos de interés según el método Harris para comparar las máscaras de las góndolas con la imagen actual. Diferentes métodos conocidos pueden conducir a resultados equivalentes, como el cálculo de regiones de interés según el método SURF.

REIVINDICACIONES

1. Método para detectar la posición de una barandilla en una góndola de telesilla, que comprende las siguientes etapas:
 - 5 • instalar una cámara para capturar en su campo de visión (10) simultáneamente varias góndolas consecutivas (14) sustancialmente desde la parte delantera o desde la parte trasera, y de manera que las góndolas no se superpongan;
 - producir un flujo de imágenes por parte de la cámara;
 - 10 • analizar las imágenes producidas por la cámara con un sistema de reconocimiento de forma y seguimiento en tiempo real de una góndola que escanea el campo de visión de la cámara para localizar individualmente las góndolas y determinar las posiciones de sus respectivas barandillas (18); y
 - en caso de ambigüedad en la determinación de la posición de una barandilla, utilizar los resultados del análisis de una imagen anterior.
- 15 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende las siguientes etapas:
 - realizar un reconocimiento de las góndolas (14) sin tener en cuenta las barandillas (18);
 - asociar a cada góndola una zona de presencia (18a, 18b) de la barandilla correspondiente; y
 - analizar las zonas de presencia para determinar las posiciones de las barandillas.
- 20 3. Método de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende las siguientes etapas:
 - crear un catálogo de máscaras de las góndolas (14') correspondientes a las posibles posiciones de una góndola en su recorrido en el campo de visión de la cámara;
 - realizar el reconocimiento de la góndola actual en una imagen actual identificando la máscara más cercana a la imagen actual;
 - 25 • asociar una máscara (18a, 18b) a cada máscara de góndola correspondiente a la barandilla en configuración cerrada o abierta; y
 - realizar el reconocimiento de la barandilla en la imagen actual en la zona delimitada por la máscara de barandilla asociada a la máscara de góndola identificada.
- 30 4. Método de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende las siguientes etapas:
 - estimar la velocidad de movimiento de las góndolas; y
 - limitar el número de máscaras de las góndolas para el reconocimiento a un subconjunto de candidatos probables dada la velocidad estimada y la frecuencia de captura de las imágenes.
- 35 5. Método de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende las siguientes etapas:
 - realizar el reconocimiento de las góndolas evaluando un criterio basado en puntos de interés calculados sobre las máscaras de las góndolas y las zonas correspondientes de la imagen actual; y
 - realizar el reconocimiento de la barandilla en una transformación de detección de formas geométricas realizada en la imagen delimitada por la máscara de la barandilla.
- 40

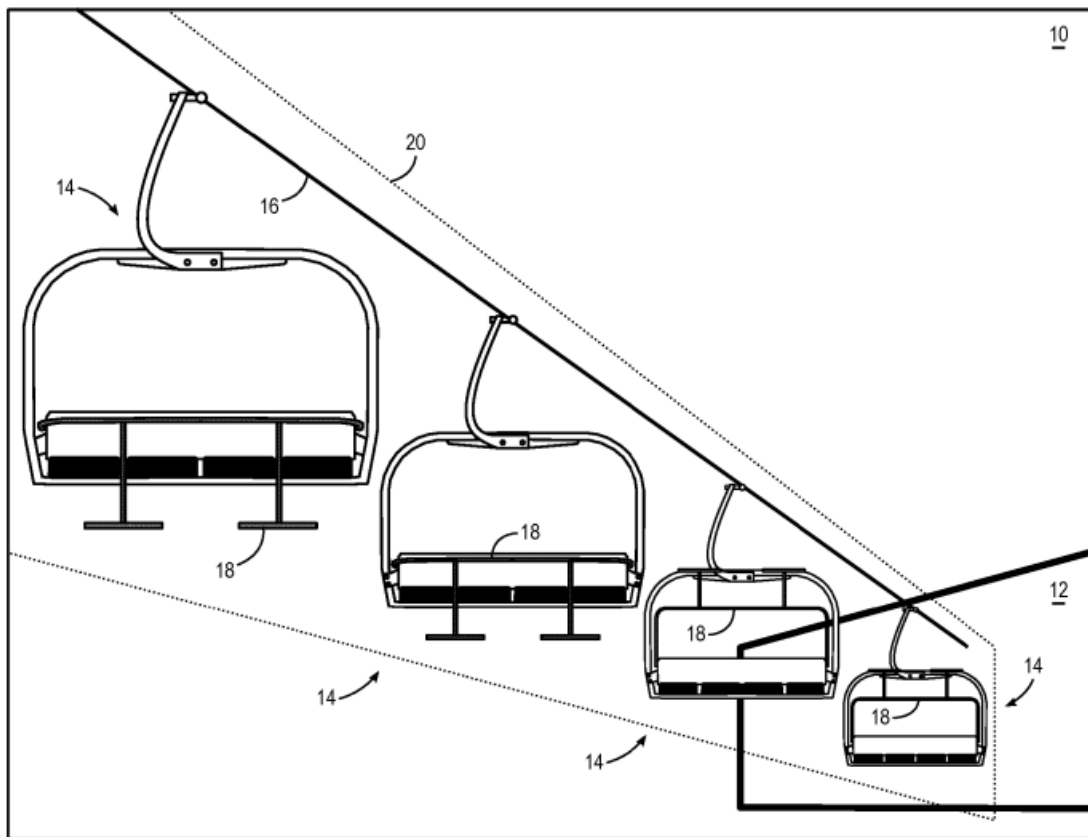


Figura 1

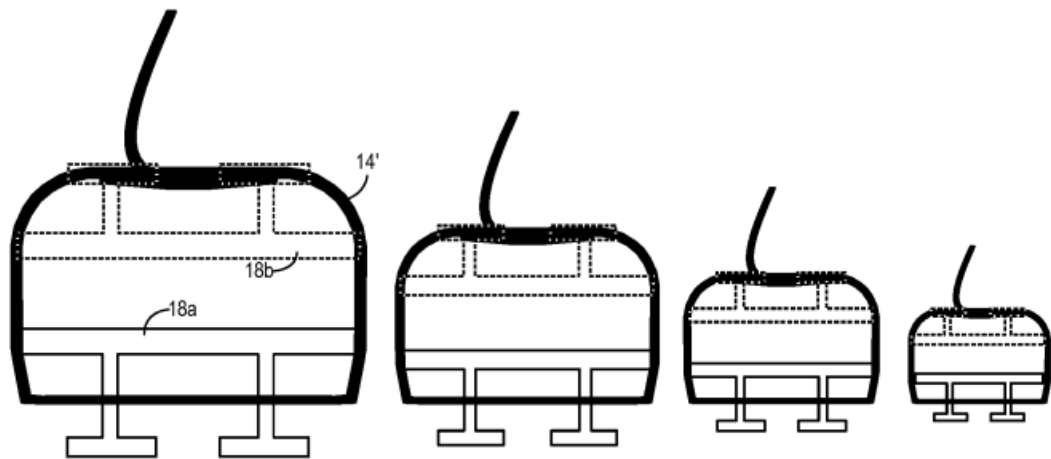


Figura 2

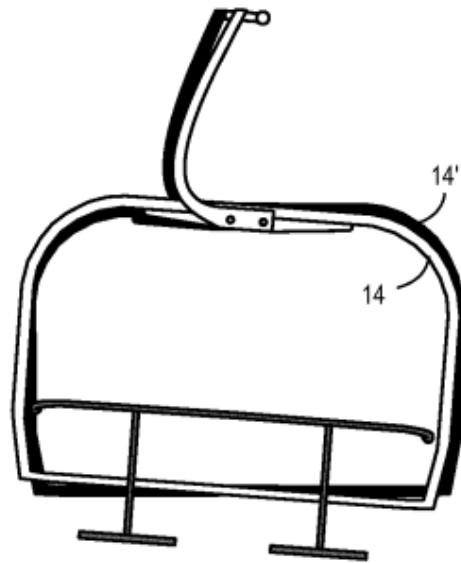


Figura 3A

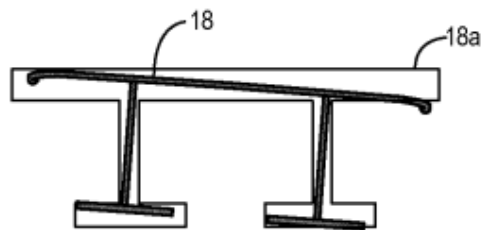


Figura 3B

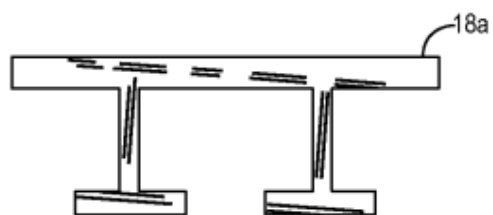


Figura 3C