



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 352 675**

51 Int. Cl.:  
**G06T 7/20** (2006.01)  
**H04N 5/262** (2006.01)  
**G09G 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01926707 .9**  
96 Fecha de presentación : **06.04.2001**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1287518**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.03.2003**

54 Título: **Estroboscopia automática de video-secuencia.**

30 Prioridad: **07.04.2000 US 195233 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**22.02.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**22.02.2011**

73 Titular/es: **DARTFISH S.A.**  
**route de la Fonderie 6 - Case Postale 53**  
**1705 Fribourg, CH**

72 Inventor/es: **Prandoni, Paolo;**  
**Ayer, Serge;**  
**Reusens, Emmanuel;**  
**Sbaiz, Luciano y**  
**Vetterli, Martin**

74 Agente: **Sugrañes Moliné, Pedro**

ES 2 352 675 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

Campo técnico

La presente invención se refiere a técnicas para generar imágenes estroboscópicas.

5 Antecedentes de la invención

10 Un estroboscopio es un dispositivo para analizar movimientos rápidos; debido a las propiedades de latencia en la retina humana, un objeto en movimiento visto a través de un obturador de conmutación rápida se percibe como una serie de imágenes estáticas a lo largo de la trayectoria del objeto. En fotografía, puede conseguirse un efecto de estroboscopio exponiendo repetidamente la misma película por medio de un obturador de conmutación periódica, para obtener, en la imagen final, copias repetidas del objeto a lo largo de su trayectoria. Los mismos efectos se consiguen si, en lugar de un obturador de conmutación repetida, se usa una fuente de iluminación de conmutación repetida. Dicha fuente de iluminación se denomina habitualmente una "luz estroboscópica".

15 En eventos deportivos, las técnicas estroboscópicas son interesantes para analizar la evolución en el tiempo y en el espacio del gesto o postura de un atleta, u otros tipos de movimiento tales como trayectorias de objetos, por ejemplo de pelotas, raquetas, palos y similares. Las técnicas fotográficas estáticas ya se están usando, proporcionando una "sinopsis visual" de una acción deportiva rápida tal como, por ejemplo, la carrera de los 100 metros. Dado que, habitualmente, el campo de visión de una cámara fotográfica estática no puede abarcar toda la extensión espacial del recorrido del atleta, se han empleado soluciones relativamente engorrosas, en las que se sitúan varias cámaras a lo largo de la trayectoria del atleta y se sincronizan para hacer una foto de la trayectoria cuando el atleta pasa por delante. Las imágenes sucesivas resultantes pueden reunirse para componer una visión global del evento en el espacio y en el tiempo.

25 El documento US-A-5.923.365 describe un sistema de manipulación de video de eventos deportivos para manipular una emisión de un evento deportivo, incluyendo el editor deportivo un capturador de campo de video para capturar al menos un campo de video que incluye un convertidor A/D de imágenes de video operativo para digitalizar un campo de video capturado, un rastreador de objetos operativo para rastrear un objeto a través de una pluralidad de campos de video sucesivos, un marcador de objetos que recibe información de entrada desde el rastreador de objetos y operativo para marcar el objeto rastreado en cada uno de la pluralidad de campos de video sucesivos, un convertidor de imágenes D/A operativo para convertir la salida del marcador de objetos en un formato de video estándar y un monitor de visualización de video.

30 El documento DE-A1-4135385 describe un aparato de grabación, así como las partes principales, por ejemplo lentes de enfoque, zoom, ajustador de inclinación, etc., en el que los movimientos se inician mediante la señal de partida de la primera secuencia de movimiento registrada y su proceso también se almacena, ya que son las señales de enlace producidas durante la actual secuencia de movimiento. Esto permite registrar y almacenar una última secuencia de movimiento de acuerdo con una seleccionada previamente.

35 Resumen de la invención

Los inventores han reconocido que el metraje de video estándar, incluso de una única cámara de video puede usarse para obtener, de manera automatizada, una secuencia estroboscópica generalizada de un evento deportivo, por ejemplo. La noción de una secuencia estroboscópica generalizada incluye una imagen estática de naturaleza fotográfica, por ejemplo del tipo generado mediante técnicas estroboscópicas conocidas como se ha descrito anteriormente. Además, una secuencia estroboscópica generalizada puede ser una secuencia de video en la que el movimiento de la cámara sigue estando presente, en cuyo caso la secuencia de video puede renderizarse como un movimiento de cámara panorámico sobre una foto estroboscópica o como una secuencia estroboscópica animada en la que el objeto en movimiento deja un rastro posterior de copias a lo largo de su trayectoria. Pueden usarse múltiples cámaras para un campo de visión expandido o para comparar múltiples secuencias, por ejemplo.

45 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato para estroboscopia automatizada.

Las figuras 2a-2c son fotogramas de una secuencia estroboscópica de un triple salto *Toe loop* de patinaje sobre hielo.

La figura 3 es una imagen estroboscópica de un salto con lanzamiento por parejas de patinaje sobre hielo.

Las figuras 4a-4c son fotogramas de una secuencia estroboscópica de un evento futbolístico.

50 Descripción detallada

La figura 1 muestra un aparato ejemplar para producir una secuencia estroboscópica a partir de una secuencia de video de fuente única según una realización preferida de la invención.

La secuencia de video de una cámara estándar se introduce en un Módulo de Extracción de Fondo y Primer Plano 101 para separar la información de video en una secuencia/flujo BG de imágenes de fondo y una secuencia/flujo FG de imágenes de primer plano, con una imagen de fondo y una imagen de primer plano para cada fotograma de la secuencia de video original.

- 5 La misma secuencia de video se introduce también en un Módulo de Estimación del Movimiento de una Cámara 102 para extraer un flujo MP de parámetros de movimiento de la cámara. Si la cámara está equipada con sensores de detección del movimiento, el Módulo 102 puede recibir una entrada adicional desde la cámara.

- 10 El flujo de información de video de primer plano FG se introduce en un Módulo de Activación 110, para seleccionar desde el flujo FG múltiples ejemplos FG1 de representaciones de uno o más elementos de primer plano para que aparezcan en la secuencia estroboscópica, por ejemplo objetos, individuos, partes del cuerpo o perfiles. Por ejemplo, en un partido de fútbol, el balón y varios jugadores pueden seleccionarse para la estroboscopia. Para el balón, la estroboscopia puede ser interesante para cada fotograma, mientras que pueden colocarse copias de los jugadores solamente en los momentos clave de la acción. Por lo tanto, en instantes de activación diferentes, la selección de elementos puede diferir en cuanto a su número y calidad.

- 15 Las imágenes de primer plano FG1 junto con el flujo de imágenes de fondo BG y los parámetros de movimiento MP son procesadas adicionalmente mediante un Módulo de Síntesis 120 que, según una estrategia estroboscópica prescrita, procesa la información visual en los flujos FG1 y BG para producir flujos FG2 y BG2 en los que está incluida una descripción paramétrica compuesta de la secuencia estroboscópica.

- 20 Finalmente, siguiendo una estrategia de renderización prescrita, un Módulo de Renderización 130 transforma la representación incluida y la información visual de los flujos FG2 y BG2 en una secuencia de salida adecuada para visualizarse en un dispositivo de video o medio de impresión fotográfica.

El Módulo de Extracción de Primer plano 101, Módulo de Estimación de Cámara 102, Módulo de Activación 110, Módulo de Síntesis 120 y Módulo de Renderización 130 se describen a continuación con más detalle.

#### A. Módulos de Parámetros de Movimiento y Extracción de Fondo-Primer Plano

- 25 En primer lugar, en la producción de una secuencia estroboscópica, en la estimación de fondo-primer plano, los objetos en movimiento en primer plano se segmentan desde el fondo, y, a menos que se conozcan a partir de los instrumentos de la cámara, se estiman los parámetros de movimiento de la cámara. La estimación de primer plano-fondo identifica el(los) objeto(s) en movimiento en los fotogramas de video, por ejemplo el(los) atleta(s) y equipo de primer plano (por ejemplo un balón de fútbol) frente al campo de deportes de fondo. Los parámetros de movimiento proporcionan una referencia visual común para la secuencia de video, para permitir la mezcla conjunta de sucesivos fotogramas de la secuencia de video. La estimación de primer plano-fondo y movimiento de la cámara puede realizarse usando técnicas de procesamiento de video establecidas, de forma parcial o totalmente automatizada.
- 30

#### B. Módulo de Activación

- 35 El Módulo de Activación 110 sirve para seleccionar aquellos elementos de primer plano que se insertarán en la secuencia estroboscópica. Dicha selección puede realizarse según una de las siguientes estrategias:

1. Activación basada en fotogramas, en la que se seleccionan elementos de primer plano a intervalos de fotogramas fijos, es decir cada  $n$  fotogramas.
2. Activación basada en tiempo, en la que se seleccionan elementos de primer plano a intervalos de tiempo fijos, es decir cada  $t$  segundos.
- 40 3. Activación espacial, en la que se seleccionan elementos de primer plano cuando están alineados con ubicaciones especificadas previamente en el fondo.
4. Activación basada en eventos, en la que se seleccionan elementos de primer plano cuando tiene lugar una acción específica (por ejemplo, cada vez que un atleta toca el suelo en un triple salto).
- 45 5. Estrategia de activación definida por el usuario, en la que se seleccionan elementos de primer plano *ad hoc*, según se desee, por ejemplo implicando a un usuario que hace clic sobre elementos en los fotogramas.

#### C. Módulo de Síntesis

- 50 El Módulo de Síntesis 120 sirve para el registro, pre-procesado y re-encuadre de los elementos de primer plano seleccionados y la información visual de fondo. Dado que el proceso estroboscópico da como resultado una foto o secuencia de video compuesta en la que se compone la información visual de diferentes momentos en el tiempo, el pre-procesado sirve para establecer una referencia visual común para las imágenes compuestas. Dicho pre-procesado incluye la computación de un plano focal común, la construcción de una imagen de fondo compuesta, y la distorsión de

los elementos de primer plano en el plano focal seleccionado. Estas computaciones se realizan según una estrategia de síntesis dada, tal como:

- 5 1. Síntesis de ángulo ancho, en la que el campo de visión se expande para abarcar una parte pre-definida del movimiento de primer plano; por ejemplo, en triple salto el campo de visión puede expandirse para asegurar que toda la trayectoria del salto final está dentro del campo de visión;
2. Síntesis de ángulo estrecho, en la que una toma de ángulo ancho de un evento (por ejemplo una carrera de caballos tal como una carrera de obstáculos) se estrecha para abarcar una parte definida por el usuario del fondo donde está teniendo lugar la acción;
- 10 3. Síntesis global, en la que el campo de visión se determina para abarcar todo el recorrido del movimiento en primer plano; por ejemplo, en triple salto el campo de visión puede expandirse para asegurarse de que la carrera inicial y todos los saltos entran dentro del campo de visión.

#### D. Módulo de Renderización

15 Una vez que se han computado los parámetros de síntesis, la secuencia estroboscópica es creada como una imagen visual por el Módulo de Renderización 130 que puede emplear una de las siguientes estrategias de renderización para producir una secuencia de video o una imagen estática:

1. Estroboscopia de foto fija, usada para generar una única imagen a partir de la secuencia de video, en la que el campo de visión está de acuerdo con la estrategia de síntesis del módulo 120, y en la que los elementos de primer plano seleccionados se insertan en el fondo reconstruido común;
- 20 2. Estroboscopia de barrido, usada para generar una secuencia de video a partir de una imagen de estroboscopia de foto fija obtenida como en 1 anteriormente, en la que la foto fija se barre horizontal o verticalmente o ambas para visualizarla en una pantalla de video. No es necesario que dicho barrido sea uniforme sino que puede ser con dirección de barrido, velocidad y longitud focal variables, por ejemplo. Los parámetros de barrido pueden seleccionarse de forma interactiva, por ejemplo implicando un usuario que manipula un *joystick*;
- 25 3. Estroboscopia dinámica, usada para generar una secuencia de video re-encuadrada según la estrategia de síntesis del módulo 120, en las que los objetos de primer plano se insertan de forma permanente en el fondo cuando se alcanzan los instantes de activación y en la que, entre los instantes de activación, el movimiento en primer plano ocurre normalmente;
- 30 4. Desmultiplicación, usada para generar una secuencia de video re-encuadrada según la estrategia de síntesis del módulo 120, en la que copias del objeto de primer plano se insertan de forma permanente en el fondo cuando se alcanzan los instantes de activación y en la que el objeto de primer plano deja un "rastros" semitransparente de su movimiento entre los instantes de activación.
- 35 5. Desenrollado del movimiento, usada para generar una secuencia de video re-encuadrada según la estrategia de síntesis del módulo 120, en la que copias del objeto de primer plano se insertan en un fondo posiblemente sintético con un desplazamiento espacial arbitrario. Esto es útil para aplicar estroboscopia a movimientos de rotación rápidos que se despliegan "en el sitio", por ejemplo el giro rápido de un patinador sobre hielo alrededor de su eje.

40 La renderización de un estroboscopio puede incluir además controlar la persistencia del objeto en primer plano, por ejemplo, de modo que se hace que las primeras representaciones del objeto parezcan desaparecer y volverse transparentes progresivamente en comparación con las últimas representaciones. Análogamente, los objetos de primer plano pueden colorearse adecuadamente en función de un índice temporal. Por lo tanto, en una foto fija de un partido de fútbol, por ejemplo, será evidente en qué momento está un jugador cuando se muestra. La coloración también puede usarse para fines diferentes del indexado temporal, por ejemplo en un partido de fútbol para la identificación de jugadores, con diferentes jugadores mostrados en diferentes colores.

45 Cuando hay suficiente información disponible, por ejemplo como la obtenida de múltiples representaciones de una acción desde diferentes puntos de vista, la renderización estroboscópica puede incluir la reconstrucción tridimensional en el espacio para permitir el visionado desde puntos seleccionados diferentes de una ubicación de la cámara, por ejemplo a la manera de una vuelta virtual o vuelo alrededor. Pueden dejarse rastros de elementos en el tiempo, por ejemplo para mostrar la posición, trayectoria y postura de un patinador sobre hielo. En un evento futbolístico, puede hacerse que el balón aparezca de forma estroboscópica en tres dimensiones.

#### E. Ejemplos

50 Se generó una secuencia de video estroboscópica de un triple salto *Toe loop* de un patinador sobre hielo, usando síntesis de ángulo ancho y renderización estroboscópica dinámica. Los fotogramas seleccionados, mostrados como las figuras 2a-2c pertenecen al inicio, el tiempo de permanencia en el aire y el aterrizaje del atleta. Dado que el atleta se ve en movimiento en la secuencia, se deja un rastro de copias detrás en su trayectoria.

Se generó una imagen estroboscópica a partir del metraje de video original de un salto de un patinador sobre hielo, usando síntesis global y renderización de imágenes. El resultado, mostrado como la figura 3 es una única imagen fija del movimiento del atleta, que abarca toda la duración y el alcance espacial del salto.

5 A partir de una secuencia de video original de un evento futbolístico, se generó una secuencia estroboscópica usando síntesis de ángulo estrecho y renderización de imágenes estroboscópicas dinámicas. Los fotogramas específicos mostrados como las figuras 4a-4c muestran fases de un gol con éxito, con el balón representándose repetidamente, en las posiciones por las que ha pasado.

#### F. Aplicaciones y Extensiones

10 Una primera aplicación de la técnica es el análisis detallado de deportes en los que un único atleta realiza un gesto rápido con una extensión significativa en el espacio. Los deportes tales como saltos (salto de longitud, triple salto, salto de altura) o saltos de trampolín o patinaje sobre hielo pueden beneficiarse de este tipo de análisis.

15 La estroboscopia también es interesante para rastrear trayectorias de objetos como balones de fútbol, pelotas de tenis y demás. En este caso, como se ejemplifica mediante las figuras 4a-4c descritas anteriormente, las secuencias se obtienen insertando en el actual fotograma de video varias copias de la imagen de video del balón en la ubicación que el balón ocupaba en instantes previos en el tiempo. Dichas copias se obtienen a partir de campos de video previos que se distorsionan en el referencial visual del campo de video actual. La ventaja sobre procedimientos de rastreo de trayectoria conocidos es que la velocidad del balón se muestra implícitamente en la trayectoria sometida a estroboscopia, dado que la separación entre las imágenes del balón muestra la velocidad del balón.

20 El sistema puede extenderse a servicios de suministro de video por encargo. De este modo, puede usarse estroboscopia para realizar una comparación exacta de dos movimientos atléticos combinándolas con capacidades de solapamiento, como se describe en las Solicitudes PCT Internacionales PCT/IB99/00173 del 15 de enero de 1999 y PCT/US/0032117 del 24 de noviembre de 2000.

25 Las secuencias estroboscópicas también pueden usarse para indexar visualmente eventos deportivos. Para el suministro de contenidos basado en Internet, por ejemplo, pueden proporcionar una interfaz rápida e intuitiva para seleccionar y recuperar una parte específica de un gesto atlético, como punto de partida para un análisis más detallado y mejoras gráficas.

#### Números de referencia

101 Módulo de Extracción de primer plano

102 Módulo de Estimación de la Cámara

30 110 Módulo de Activación

120 Módulo de Síntesis

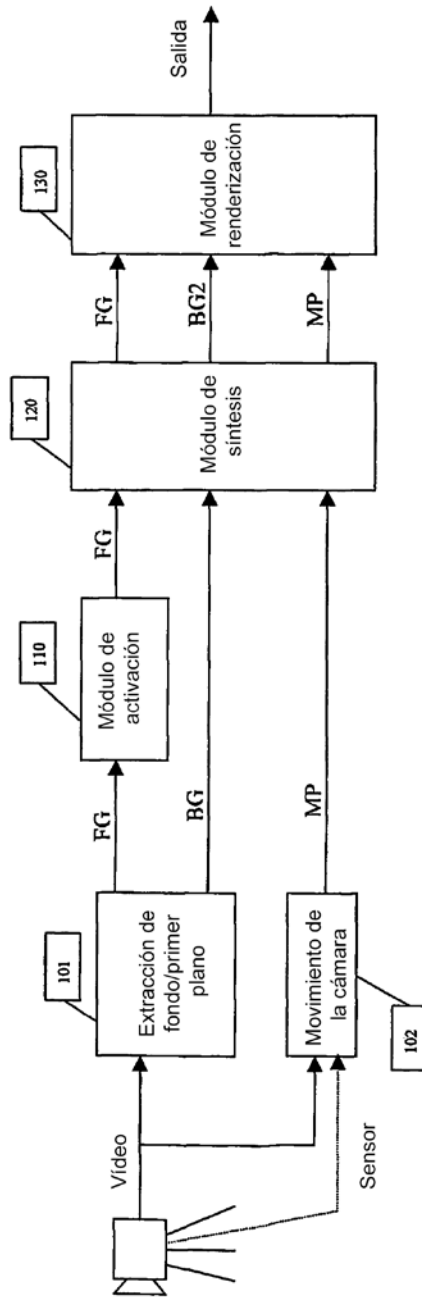
130 Módulo de Renderización

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento informático para generar una representación estroboscópica de imágenes en al menos una secuencia de video original, en el que:
- 5 (a) se extrae una parte de primer plano de las imágenes, dando como resultado una secuencia de primer plano
- (b) al menos un elemento a incluir en la secuencia estroboscópica se selecciona a partir de la secuencia de primer plano, dando como resultado una secuencia de primer plano seleccionada;
- (d) la secuencia de primer plano seleccionada se sintetiza sobre una secuencia de fondo, dando como resultado una secuencia sintetizada;
- 10 **caracterizado porque**
- (e) la representación estroboscópica se renderiza como una secuencia de video animada, en la que dicho al menos un elemento se inserta de forma permanente en el fondo cuando se alcanzan instantes de activación y en la que, entre instantes de activación, dicho al menos un elemento deja un rastro semitransparente.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que las imágenes son de un campo de visión fijo.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa (a) comprende estimar el movimiento de la cámara al realizar la secuencia de video original.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que el movimiento de la cámara se estima con sensores con los que está equipada la cámara.
- 20 5. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que la estimación del movimiento de la cámara se realiza usando técnicas de procesado de video.
6. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa (b) comprende seleccionar a un intervalo de fotogramas fijo.
7. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa (b) comprende seleccionar a intervalos de tiempo medidos.
- 25 8. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa (b) comprende seleccionar en eventos de primer plano especificados.
9. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa (b) comprende aceptar entradas del elemento a seleccionar.
- 30 10. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa (c) comprende seleccionar un campo de visión para la representación estroboscópica.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que el campo de visión es el mismo que un campo de visión original.
12. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que el campo de visión es mayor que un campo de visión original.
13. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que el campo de visión abarca todos los movimientos de primer plano.
- 35 14. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que el campo de visión es menor que un campo de visión original.
15. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa (e) comprende renderizar múltiples representaciones de al menos un elemento de primer plano, estando las representaciones separadas.
16. Procedimiento según la reivindicación 15, en el que la separación de las representaciones es según una función de tiempo.
- 40 17. Procedimiento según la reivindicación 15, en el que la separación de las representaciones corresponde a su verdadero desplazamiento espacial.
18. Procedimiento según la reivindicación 15, en el que la separación de las representaciones es para el desenrollado espacial de forma contigua de una acción de un objeto que gira sobre un eje.
19. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la secuencia de fondo representa un fondo sintético.
- 45 20. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa (e) comprende controlar la persistencia del elemento de primer plano.

21. Procedimiento según la reivindicación 20, en el que el control es para que las representaciones más antiguas de un elemento de primer plano aparezcan cada vez más transparentes en función del tiempo.
22. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa (e) comprende asignar un brillo/color distintivo a al menos un elemento de primer plano.
- 5 23. Procedimiento según la reivindicación 22, en el que el brillo/color se selecciona en función del tiempo.
24. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa (e) comprende la reconstrucción tridimensional de la representación estroboscópica.
25. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la al menos una secuencia de video original es de un evento deportivo.
- 10 26. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además difundir la representación estroboscópica.
27. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además suministrar la representación estroboscópica a través de Internet.
28. Sistema para generar una representación estroboscópica de imágenes en al menos una secuencia de video original, que comprende:
- 15 (a) medios (101) para extraer una parte de primer plano de las imágenes, dando como resultado una secuencia de primer plano;
- (b) medios para seleccionar a partir de la secuencia de primer plano al menos un elemento a incluir en la secuencia estroboscópica, dando como resultado una secuencia de primer plano seleccionada;
- (d) medios (120) para sintetizar la secuencia de primer plano seleccionada en una secuencia de fondo, dando como
- 20 resultado una secuencia sintetizada;
- caracterizado por**
- (e) medios (130) para renderizar la representación estroboscópica como una secuencia de video animada, en la que dicho al menos un elemento se inserta de forma permanente en el fondo cuando se alcanzan instantes de activación y en la que, entre instantes de activación, dicho al menos un elemento deja un rastro semitransparente.

Figura 1: diagrama de bloques esquemático de un aparato para estroboscopia automatizada



**Figura 2a-c:** Tres fotogramas de una secuencia estroboscópica de un triple salto Toe loop de patinaje sobre hielo. Los fotogramas se extraen a partir de una secuencia de video obtenida usando el procedimiento de síntesis de ángulo ancho y el procedimiento de renderización estroboscópica dinámica. Los fotogramas pertenecen al inicio, el tiempo de permanencia en el aire y el aterrizaje del atleta. El atleta se sigue viendo en movimiento en la secuencia y en su trayectoria deja atrás un rastro de "copias".



**Figura 3:-c:** Imagen estroboscópica de una salto con lanzamiento por parejas de patinaje sobre hielo. Esta imagen se obtiene a partir del metraje de video original usando el procedimiento de síntesis global y el procedimiento de renderización de imágenes. El resultado final de este tipo de técnica estroboscópica es una única imagen fija del movimiento del atleta, que abarca toda la duración del salto.



**Figura 4a-c:** Tres fotogramas de una secuencia estroboscópica de un evento futbolístico. Los fotogramas se extraen a partir de una secuencia de vídeo obtenida usando el procedimiento de síntesis de ángulo estrecho y el procedimiento de renderización estroboscópica dinámica.

