

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 028**

51 Int. Cl.:

G06T 7/564 (2007.01)

G06T 7/62 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.09.2013 PCT/IL2013/050743**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.03.2014 WO14037939**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.09.2013 E 13835345 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018 EP 2893479**

54 Título: **Sistema y método para derivar mediciones de talla de cuerpo precisas a partir de una secuencia de imágenes en 2D**

30 Prioridad:

05.09.2012 US 201261696816 P

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

07.12.2018

73 Titular/es:

**SIZER TECHNOLOGIES LTD (100.0%)
82 Derech Menachem Begin, Floor 6
6713829 Tel Aviv , IL**

72 Inventor/es:

WILF, ITZHAK

74 Agente/Representante:

**INGENIAS CREACIONES, SIGNOS E
INVENCIONES, SLP**

ES 2 693 028 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

Sistema y método para derivar mediciones de talla de cuerpo precisas a partir de una secuencia de imágenes en 2D

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de la exploración del cuerpo y sistemas de prendas de vestir. Más particularmente, la invención se refiere a un sistema y método para exploración del cuerpo para mejorar la experiencia de compras de prendas de vestir, a través de la recomendación de talla automatizada y visualización de realidad aumentada.

Antecedentes de la invención

Pueden usarse escáneres de cuerpo completo - escáneres de láser / conjuntos de cámaras de profundidad (tales como el Kinect de Microsoft) para capturar puntos tridimensionales (3D) en la superficie del cuerpo, que pueden usarse para representar la forma del cuerpo como en forma de puntos (por ejemplo nube de puntos), forma superficial (malla de triángulos) u otros modelos. Tales modelos pueden analizarse para extraer las mediciones requeridas. Por ejemplo, la localización de la cintura puede calcularse a partir de proporciones del cuerpo y la sección transversal en la altura de la cintura puede usarse para extraer una lista de puntos o un contorno que representa la circunferencia en ese punto. El perímetro se calcula a continuación a partir de dicha lista de puntos/contorno en 3D.

El coste y complejidad de la creación de un escáner de cuerpo completo son prohibitivos para el despliegue masivo en almacenes y/o su uso en el hogar del consumidor. Por lo tanto, varias técnicas de la técnica anterior describen cómo extraer mediciones del cuerpo específicas a partir de una única imagen bidimensional (2D) (normalmente una vista frontal) y opcionalmente unas pocas otras vistas adicionales de pose controlada (por ejemplo una vista lateral). Considerando por ejemplo la circunferencia de la cintura, es evidente que una o dos vistas no pueden proporcionar suficiente información para calcular la circunferencia exacta sin suposiciones adicionales o aproximación - por ejemplo una sección transversal elíptica del cuerpo en el área de la cintura. De manera evidente tales aproximaciones fallan al proporcionar mediciones exactas cuando están implicados sujetos reales.

Adicionalmente, estos métodos dependen de la capacidad del usuario para suponer las poses exactas y fallan adicionalmente al generar un modelo en 3D completo. Controlar/medir la pose exacta del usuario por medio de una mesa giratoria controlada o marcadores sobre el cuerpo de este tipo añade nivel de complejidad que evita que tales métodos se usen en el hogar o en múltiples localizaciones de la tienda.

La patente GB 2 351 426 desvela obtenciones de imágenes en 2D del cuerpo en varias posiciones, la verificación de la posición del cuerpo correcta para cada obtención y el cálculo de un modelo de forma en 3D basándose en las imágenes en 2D.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema que pueda capturar una secuencia de imágenes en 2D de un sujeto humano en movimiento con una única cámara en 2D estática, extraer descriptores relacionados con la forma o talla en 2D a partir de múltiples imágenes en 2D de este tipo e integrar dichos descriptores en medidas y/o elementos de talla en 3D de forma en 3D.

Otros objetos y ventajas de la invención se harán evidentes a medida que continúe la descripción.

Sumario de la invención

La presente invención se refiere a un método para derivar unas medidas de talla de cuerpo precisas de un usuario a partir de una secuencia de imágenes en 2D como se define en la reivindicación 1.

De definen diversas realizaciones de la invención mediante las reivindicaciones dependientes 2-4.

En otro aspecto, la presente invención se refiere a un sistema para derivar mediciones de talla de cuerpo precisas de un usuario a partir de una secuencia de imágenes en 2D como se define en la reivindicación 5.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos:

- la Figura 1 ilustra esquemáticamente un sistema para exploración del cuerpo y selección de prendas de vestir por una aplicación de probador virtual, de acuerdo con una realización de la invención;
- la Figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra de manera general un método para detección de primer plano como se conoce en la técnica anterior;
- la Figura 3 describe un método para analizar comportamiento de usuario según se requiere para el proceso de

exploración;

- la Figura 4 ilustra la extracción de distancia de usuario de la detección de posición de imagen de los pies;
- las Figuras 5A y 5B representan detección y rastreo de manos como un indicio de detección de rotación del cuerpo de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 5 - las Figuras 6A y 6B ilustran esquemáticamente la evolución de la anchura de la silueta del cuerpo como clave para rotación del cuerpo;
- la Figura 7 describe el analizador de forma en 2D, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- las Figuras 8A-8C ilustran esquemáticamente varios indicios para localización vertical de la cintura que pueden ejecutarse por métodos de análisis de imagen;
- 10 - las Figuras 9A-9D ilustran el principio de convertir puntos terminales de silueta a puntos terminales a un sector angular delimitador;
- las Figuras 10A y 10B muestran cómo obtener una forma de sección transversal precisa a partir de una secuencia de imágenes, de acuerdo con una realización de la invención;
- la Figura 11 describe la construcción de datos de métricas y forma de talla en 3D a partir de datos de forma en 15 2D;
- la Figura 12 representa medidas de talla del torso del cuerpo como se requieren habitualmente por la industria de las prendas de vestir;
- las Figuras 13A-13C ilustran esquemáticamente la construcción de representaciones de modelo en 3D a partir de datos en 3D generados;
- 20 - la Figura 14 ilustra esquemáticamente un Motor de Recomendación de Prenda de Vestir (GRE) de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la Figura 15 ilustra esquemáticamente un flujo de cálculo de talla ejemplar de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la Figura 16 ilustra esquemáticamente un proceso de emisión de una recomendación de talla, de acuerdo con 25 una realización de la invención; y
- la Figura 17 ilustra esquemáticamente un ejemplo para un mapa de calor esquemático que representa la manera en la que una prenda de vestir se ajusta al cuerpo de un usuario.

Descripción detallada de la invención

30 La presente invención se refiere a un método que emplea una secuencia de imágenes en 2D capturada a través de movimientos del cuerpo naturales para calcular múltiples medidas de talla de cuerpo lineales y de circunferencia (es decir, un escáner del cuerpo) que puede servir como una base para recomendación de talla automatizada para experiencia de compras más eficiente en la tienda o en el hogar. Estas medidas de talla pueden usarse 35 adicionalmente para seleccionar y/o modificar un avatar que describe mejor la forma del cuerpo del usuario para visualización de realidad aumentada de cómo se ajustaría o parecería la prenda de vestir seleccionada en el cuerpo del usuario. Adicionalmente, el método de exploración puede usarse para obtener una nube de puntos u otra representación en 3D densa que sirve como un modelo de forma del cuerpo detallada. Las mediciones requeridas se derivan a partir de ese modelo. La representación en 3D puede convertirse a un modelo superficial (como triángulos) que se usa por el motor de representación de la aplicación de realidad aumentada anteriormente descrito.

40 En concepto, el escáner del cuerpo puede usarse en cualquier lugar, por ejemplo, en una tienda minorista o centro comercial o dentro del hogar del usuario. El usuario permanece de pie en el suelo en un estado desvestido, normalmente en un traje de cuerpo ajustado, en el que el objetivo es obtener mediciones del cuerpo precisas y 45 completas, incluyendo ángulos de postura y hombro. Típicamente, no se usa ninguna prenda de vestir de prueba como una base para hallar incongruencias de ajuste o para obtener una realimentación del individuo. Las mediciones de exploración del cuerpo del usuario se pasan a un programa informático para análisis. El programa compara las mediciones del usuario a las propiedades de la prenda de vestir seleccionada tales como las dimensiones de la prenda de vestir en medidas en ciertas localizaciones clave, elasticidad de tejido, ajuste y 50 tolerancia de prenda de vestir. El análisis del sistema daría como resultado una prenda de vestir que se ajustaría al usuario perfectamente.

55 En la siguiente descripción detallada, se hacen referencia a los dibujos adjuntos que forman una parte de la misma, y en los que se muestran por medio de ilustración realizaciones o ejemplos específicos. Estas realizaciones pueden combinarse, pueden utilizarse otras realizaciones, y pueden realizarse cambios estructurales sin alejarse del espíritu o alcance de la presente invención. La siguiente descripción detallada, por lo tanto, no se ha de tomar en un sentido limitante y el alcance de la presente invención se define por las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes. Un experto en la materia reconocerá fácilmente a partir de la siguiente descripción que pueden emplearse realizaciones 60 alternativas de las estructuras y métodos ilustrados en el presente documento sin alejarse de los principios de la invención descritos en el presente documento.

Haciendo referencia ahora a los dibujos, en los que se describirán aspectos de la presente invención y un entorno de operación informático ejemplar. La Figura 1 y los siguientes análisis se pretende que proporcionen una breve descripción general de un entorno informático adecuado en el que puede implementarse la invención. Aunque la 65 invención se describirá en el contexto general de módulos de programa que se ejecutan en conjunto con un programa de aplicación de probador virtual que se ejecuta en un sistema operativo en un ordenador personal, los

expertos en la materia reconocerán que la invención puede implementarse también en combinación con otros módulos de programa.

5 En general, los módulos de programa incluyen rutinas, programas, componentes, estructuras de datos, y otros tipos de estructuras que realizan tareas de procesamiento de imágenes particulares. Además, los expertos en la materia apreciarán que la invención puede ponerse en práctica con otras configuraciones de sistema informático, incluyendo dispositivos portátiles, sistemas multiprocesador, electrónica de consumo basada en microprocesadores o programable, miniordenadores, ordenadores centrales y similares. La invención también puede ponerse en práctica en entornos informáticos distribuidos donde las tareas se realizan por dispositivos de procesamiento remotos que están enlazados a través de una red de comunicaciones (por ejemplo, un lado del usuario y un lado del servidor). En un entorno informático distribuido, los módulos de programa pueden localizarse tanto en dispositivos de almacenamiento de memoria locales como remotos.

15 La Figura 1 describe un sistema 100 para derivar mediciones de talla de cuerpo precisas desde una secuencia de imágenes en 2D, de acuerdo con una realización de la presente invención. En general, el sistema 100 se usa para exploración del cuerpo y selección de prendas de vestir por una aplicación de probador virtual. El sistema 100 comprende un módulo de realimentación y guiado de usuario (UFGM) 120, la cámara 121, un analizador de comportamiento de usuario (UBA) 130, un analizador de forma en 2D (2DSA) 140, un analizador de apariencia de usuario (UAA) 150, un analizador de forma en 3D (3DSA) 160, una aplicación de probador virtual 190 y una base de datos de prendas de vestir 180.

25 Un usuario 110 se sitúa delante de la cámara 121, con una pantalla 122 y un altavoz 123 controlado por el UFGM 120 para proporcionar guiado/asistencia de usuario inicial y adicional durante el proceso de exploración del cuerpo del usuario. Un dispositivo de entrada, tal como un teclado 124, una pantalla táctil o módulo de comando de voz, puede servir para iniciar el proceso de exploración, introducir el ID de usuario, consentimiento explícito de usuario para medición, etc.

30 La cámara 121 está conectada al UBA 130, que toma la posición, pose/rotación y postura del usuario 110 antes y durante el proceso de exploración, verificando que la imagen del usuario no supera el campo de visión de la cámara y que el usuario sea el siguiente las instrucciones sencillas proporcionadas por el UFGM 120. Tales instrucciones sencillas pueden incluir: "Entrar en el área de exploración", "Alza tus manos", "Gira dando vueltas", etc.

35 La cámara 121 está conectada adicionalmente al 2DSA 140, que extrae y codifica datos de forma en 2D desde cada una de una secuencia de imágenes capturada por la cámara 121.

40 La cámara 121 está conectada adicionalmente al UAA 150, que extrae y codifica descriptores distintos de forma visual específicos para el usuario. Tales descriptores pueden incluir tono de piel, color y estilo de pelo y opcionalmente descriptores de apariencia de la cara. Estos descriptores pueden usarse por la aplicación de probador virtual 190 para mejorar la apariencia visual del avatar para que se asemeje al usuario - por ejemplo teniendo un tono de piel similar al usuario, teniendo una cara similar al usuario, etc.

45 Los descriptores distintos de forma visual pueden usarse adicionalmente para generar recomendaciones de ropa basándose en uno o más de estos descriptores. Por ejemplo un color y/o textura/patrón de prenda de vestir recomendado puede potenciar el tono de piel, el color de pelo y los ojos.

50 Cada elemento del sistema 100 puede implementarse por un módulo separado tal como una cámara web de USB, pantalla LCD, altavoces conectados, un teclado, un ordenador personal, etc. Sin embargo, con la introducción de dispositivos electrónicos de consumidor altamente aptos, ciertas realizaciones de la presente invención pueden basarse en tales dispositivos. En un ejemplo específico, todos los elementos del sistema 100 pueden implementarse por un dispositivo informático del usuario tal como un ordenador portátil, un ordenador de tableta tal como el iPad de Apple Inc., o incluso un teléfono inteligente tal como el Galaxy de Samsung.

55 De acuerdo con una realización de la presente invención, algunos módulos del sistema 100 pueden implementarse en un servidor remoto, tal como el 3DSA 160, y la base de datos de prendas de vestir 180. El 3DSA 160 recibe los descriptores de forma en 2D así como los datos de posición, pose y rotación del usuario, integrándolos en un modelo de forma en 3D y/o extrayendo mediciones de talla en 3D para que se almacenen junto con los datos de apariencia del usuario en una base de datos de forma y apariencia del usuario 170. Cuando un usuario previamente explorado inicia sesión en el sistema 100 (por ejemplo, mediante una interfaz de la aplicación de probador virtual 190), se usan sus características de talla de cuerpo almacenadas para filtrar/buscar en la base de datos de prendas de vestir 180 y recomienda prendas de vestir y sus tallas específicas que serán un buen ajuste para el usuario. En otro caso de uso que está mejor relacionado con la experiencia de compras actual, el usuario seleccionará una prenda de vestir en una tienda web y recibirá una recomendación de talla así como un mapa de calor esquemático que representa la manera en la que la prenda de vestir se ajustará al cuerpo (un ejemplo para un mapa de calor esquemático de este tipo se presenta en la Figura 17).

65 La base de datos de prendas de vestir 180 incluye datos que representan digitalmente prendas de vestir tales como

camisetas, pantalones, vestidos, etc., y sus atributos, tales como talla, longitud, anchura, color, etc., como se definen comúnmente por la industria de la ropa.

5 Por ejemplo, para añadir prendas de vestir a la base de datos 180, el sistema 100 puede comprender adicionalmente un módulo de detección de prendas de vestir (no mostrado). Para proporcionar la escala y perspectiva correctas para la prenda de vestir detectada y opcionalmente para eliminar o reducir distorsiones que puedan tener lugar debido al ángulo de visión de la cámara y al plano en el que está localizada la prenda de vestir, deberían usarse técnicas de corrección de distorsión conocidas en la técnica, tales como usar un objeto con dimensiones conocidas como un objeto de referencia (por ejemplo, un disco compacto) o un patrón de calibración tal como un patrón de tipo tablero de ajedrez.

15 De acuerdo con una realización de la invención, la información de forma en 3D se usa adicionalmente para crear un avatar que describe mejor la forma del cuerpo del usuario para visualización de realidad aumentada de cómo la prenda de vestir seleccionada se ajustaría o parecería en el cuerpo del usuario. Para una presentación más potente, la información de apariencia del usuario según se obtiene desde el UAA 150 está embebida en el avatar en forma de color de piel/pelo y también una cara similar, con la condición de que el usuario optara que se capturara su cara durante el proceso de exploración. Con la creciente potencia informática de tales dispositivos informáticos del usuario, el 3DSA 160 puede incluirse en un dispositivo de este tipo, reduciendo adicionalmente recursos computacionales y requisitos de ancho de banda en el lado del servidor.

20 La Figura 2 describe un método para detección de primer plano que se usa comúnmente para detectar cambios en secuencias de imágenes, como se conoce en la técnica anterior. Como el proceso de exploración se realizará en interiores y la cámara 121 (Figura 1) estará estática durante el proceso, es apropiada una técnica de resta de fondo. Una modelación de fondo (etapa 220) construye un modelo de fondo como una media móvil de imágenes de vídeo que no contienen objetos de primer plano - antes de que el usuario entre en la escena o inhibiendo el promedio en aquellas áreas donde la diferencia de fotograma a fotograma es alta, señalizando por lo tanto la presencia o movimiento del usuario. Una imagen ejemplar de un modelo de fondo se indica por el número 211.

30 Una vez que el modelo de fondo es estable (como se indica por el número 211), para cada fotograma de vídeo nuevamente capturado, una resta de fondo (etapa 230) calcula la diferencia absoluta píxel a píxel entre el fotograma de vídeo (como se indica por el número 210) y la imagen de modelo de fondo 211. La imagen de diferencia (como se indica por el número 212) se procesa a continuación por un umbral adaptativo (etapa 240) que establece su umbral de manera global o local (por localización de imagen) justo por encima del nivel de cambios de ruido e iluminación para obtener una imagen binaria (una imagen binaria ejemplar se indica por el número 213). Una etapa de filtración binaria 250 puede usar técnicas conocidas tales como filtración de componente conectado o filtración morfológica para eliminar pequeñas regiones de ruido y pequeños agujeros dentro del objeto.

40 La Figura 3 ilustra esquemáticamente, en forma de un diagrama de flujo, el proceso de análisis de comportamiento de usuario por el UBA 130 como parte del proceso de exploración, de acuerdo con una realización de la presente invención. Para el fin de obtener unos datos de forma en 3D del usuario, la información de comportamiento de usuario puede incluir:

- posición de usuario en un plano del suelo;
- pose o rotación del usuario con respecto al plano del suelo; y
- 45 - verificación de la postura requerida como se ordena por el UFGM 120.

50 Durante la siguiente descripción, se supone que el proceso de exploración se dirige al torso del usuario para el fin de medir tales circunferencias en cintura, caderas y pecho y/o para obtener una nube de puntos en 3D que describe el área del torso. En una realización específica, se realiza exploración de torso asumiendo el usuario una posición de "cactus" de modo que el área del torso no está ocultada a través de todo el proceso de exploración - como se señala por la imagen 210 en las Figuras 2 y 3.

55 Se analiza el comportamiento de usuario basándose en la silueta del cuerpo binaria según se obtiene a partir del proceso de detección de primer plano (como se indica por la imagen 213 en la Figura 2) y las imágenes de vídeo sin procesar de la cámara 121 (Figura 1).

60 De acuerdo con una realización de la presente invención, un atributo clave del análisis de comportamiento de usuario es la localización en el suelo de referencia del sujeto humano. En una realización, se solicita que el sujeto humano maniobre en un área designada a través de todo el proceso de exploración, usando opcionalmente marcas en el suelo que pueden usarse para guiar al usuario a través del proceso de exploración. Como alternativa, el sistema puede estimar la distancia de la altura de la imagen del sujeto y la altura física del sujeto, como un único valor de talla que puede introducirse manualmente al sistema (por ejemplo, mediante el teclado 124 mostrado en la Figura 1). Sin embargo, para operación completamente automática, de mejor precisión y un sujeto menos cooperativo, el sistema extrae la distancia/localización desde la secuencia de imágenes en 2D.

65 Analizar el comportamiento de usuario por el UBA 130 puede implicar las siguientes etapas:

- 5 DetECCIÓN de pies (etapa 310), busca la fila inferior de la silueta binaria. Basándose en la calibración de la cámara que tiene lugar al comienzo de los procesos de exploración, cada coordenada de fila de imagen (y) que representa la superficie del suelo puede convertirse a una distancia desde la cámara. Por ejemplo, la Figura 4 ilustra la extracción de distancia de usuario desde la detección de posición de imagen de los pies en mayor detalle. Se muestran líneas de distancia calibrada 280, 290, 300 y 310 como líneas horizontales con valores de distancia. Puede interpolarse la posición de los pies vertical entre líneas. Para asignar el valor de distancia exacto al centro de rotación, el sistema convierte la parte inferior de la distancia de los pies a la distancia central del cuerpo usando un valor medio para talla de pies y (opcionalmente) el ángulo de rotación del cuerpo.
- 10 Una vez que se detecta la fila de la parte inferior, se construye una ventana de cálculo (como se indica por la línea discontinua 400) alrededor de los pies y el centro de gravedad x convertido a posición horizontal en el suelo (a partir de calibración de cámara). Esto completa la detección de posición del usuario (etapa 320).
- 15 Para evitar que la inestabilidad de segmentación de objeto en el área de los pies afecte a la precisión de posición, tanto la coordenada inferior, y , como el centro de gravedad, x , se filtran temporalmente, por ejemplo, usando un filtro de promedio de 5 fotogramas u otro filtro de promedio adecuado.
- 20 La distancia del usuario puede estimarse de una manera similar a partir de la parte superior de la localización de la cabeza detectando y rastreando la cabeza como se describe en la presente invención. Ambos de estos métodos para rastreo de distancia - a partir de detección de los pies únicamente o a partir de detección de la cabeza únicamente, requieren conocer la altura de la cámara del suelo y su inclinación. Aunque esto está fácilmente disponible en una instalación de cámara fija tal como en un probador, podemos desear soportar la aplicación en el hogar cuando se mide la altura de cámara y controlar/medir su inclinación puede ser molesto para un usuario único. En un caso de este tipo, pueden combinarse las realizaciones de acuerdo con la presente invención para rastrear tanto la localización de la cabeza como la de los pies, derivando por lo tanto la distancia del usuario en cada fotograma de medición sin los valores de altura/inclinación de la cámara.
- 25 Si el usuario está demasiado cerca de la cámara, que puede dar como resultado el recorte de la silueta del usuario y/o distorsión de perspectiva aumentada, el UFGM de realimentación de usuario 120 proporcionará una advertencia al usuario. De manera similar, si el usuario está demasiado cerca detrás de una pared, que puede dar como resultado dificultad al girarse, se suministrará otra advertencia. El UFGM 120 (Figura 1) incluye múltiples algoritmos de análisis de contenido de escena y comportamiento de usuario como se conoce en la técnica anterior, para detectar problemas comunes en configuración de escena y cámara y comportamiento de usuario tal como: la iluminación es demasiado baja o demasiado brillante, el fondo tiene demasiado ruido, fondo dinámico tal como pantalla de monitor de TV u ordenador en el campo de visión de la cámara, sombras en movimiento, luces de fundido en movimiento, la cámara está inclinada, etc.
- 30 Basándose en la silueta binaria, el módulo de detección de la cabeza (etapa 330) puede hallar la cabeza del usuario como la parte superior de la forma binaria, cerca del centro de gravedad horizontal (x). La verificación adicional/localización precisa de la cabeza del usuario puede estar basada en un detector con forma de omega u otras técnicas de detección y rastreo humano conocidas basadas en las característica de la forma omega de las partes de la cabeza-hombro de las personas.
- 35 Una vez que se detectan la cabeza y los pies, está disponible una escala general para toda la forma y puede servir como una estimación inicial para la localización de ciertas partes del cuerpo. El módulo de detección de las manos (etapa 340) empieza a buscar los brazos a partir de las posiciones de hombro estimadas, a continuación se mueve hacia arriba para detectar las manos como los puntos finales de la forma de los brazos. Como alternativa, la forma binaria (por ejemplo, véase la imagen ejemplar 213) puede estrecharse a una imagen de esqueleto de 1 píxel de ancho donde las puntas de las manos pueden detectarse como píxeles de 1 conectados en el extremo del esqueleto del brazo rastreado a partir de la localización del cuerpo central.
- 40 Habiendo verificado la posición del usuario a partir de la silueta de los pies, el sistema continúa (etapa 370) para verificar la postura del cuerpo a partir de la posición de las manos y a continuación para guiar al usuario a que haga giros de un círculo completo (el guiado puede hacerse por el UFGM 120). La continuidad de secuencia de imagen puede aprovecharse en el rastreo de manos. Una vez que se han detectado ambas manos en una posición frontal, pueden rastrearse de fotograma a fotograma (por ejemplo usando búsqueda de correlación u otros métodos de Correlación y Rastreo de Imagen Digital (DIC/DDIT) comunes que emplean técnicas de rastreo y registro de imagen para mediciones en 2D y 3D precisas de cambios en imágenes) y por predicción cuando las manos se fusionan con la silueta de la cabeza.
- 45 Para integrar los datos de forma de imagen en 2D en talla/forma en 3D, se requiere asignar valores de rotación (ya sean absolutos - con respecto a una posición frontal completa o relativos, con respecto a una imagen de referencia en la secuencia) a las imágenes de secuencia.
- 50 Las Figuras 5A y 5B representan detección y rastreo de las manos como indicio de detección de rotación del cuerpo, en las que la Figura 5A representa el cuerpo del usuario 110 en una primera posición, mientras que la Figura 5B

representa el cuerpo del usuario 110 en otra posición que se gira con respecto a la primera posición de la Figura 5A. El número 510 indica la cabeza del usuario mientras que los números 511 y 512 indican las manos del usuario. Suponiendo que la distancia en 3D entre las manos 511 y 512 permanece fijada durante la breve rotación, el módulo de detección de rotación del cuerpo (etapa 380) rastrea la evolución de la distancia de la imagen para proporcionar estimaciones de ángulo de rotación. Pueden usarse otros indicios de rotación del cuerpo, de manera independiente o combinados para aumentar la precisión.

Por ejemplo, puede rastrearse el contenido visual dentro de la silueta del cuerpo - tal como patrones de prendas de vestir y textura de piel. Las técnicas aplicables incluyen detección y rastreo de punto característico [Carlo Tomasi y Takeo Kanade, "Detection and Tracking of Point Features", Carnegie Mellon University Technical Report CMU-CS-91-132, abril de 1991]. La rotación del cuerpo puede estimarse a partir del cálculo de un campo de "flujo óptico" de movimiento visual y ajustando un modelo de movimiento al campo vectorial [John L. Barron, David J. Fleet y Steven Beauchemin (1994), "Performance of optical flow techniques", International Journal of Computer Vision (Springer)]. Tales técnicas pueden ampliarse por rastreo de rotación de la cara como se describe a continuación.

El módulo de detección de la cara (etapa 350) se centra en la búsqueda de la cara en la cabeza detectada por el módulo de detección de la cabeza (etapa 330). Un detector de cara tal como el detector de cara de Viola-Jones puede aplicarse a las imágenes para detectar caras en una diversidad de poses frontales, y se ha ampliado también para detectar caras de perfil. El clasificador específico que proporciona la mejor puntuación proporciona una sensación de pose de cara. Se aumenta adicionalmente la precisión detectando múltiples puntos de referencia de la cara y estimando la pose a partir de las posiciones relativas y proporciones de distancia.

Las Figuras 6A y 6B ilustran esquemáticamente una evolución de anchura de la silueta del cuerpo como clave para rotación del cuerpo, en las que la Figura 6A muestra la silueta del cuerpo en una primera posición, mientras que la Figura 6B muestra la silueta del cuerpo en otra posición que se gira con respecto a la primera posición de la Figura 6A. Por ejemplo, pueden asignarse 90° a la imagen con la dimensión de cintura más estrecha (mínima de mínima) y pueden asignarse 0° a la de las dimensiones de cadera más anchas (máxima de máxima). El sistema a continuación rastrea la evolución de la secuencia de anchura y estima los ángulos de rotación intermedios usando interpolación, tal como:

- interpolación lineal - suponiendo velocidad angular constante;
- interpolación basada en anchura - suponiendo una sección transversal elíptica de la cintura/cadera;
- rastrear el movimiento de detalles visuales dentro de la silueta del cuerpo, usando técnicas de flujo óptico conocidas o detección de punto característico y rastreando como se ha descrito en el presente documento anteriormente, y resolviendo la rotación usando un modelo de sección transversal elíptica.

El proceso anteriormente mencionado de análisis de comportamiento de usuario por el UBA 130 describe el análisis del comportamiento de usuario en una base fotograma a fotograma. Los errores de segmentación y análisis pueden dar como resultado mediciones con ruido y/o valores falsos en fotogramas aislados. Todos los parámetros de comportamiento de usuario pueden suavizarse en el dominio temporal (durante el tiempo) para proporcionar estimaciones robustas de dichos parámetros. Como un ejemplo específico, puede aplicarse un filtro de mediana u otro estimador robusto como es conocido en estadística a la secuencia de ángulos de rotación del cuerpo para reducir errores angulares aleatorios y filtrar valores atípicos.

La Figura 7 describe, en una forma de diagrama de flujo, el proceso de análisis de la forma en 2D por 2DSA 140, de acuerdo con una realización de la presente invención. Para mejor claridad, describimos el análisis de forma en 2D en el contexto de una medición de talla específica - la circunferencia de la cintura.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el análisis de forma en 2D requiere detectar la localización de imagen de la cintura en múltiples imágenes de la secuencia de rotación y a continuación medir los puntos de borde o contorno de la cintura en cada imagen de este tipo.

De acuerdo con la Figura 7, un módulo de selección de subsecuencia (etapa 710) emplea datos de comportamiento de usuario (etapa 702) a partir del UBA 130 (como se ha descrito en el presente documento anteriormente con respecto a la Figura 3) para seleccionar una subsecuencia de imágenes desde la secuencia de imágenes de vídeo (etapa 700) y su parte opuesta de la imagen de primer plano (etapa 701) según se obtiene a partir del módulo de detección de primer plano (como se ha descrito en el presente documento anteriormente con respecto a la Figura 2). Esto permite omitir imágenes irrelevantes (por ejemplo cuando no están disponibles datos de localización de usuario o cuando el usuario no está en la postura correcta), así como para omitir imágenes redundantes (cuando el usuario no se mueve o gira muy despacio).

El módulo de localización vertical de la cintura (etapa 720) a continuación detecta la localización de imagen vertical de la cintura para imágenes seleccionadas de la subsecuencia, como se describe en el presente documento posteriormente con respecto a las imágenes mostradas en las Figuras 8A-8C.

El módulo de detección de punto terminal de silueta (etapa 740) a continuación busca a la izquierda y a la derecha

en la fila de la imagen asociada con dicha localización de imagen vertical de la cintura y detecta los puntos terminales de la silueta izquierda y derecha como cruces de blanco-negro de las imágenes binarias. La precisión de subpíxel de puntos terminales se obtiene a partir de la imagen de nivel de gris usando detección de borde de subpíxel/de cruce en cero como es conocido en la técnica.

5 En una realización preferida, se aplica el filtro de localización vertical temporal (etapa 730) y el filtro de localización de puntos terminales temporales (etapa 750) a la secuencia de valores a partir de etapas anteriores, para reducir ruido e ignoran valores atípicos.

10 El filtro de localización vertical temporal (etapa 730) se aplica a la secuencia temporal de localización vertical de la cintura, por ejemplo, como se indica por $\{yWaist_0, yWaist_1, \dots\}$ donde $_0, _1, \dots$, son índices de imagen.

15 El filtro de localización de puntos terminales temporales (etapa 750) se aplica a la secuencia temporal de localización de la cintura izquierda, por ejemplo, $\{xLft_0, xLft_1, \dots\}$ donde $_0, _1, \dots$, son índices de imagen y de manera similar para la secuencia temporal de localización de la cintura derecha.

20 El proceso se repite para cada valor de circunferencia deseado tal como caderas, pecho, etc. Para aumentar la eficacia, ya que estas localizaciones del cuerpo son conocidas con antelación, el proceso en la Figura 7 puede modificarse fácilmente para obtener múltiples secuencias temporales durante un único paso de procesamiento de la secuencia de imágenes.

25 En el caso de que se requiera un modelo en 3D completo en forma de una nube de puntos, se atraviesa el contorno entero de la silueta y se convierte en una lista de puntos de borde cuya localización se calcula a precisión de subpíxel como se ha descrito anteriormente en el presente documento.

30 Las Figuras 8A-8C ilustran esquemáticamente varios indicios para localización vertical de la cintura que pueden ejecutarse por métodos de análisis de imagen. Para varias formas del cuerpo (por ejemplo, véase la Figura 8A), la cintura se define en el punto más estrecho del torso. Se define un rango de $[ymin, ymax]$ coordenadas de fila de imagen basándose en el tamaño de la silueta del cuerpo y se lleva a cabo una búsqueda para el rango $[x_left, x_right]$ más pequeño. Para mejores resultados, la mano del sujeto debería estar alejada del cuerpo, ya sea alzada (por ejemplo, como la posición del usuario mostrada en la Figura 8C) o a 45 grados, para evitar interferencia en la medición. Para personas más obesas, la localización de la cintura puede no ser evidente a partir de la función de anchura del cuerpo. Por lo tanto, puede usarse otro método para detección de la cintura vertical para detectar los puntos característicos visuales dentro de la silueta del usuario tal como el ombligo del usuario (como se ilustra esquemáticamente en la Figura 8B). Cuando ninguno de los indicios visuales para localización de la cintura es lo suficiente estable, el sistema calcula la localización de la cintura a partir de datos antropométricos que proporcionan, por ejemplo, la altura de la cintura promedio como una fracción de la altura del usuario.

40 Además de detectar localizaciones anatómicas 'naturales' (por ejemplo cintura, pecho, etc.) las dimensiones del usuario se extraen en localizaciones del cuerpo nominales, según se solicita para hacer coincidir las dimensiones del usuario a dimensiones de prendas de vestir específicas. Por ejemplo: para una cierta prenda de vestir se define la línea de la cintura para que esté a 45 cm del hombro - localizaremos el mismo punto a lo largo del cuerpo y mediremos la circunferencia en ese mismo punto.

45 Debido a la amplia variación en la apariencia de las partes del cuerpo humano, de acuerdo con una realización se recopila una colección de imágenes de esas partes del cuerpo, se seleccionan características de imagen apropiadas (tales como las características similares a Haar o similares características de imagen digitales usadas en reconocimiento de objetos), y se entrena una cascada de clasificadores sencillos usando el algoritmo AdaBoost conocido o la implementación de algoritmos de aprendizaje de máquina similares. Estas etapas pueden realizarse fuera de línea. Durante la operación de sistema, se estima la región del ombligo a partir del tamaño de imagen global y se aplica la cascada de clasificadores, explorando la región a diferentes escalas para la detección de característica.

55 La Figura 8C demuestra otra realización para localización vertical de la cintura, de acuerdo con la que se detectan la altura del hombro y la altura de la entrepierna, basándose en análisis de silueta y la localización vertical de la cintura se define proporcionalmente entre estos dos valores. La altura del hombro y la altura de la entrepierna se indican por líneas discontinuas 801 y 802 respectivamente y la localización de la cintura definida se indica por la línea 803.

60 La búsqueda de imagen para líneas de altura de torso específicas como la línea de la cintura, la línea de las caderas y la línea del pecho se restringe adicionalmente usando información antropométrica. Por ejemplo, el punto de la cintura femenina para el 99 % de todas las mujeres radica entre 0,578 y 0,652 de la altura de las mujeres. Por lo tanto, conociendo el género y altura del sujeto como se ha introducido (por ejemplo, durante un proceso de registro de un usuario para el sistema), junto con los parámetros de la cámara nos permite calcular la imagen vertical que abarca el área de la cintura y llevar a cabo uno o más de los procesos de detección de la cintura anteriormente descritos, únicamente en ese espacio de imagen vertical. Similares datos antropométricos facilitan la búsqueda de otras claves-puntos del cuerpo tales como los hombros, cuello, muñeca de la mano, etc.

65

Las Figuras 9A-9D ilustran esquemáticamente el principio de convertir puntos terminales de una silueta del cuerpo 900 a un sector angular delimitador. Supondremos un modelo de proyección ortográfica (o paralelo) para la cámara que puede justificarse para partes del cuerpo a aproximadamente la altura de la cámara o una cámara distante (con respecto a dimensiones de cuerpo). Para otros casos, pueden obtenerse experimentalmente factores de corrección por ángulo de elevación de la parte del cuerpo específica, con respecto al eje óptico de la cámara y usarse para corregir las medidas de talla derivadas/puntos de contorno en 3D derivados.

Otros factores de corrección se refieren a definición de ciertas medidas de la talla del cuerpo. Por ejemplo, la circunferencia del cuello se define a lo largo de un corte diagonal de la forma en 3D del cuerpo y se aplica un factor de corrección específico para esa medida.

Suponiendo una cámara calibrada, cada punto de imagen puede retro-proyectarse desde el punto focal de la cámara (como se indica por el número 906 en la Figura 9B), para describir un rayo en el espacio. Los puntos terminales izquierdo y derecho (como se indica por los números 901 y 902, respectivamente, en las Figuras 9B-9D) definen un sector angular, bajo el que radica la suposición/aproximación ortográfica en un plano paralelo al suelo. La sección transversal del cuerpo de la silueta 900 en una altura específica (tal como la cintura, caderas, etc.) está delimitada por dicho sector angular, como se indica por los números 903. Ejemplos para otras alturas específicas se indican por los números 904 y 905.

La calibración de la cámara es conocida en la técnica anterior. Los datos de campo de visión de cámara y distorsión de lente pueden estar disponibles a partir del fabricante. Por ejemplo, cuando se usa un teléfono inteligente tal como un iPhone 4S de Apple Inc., la aplicación de medición del cuerpo instalada de acuerdo con la presente invención puede consultar al dispositivo, con una Interfaz de Programación de Aplicación (API) conocida, los parámetros de la cámara.

Como alternativa, pueden obtenerse parámetros de cámara intrínsecos (campo de visión, distorsión, centro óptico) y extrínsecos (localización y orientación) con un patrón/objeto de calibración. También están disponibles paquetes de software de calibración como código abierto.

De manera ideal, el eje óptico de la cámara debería ser paralelo a la superficie del suelo. Cuando este no es el caso, puede detectarse y estimarse la inclinación a partir de información visual tal como la localización de la intersección suelo-pared, o medirse a partir de dispositivos en el dispositivo. Una vez que la información de inclinación está disponible se incorpora en las ecuaciones de medición para compensar tal inclinación.

Por supuesto, una restricción única (según se obtiene a partir de una única imagen en 2D del cuerpo) nos cuenta muy poco acerca de la talla del cuerpo real, puesto que la sección transversal del cuerpo real en dicho nivel de cintura podría ser una de las formas mostradas en la Figura 9B tales como la forma 902, 903, 904 u otra forma. Obsérvese que otra vista (como una vista lateral) reduce incertidumbre y permite resolver la circunferencia del cuerpo suponiendo una sección transversal elíptica. Sin embargo, con cuerpos humanos reales una aproximación de este tipo no es suficiente precisa para proporcionar la recomendación o visualización de talla apropiadas.

Las Figuras 10A y 10B muestran cómo obtener una forma de sección transversal precisa (y circunferencia) a partir de una secuencia de imágenes de un usuario que gira libremente. La figura representa 3 poses como se designa por contornos elípticos que se indican por los números 911, 912 y 913. El contorno elíptico 911 representa un área delimitante derivada a partir de la primera pose de referencia. A medida que el usuario gira (en el sentido contrario al de las agujas del reloj), su punto terminal de la silueta cambia y se generan sectores angulares adicionales, tales como los contornos elípticos 912 y 913 (línea discontinua), para la sección transversal girada.

De manera evidente para generar la forma de sección transversal, el sistema debe transformar todos los sectores angulares al mismo fotograma de referencia, elegido de manera arbitraria como la primera posición u otra. La transformación euclídea se define por la traslación y rotación del cuerpo humano, con respecto a la posición de referencia. Estos parámetros de movimiento se obtienen para el módulo de análisis de comportamiento de usuario descrito en el presente documento anteriormente con respecto a la Figura 3.

De vuelta a la Figura 10A, después de la transformación euclídea, las 3 restricciones en la forma de sección transversal del cuerpo se designan por los sectores angulares 921, 922 y 923 (como se indica por las líneas continuas). El sistema ahora tiene más conocimiento acerca de dicha forma ya que radica en el área común de los 3 sectores.

Con múltiples imágenes (por ejemplo, durante una rotación de 5 segundos que el sistema puede obtener por encima de 100 imágenes), el sistema repite el proceso de cálculo de los sectores angulares delimitantes en el sistema de coordenadas de referencia, aplicando la respectiva transformación euclidiana a cada sector e intersecando con la forma delimitante acumulativa. A medida que se añaden más y más vistas del cuerpo, la intersección booleana de los sectores encierra la forma más y más apretada, hasta que se obtiene la sección transversal convexa. La intersección booleana puede calcularse usando la técnica conocida de intersección poligonal. Este enfoque de "objeto-espacio" como se conoce en gráficos informáticos tiene la ventaja de calcular la forma a precisión arbitraria.

Como alternativa, un enfoque “basado en imagen” de acuerdo con la presente invención representa los sectores angulares uno a uno en un mapa de bits de alta resolución que abarca inicialmente el área de medición completa (como se indica por el rectángulo 930) y aplicando de manera recursiva intersección booleana con el mapa de bits anterior como se muestra en la serie de imágenes en blanco y negro ejemplares en la Figura 10B.

La Figura 11 describe, en forma de un diagrama de flujo, la construcción de métricas de talla en 3D y datos de forma a partir del almacén de datos de modelo de forma en 2D (etapa 1100). Para cada imagen en 2D analizada por el 2DSA 140 (Figura 1), se recuperan coordenadas de puntos terminales de silueta (etapa 1105) con posición de usuario y ángulo de rotación (etapa 1115). Los últimos se usan para calcular la matriz de transformación euclídea en 2D (etapa 1120). La etapa 1110 crea un sector angular delimitador en coordenadas de cámara, que se desplazan y giran (por la etapa 1130) usando dicha matriz, al sistema de coordenadas de referencia. La etapa 1140 representa el interior del sector angular, usando técnicas de rellenado de polígonos convexos como se conoce en la técnica anterior. La solución de representación (por ejemplo 5 píxeles/cm) debe ser lo suficientemente perfeccionada para evitar errores de digitalización. La etapa 1150 realiza la intersección booleana del sector angular nuevamente representado con el mapa de bits de cobertura de forma según se ha acumulado hasta ahora.

Cuando se ha procesado la secuencia de rotación completa como se ha descrito anteriormente, la forma de la sección transversal está disponible y puede atravesarse su contorno, por la etapa 1160. El contorno puede representarse por una serie de puntos de contorno (etapa 1170) que pueden convertirse en una nube de puntos en 3D, cuando se acumulan con la sección transversal de la figura en múltiples alturas. Como alternativa se calcula la longitud de contorno por la etapa 1180 y sirve como un valor de circunferencia para la cintura. El modelo de forma en 3D obtenido puede almacenarse en una base de datos (etapa 1190).

La Figura 12 representa medidas de talla del cuerpo según se requieren normalmente por la industria de las prendas de vestir. Pueden calcularse varias medidas clave a partir de una única rotación de usuario en posición de brazos alzados (también denominado “Cactus”): busto/pecho, cintura y caderas.

Otras medidas de talla del cuerpo requieren que el usuario asuma una postura diferente. Por ejemplo, con las manos del usuario a los lados de su cuerpo, es posible obtener las medidas de circunferencia del contorno del brazo y de cuello.

Las tallas del cuerpo adicionales son lineales en su naturaleza. Estos incluyen el largo de pierna, brazo y altura. Usando calibración, tales medidas se extraen desde un único fotograma, que se basa en el analizador de comportamiento de usuario 130 (Figura 1) para seleccionar una imagen completamente frontal/trasera para esa medición. Medir las piernas es importante para vaqueros u otras prendas de vestir que se ajustan de manera ceñida. Como las piernas sufren de ocultación mutua durante una rotación de cuerpo completa, una modificación al método de la presente invención crearía la forma de la rodilla o tobillo a partir de los fotogramas sin ocultación. Puesto que la sección transversal de la pierna en la rodilla/ángulo es casi circular, la visibilidad del contorno de la pierna individual para 120° o el movimiento rotacional es suficiente para estimación precisa de la circunferencia de las piernas.

Las Figuras 13A-13C ilustran esquemáticamente la construcción de representaciones de modelo en 3D a partir de datos en 3D generados de acuerdo con una realización de la presente invención. Repetir el proceso descrito con respecto a la Figura 11 para una serie de series de puntos, obtenidos a partir de intersectar los contornos de silueta de una secuencia de fotogramas de imagen, a una secuencia de valores de elevación, genera una nube de puntos (Figura 13A). Una nube de puntos de este tipo puede convertirse al formato de escáneres de cuerpo en 3D completos. Adicionalmente, la técnica anterior así como varios productos de software comercialmente disponibles, muestran cómo convertir la nube de puntos a una serie de polígonos (véase la malla de triángulos ilustrada en la Figura 13B) que sirve como un modelo superficial (véase la Figura 13C), que puede ser mejor adecuado para aplicaciones de probador virtual y para simulación de ropa virtual.

La Figura 14 describe un Motor de Recomendación de Prenda de Vestir (GRE) 175 de acuerdo con una realización de la presente invención. El GRE 175 compara mediciones del cuerpo del usuario (por ejemplo circunferencias y longitudes) a aquellas de una prenda de vestir seleccionada y suministra recomendación con respecto al mejor ajuste de talla.

El GRE 175 recibe las mediciones del usuario a partir de la base de datos de medidas de talla del cuerpo del usuario (por ejemplo, tal como la base de datos de forma y apariencia del usuario 170) y mediciones de prendas de vestir a partir de la base de datos de prendas de vestir 180. La inserción de datos de prendas de vestir a la base de datos 180 puede hacerse manual o automáticamente por un módulo de detección de prenda de vestir. El GRE 175 puede recibir adicionalmente historial de compras del usuario como se indica por el número 174. Cada tipo de prenda de vestir (por ejemplo camiseta, pantalones, vestido, etc.) requiere comparar un conjunto diferente de circunferencias y longitudes, el número de mediciones puede variar también por comerciante. La talla real de cada prenda de vestir se comparará frente a las dimensiones del cliente - depende también de parámetros tales como elasticidad, facilidad de uso y tolerancia. Un flujo de cálculo de talla ejemplar se muestra en la Figura 15 de acuerdo con una realización de la presente invención.

Después de que se hayan calculado y comparado las mediciones de la prenda de vestir a las mediciones del cuerpo del cliente, se emite una recomendación de talla, como se describe, por ejemplo, en la Figura 16 acompañada por una ilustración del ajuste del cuerpo presentada por un mapa de calor como se indica por el número 620 en la Figura 17.

5 Haciendo referencia ahora a la Figura 16, para el fin de ilustración únicamente, el proceso de emisión de una recomendación de talla puede implicar las siguientes etapas:

10 En primer lugar, el GRE 175 comprueba las mediciones del cuerpo (por ejemplo, comprobando un conjunto de circunferencias y longitudes de caderas, cintura y pecho del usuario como se indica por los números 601-606). En este ejemplo, las tallas de circunferencias halladas son la talla de pecho = 38, talla de cintura = 38 y talla de caderas = 40.

15 En la siguiente etapa (607), el GRE 175 comprueba si todas las mediciones del cuerpo están dentro del rango de la talla de la prenda de vestir (ni mayor ni menor). En caso afirmativo, a continuación en la siguiente etapa (608), comprueba si la diferencia entre las tallas de las mediciones del cuerpo no es mayor de dos tallas. En caso afirmativo, a continuación en la siguiente etapa (609), comprueba si el punto de pecho del cuerpo está dentro de un rango de +/- 3 cm en el eje vertical del punto de pecho del patrón. Hasta este punto, si la repuesta a una cualquiera de las comprobaciones de las etapas 607-609 es negativa, entonces no se obtiene recomendación (etapa 611). Si en la etapa 609 la respuesta es afirmativa, entonces en la siguiente etapa (610), el GRE 175 comprueba si la diferencia entre las tallas de las mediciones del cuerpo no es mayor que una talla. En caso afirmativo, (etapa 613), se proporciona una recomendación para un ajuste perfecto (por ejemplo, talla 40 - talla más grande), y el sistema visualiza la prenda de vestir en el diagrama del cuerpo del usuario (por ejemplo, un avatar que imita la apariencia del usuario). En caso negativo, (etapa 612), se proporciona una recomendación para el ajuste más grande (por ejemplo, talla 40), pero no necesariamente una recomendación para un ajuste perfecto como en la etapa 613. Para la etapa 20 25 612, el sistema también visualiza la prenda de vestir en el diagrama del cuerpo del usuario (por ejemplo, un avatar que imita la apariencia del usuario).

30 Es importante mencionar que las etapas anteriores para emitir una recomendación de talla pueden hacer únicamente referencia a una parte parcial de una lógica muy extensa que puede incluir otras reglas o adicionales. Por ejemplo, la diferencia de hueco de dos tallas, descrita en la sección anterior (véase la etapa 608), es solamente una regla ejemplar de un gran conjunto de reglas que pueden utilizarse para mejorar la eficacia del proceso de recomendación de talla.

35 De acuerdo con una realización de la invención, el sistema puede configurarse para crear un avatar a partir de datos de forma en 2D del usuario explorados y/o a partir de datos de forma en 3D calculados y opcionalmente características de usuario distintas de forma (tales como tono de la piel, color de ojos, color de pelo). Como se ha mencionado anteriormente en el presente documento, el avatar se usa para visualización del usuario durante el proceso de exploración (la idea es presentar una figura que siga el comportamiento de usuario - para potenciar la experiencia y crear opcionalmente una sensación de privacidad no mostrando la imagen real capturada por la cámara). 40

45 El avatar puede usarse adicionalmente para visualización de una prenda de vestir seleccionada para el usuario. Dicha visualización puede ser estática o dinámica animando el avatar con uno de movimientos predefinidos/generados aleatoriamente durante la exploración o para potenciar la visualización de la prenda de vestir durante la etapa de la compra de prenda de vestir.

50 El proceso de medición del cuerpo de acuerdo con la presente invención puede usarse en diversos dominios fuera de la industria del comercio de moda. Un dominio de este tipo es la salud. La obesidad se está convirtiendo en un riesgo para la salud significativo y por lo tanto es obligatorio proporcionar medios para monitorizar la obesidad. Un índice de masa corporal (BMI) es una métrica sencilla que se usa ampliamente para medir la obesidad. Sin embargo, el BMI no refleja la distribución de grasa.

55 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el proceso de medición del cuerpo puede adaptarse para aplicaciones médicas - explorar el usuario y analizar los datos de forma en 3D para producir ciertos parámetros/métricas relacionados con la salud tales como obesidad, distribución de grasa. En una realización, la exploración se lleva a cabo de manera repetitiva (mensualmente) y los datos de forma en 3D del usuario se comparan con una exploración de referencia o con una o más exploraciones anteriores. El proceso de comparación genera indicaciones de cambios significativos de ciertos parámetros de forma.

60 Como se apreciará por los expertos en la materia la disposición descrita en las figuras da como resultado un sistema que puede capturar una secuencia de imágenes en 2D de un sujeto humano en movimiento con una cámara en 2D estática sencilla, extraer descriptores relacionados con la forma o talla en 2D desde múltiples de tales imágenes en 2D e integrar dichos descriptores en medidas y/o elementos de talla en 3D de la forma en 3D.

65 De acuerdo con una realización de la presente invención, para obtener propiedades precisas de la prenda de vestir, tales como la longitud y anchura de la prenda de vestir en varias regiones (por ejemplo, región del cuello, región del

ombligo, mangas, etc.), debería considerarse el ángulo de la cámara con respecto a un plano de referencia en el que está localizada la prenda de vestir. Esto se requiere para eliminar cualquier distorsión que pueda tener lugar debido a la posición no paralela (o ángulo de captura no óptimo) entre la lente de la cámara y el plano en el que está localizada la prenda de vestir.

5 Las realizaciones de la invención según se describieron en el presente documento anteriormente pueden implementarse como un proceso (método) informático, un sistema informático, o como un artículo de fabricación, tal como un producto de programa informático o medio legible por ordenador. El producto de programa informático puede ser un medio de almacenamiento informático legible por un sistema informático y que codifica un programa informático de instrucciones para ejecutar un proceso informático.

10 Además, con respecto a los procesos de ejemplo según se han descrito, no necesitan alcanzarse todos los estados/etapas de proceso, ni tienen que realizarse los estados/etapas en el orden ilustrado. Además, ciertos estados de proceso que se ilustran como que se realizan en serie pueden realizarse en paralelo.

15 De manera similar, aunque ciertos ejemplos pueden hacer referencia a un sistema de ordenador personal (PC) o dispositivo de datos, pueden usarse otros sistemas informáticos o electrónicos también, tales como, sin limitación, una tableta, un asistente digital personal (PDA) habilitado para red, un teléfono inteligente y así sucesivamente.

20 Las expresiones, "por ejemplo", "p. ej.", "opcionalmente", como se usan en el presente documento, se pretende que se usen para introducir ejemplos no limitantes. Aunque se realizan ciertas referencias a ciertos componentes o servicios de sistema de ejemplo, pueden usarse otros componentes y servicios también y/o los componentes de ejemplo pueden combinarse en menos componentes y/o dividirse en componentes adicionales. Además, la terminología de ejemplo como se representa y describe en el presente documento, se pretende que sea ilustrativa y

25 ejemplar, y que no limite de ninguna manera el alcance de la invención según se reivindica.

30 Toda la descripción anterior y ejemplos se han presentado para el fin de ilustración y no se pretende que limiten la invención de ninguna manera. Pueden emplearse muchos mecanismos diferentes, métodos de análisis, elementos electrónicos y lógicos, todos sin superar el alcance de la invención, definiéndose este alcance por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para derivar mediciones de talla de cuerpo precisas de un usuario a partir de una secuencia de imágenes en 2D, que comprende las etapas de:
- 5 a. guiar al usuario para maniobrar en un área designada a través de todo un proceso de exploración proporcionando instrucciones para el usuario antes y durante dicho proceso de exploración usando un módulo de realimentación y guiado de usuario (UFGM);
 - b. explorar el cuerpo de dicho usuario obteniendo una secuencia de imágenes en 2D sin procesar de dicho usuario según se capturan por una cámara durante dicho proceso de exploración;
 - 10 c. analizar el comportamiento de dicho usuario rastreando la posición, pose/rotación y postura de dicho usuario antes y durante el proceso de exploración que incluye la distancia del usuario desde la cámara, usando un analizador de comportamiento de usuario (UBA);
 - d. extraer y codificar descriptores de datos de forma en 2D a partir de dicha secuencia de imágenes usando un analizador de forma en 2D (2DSA); e
 - 15 e. integrar dichos descriptores de forma en 2D así como los datos de posición, pose y rotación del usuario, en un modelo de forma en 3D, en el que dicha integración incluye asignar valores de rotación a dicha secuencia de imágenes, en el que dichos valores son cualquiera de valores absolutos con respecto a una posición frontal completa o relativos, con respecto a una imagen de referencia en dicha secuencia;
 - 20 en el que la distancia del usuario desde la cámara se determina por la etapa c., a partir de imágenes en 2D usando la altura del usuario según se proporciona manualmente al sistema mediante un dispositivo de entrada y la altura del sujeto en la imagen.
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el UFGM incluye múltiples algoritmo o algoritmos de análisis de contenido de escena y de comportamiento de usuario para detectar problemas comunes en la escena y configuración de cámara y comportamiento de usuario y/o para verificar que el usuario está siguiendo las instrucciones proporcionadas por el UFGM.
- 25 3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la distancia se determina posteriormente rastreando al menos un punto clave del cuerpo que incluye: la parte superior de la cabeza, la parte inferior de los pies.
- 30 4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que asignar valores de rotación a dicha secuencia de imágenes incluye al menos uno de: rastrear las manos de dicho usuario desde una posición frontal, rastrear la secuencia de anchura de evolución de las imágenes de la silueta del usuario y estimar los ángulos de rotación intermedios usando la técnica de interpolación, o rastrear características visuales y detalles dentro de la silueta del cuerpo.
- 35 5. Un sistema para derivar mediciones de talla de cuerpo precisas de un usuario a partir de una secuencia de imágenes en 2D, que comprende:
- 40 a. un módulo de realimentación y guiado de usuario (UFGM) para guiar al usuario para maniobrar en un área designada a través de todo un proceso de exploración proporcionando instrucciones al usuario antes y durante dicho proceso de exploración;
 - b. una cámara para explorar el cuerpo de dicho usuario capturando una secuencia de imágenes en 2D sin procesar de dicho usuario durante dicho proceso de exploración;
 - 45 c. un analizador de comportamiento de usuario (UBA) para analizar el comportamiento de dicho usuario rastreando la posición, pose/rotación, la distancia del usuario desde la cámara, y postura de dicho usuario antes y durante la exploración del cuerpo;
 - d. un analizador de forma en 2D (2DSA) para extraer y codificar descriptores de datos de forma en 2D a partir de dicha secuencia de imágenes; y
 - 50 e. una unidad de procesamiento programada para integrar dichos descriptores de forma en 2D así como los datos de posición, pose y rotación del usuario en un modelo de forma en 3D, en el que dicha integración incluye asignar valores de rotación a dicha secuencia de imágenes, en el que dichos valores son cualquiera de valores absolutos con respecto a una posición frontal completa o relativos, con respecto a una imagen de referencia en dicha secuencia,
 - 55 en el que la distancia del usuario desde la cámara se determina por el UBA a partir de imágenes en 2D usando la altura del usuario según se proporciona manualmente al sistema mediante un dispositivo de entrada y la altura del sujeto en la imagen.
6. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el UFGM incluye múltiples algoritmo o algoritmos de análisis de contenido de escena y comportamiento de usuario para detectar problemas comunes en configuración de escena y de cámara y comportamiento de usuario y/o para verificar que el usuario está siguiendo las instrucciones proporcionadas por el UFGM.
- 60

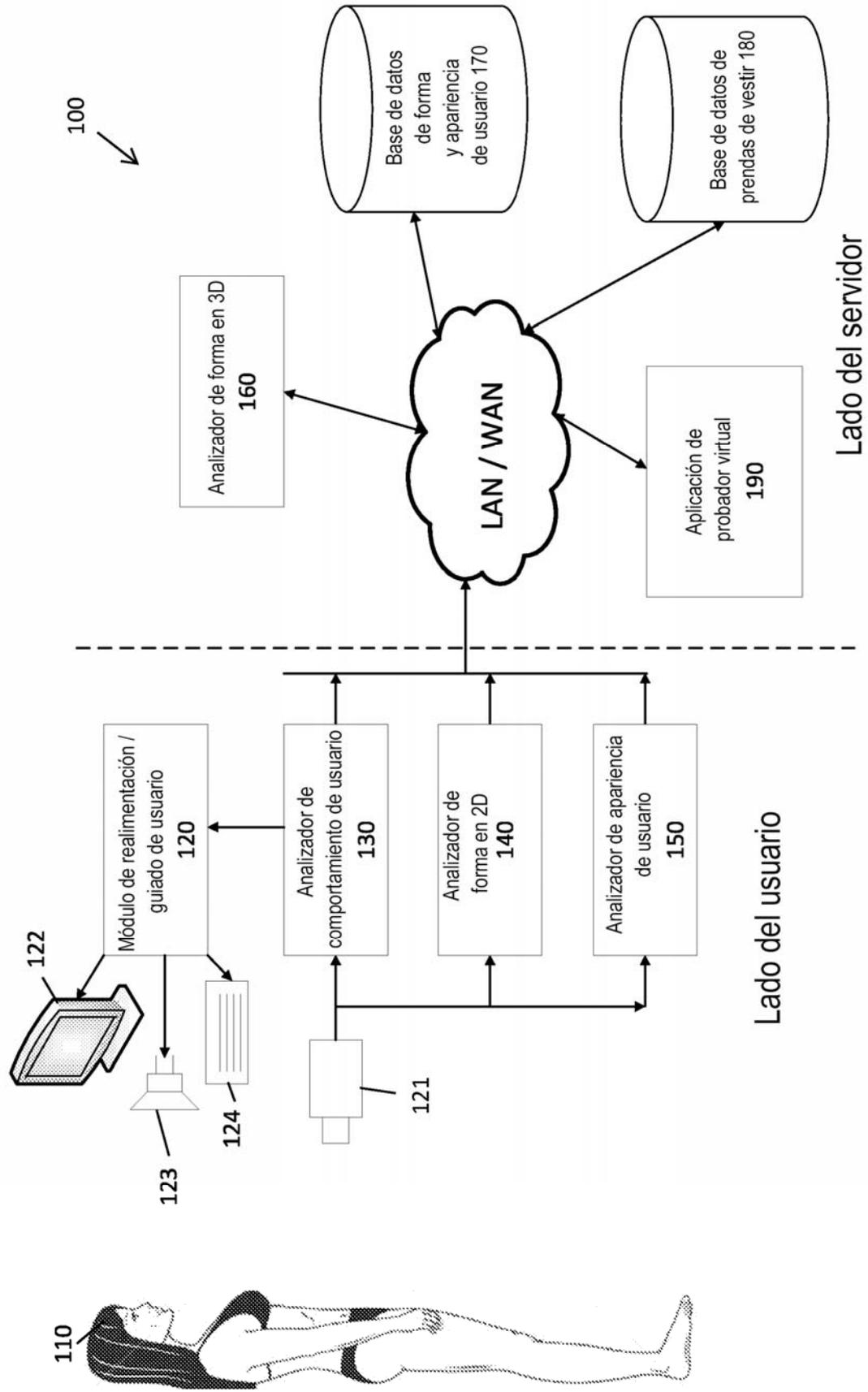


Fig. 1

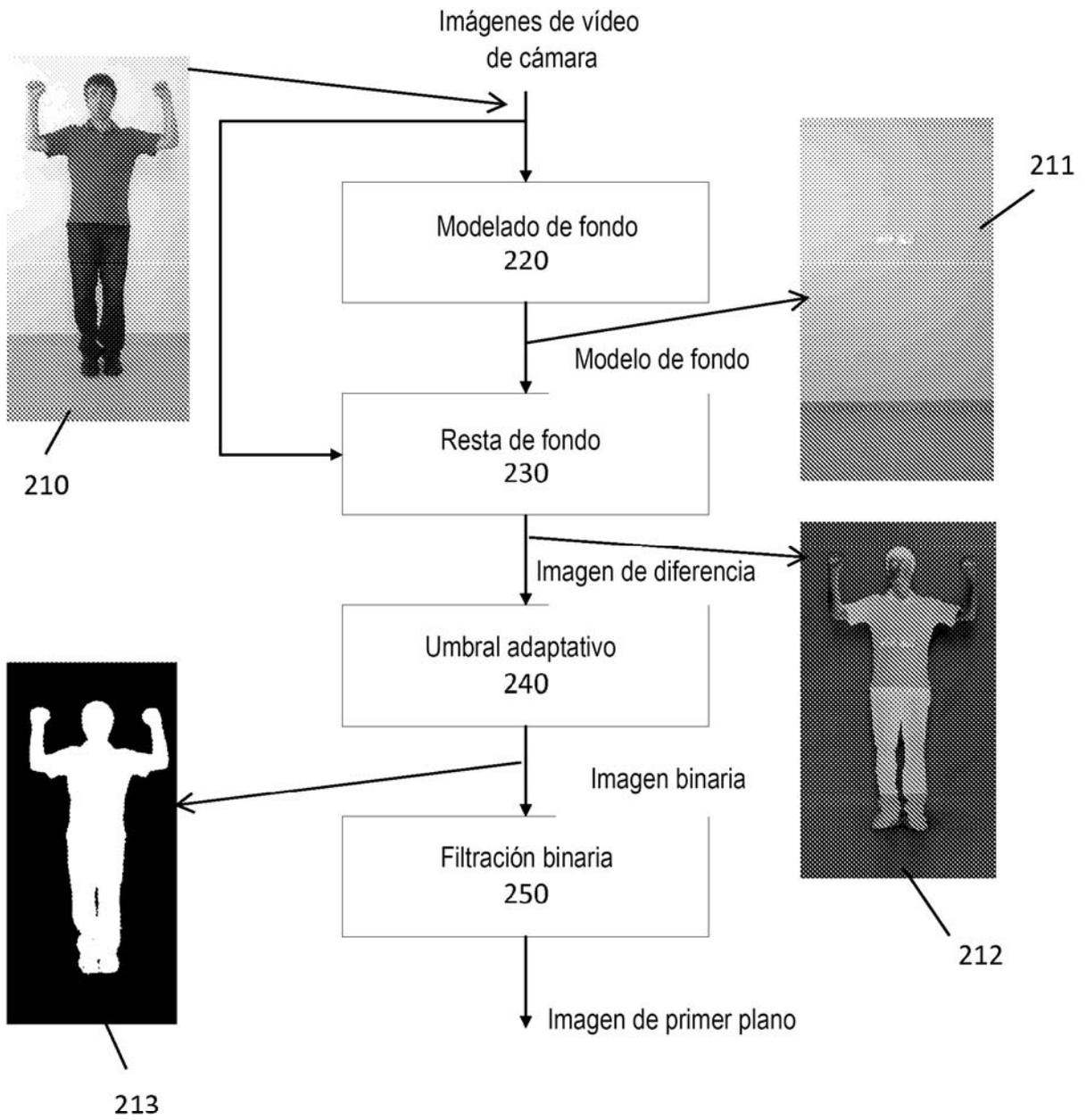


Fig. 2

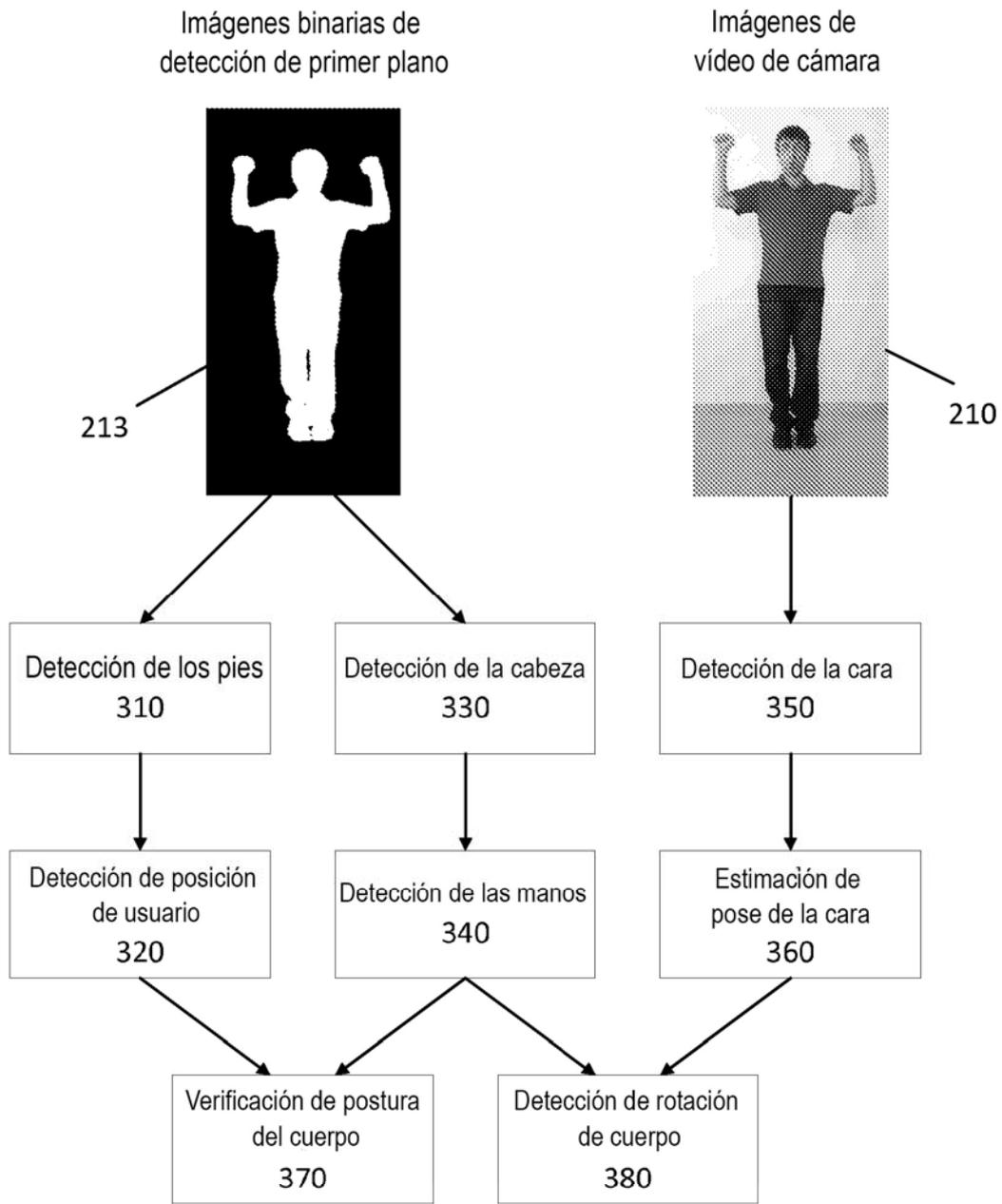


Fig. 3

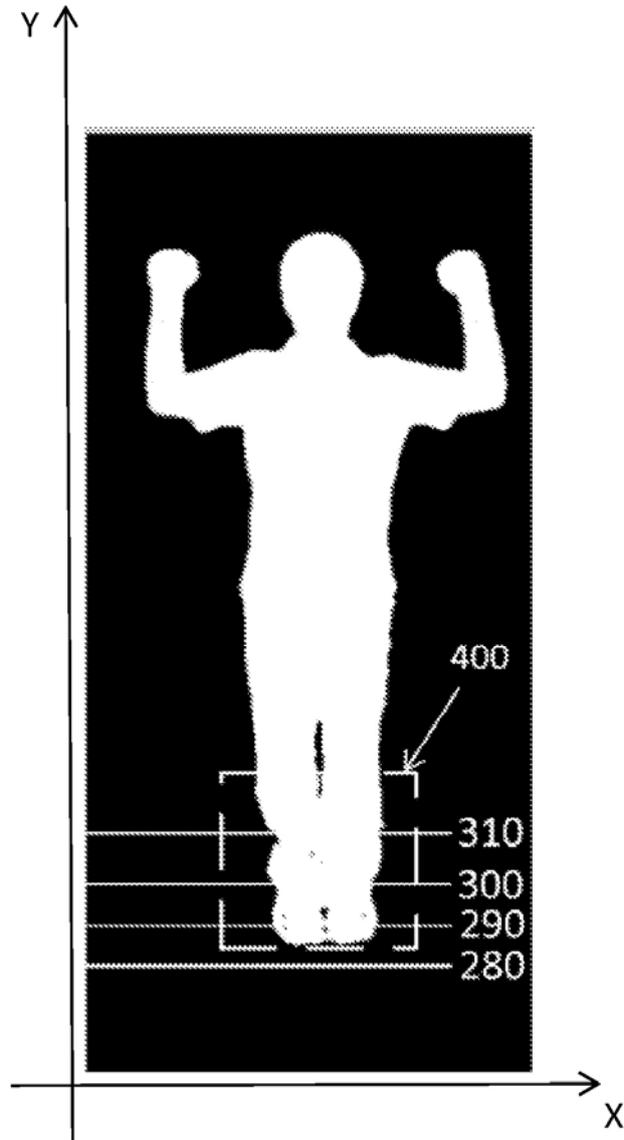


Fig. 4

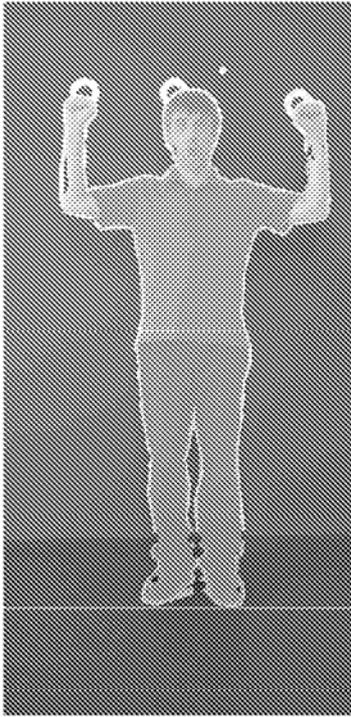


Fig. 5A



Fig. 5B

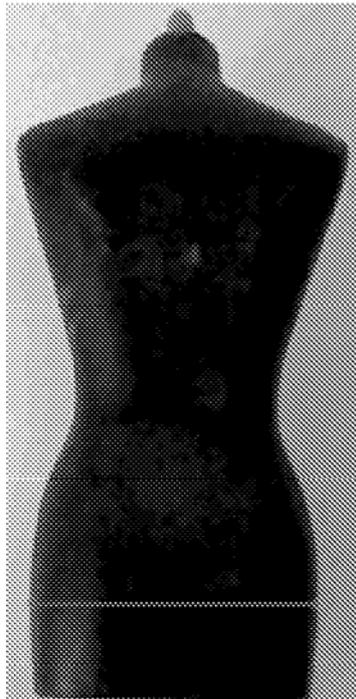


Fig. 6A



Fig. 6B

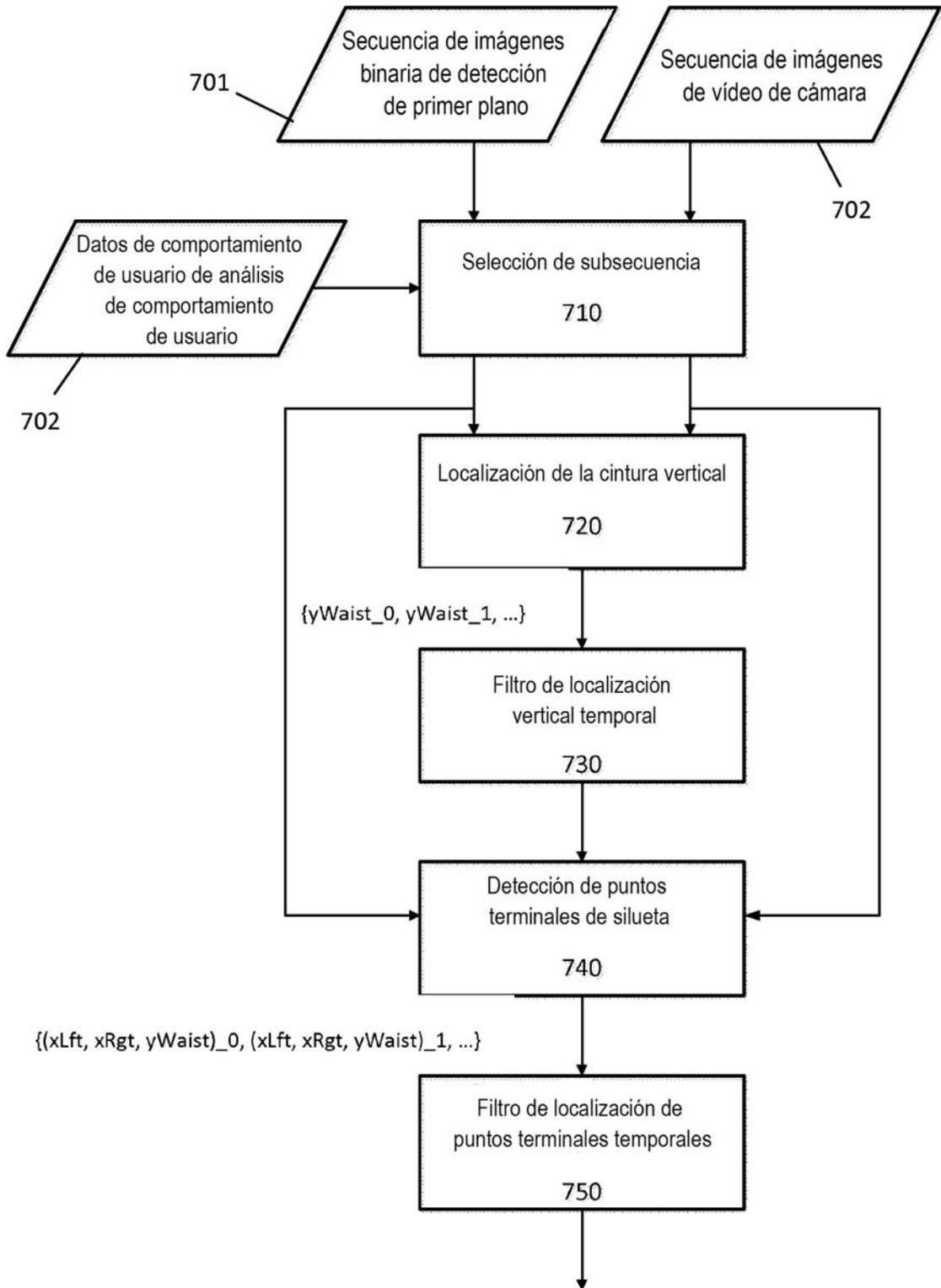


Fig. 7

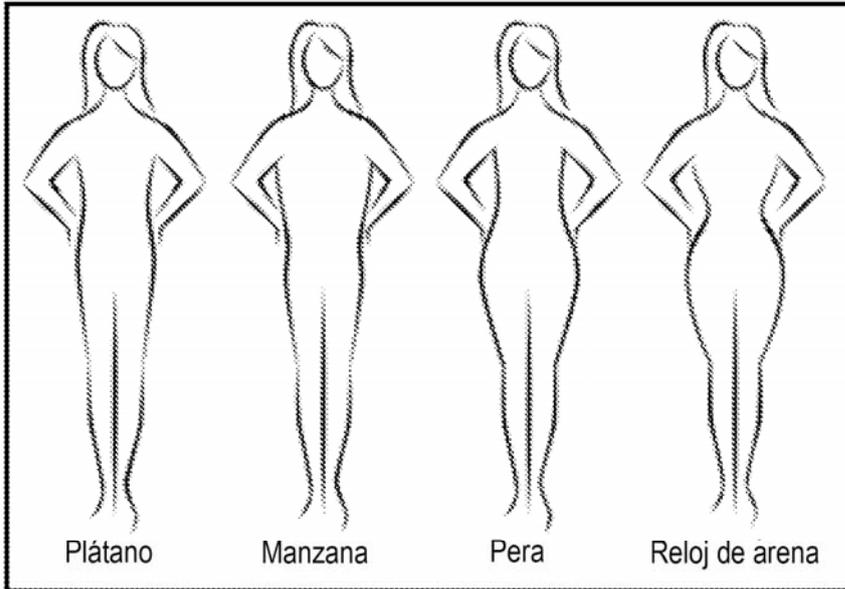


Fig. 8A

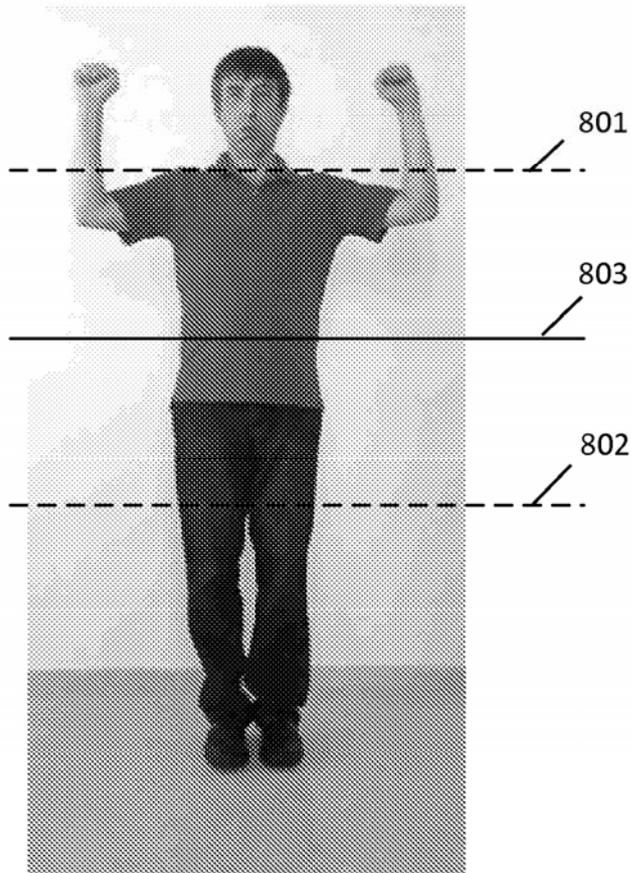


Fig. 8C

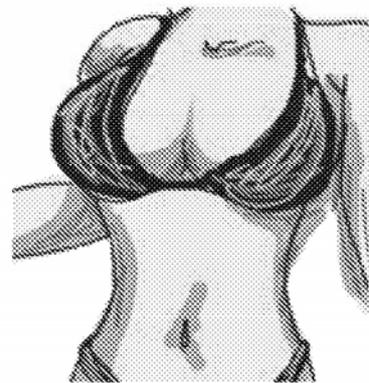


Fig. 8B

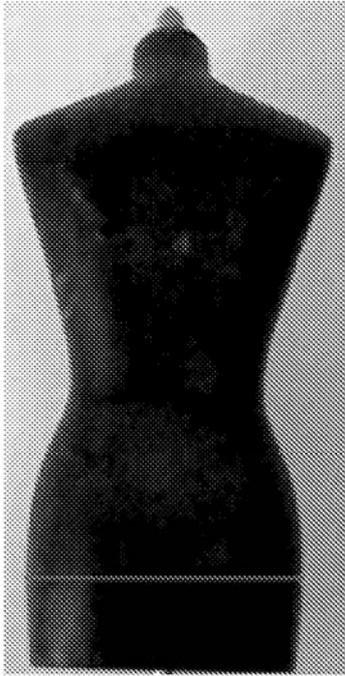


Fig. 9A

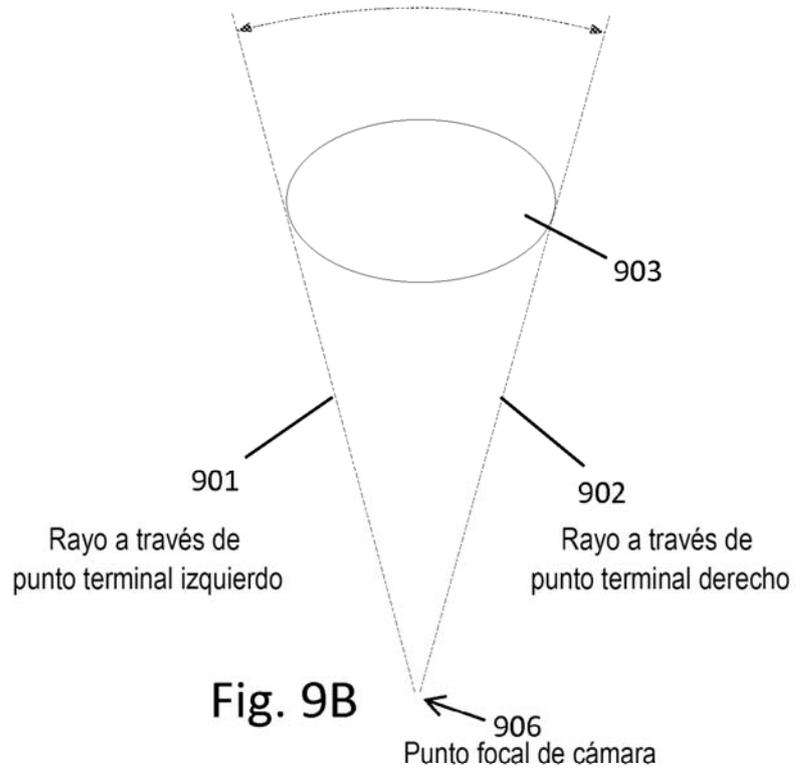


Fig. 9B

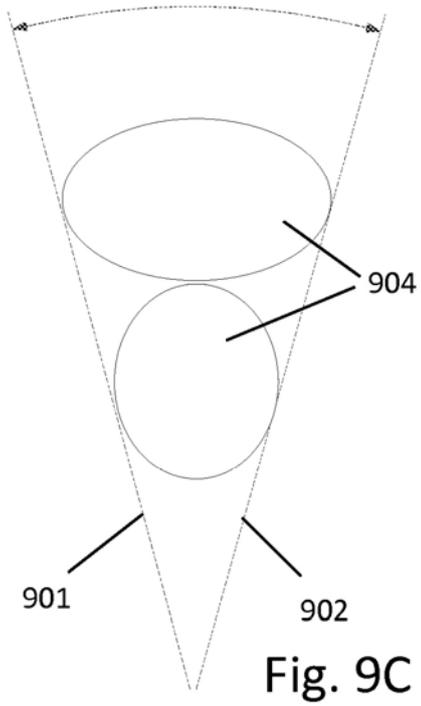


Fig. 9C

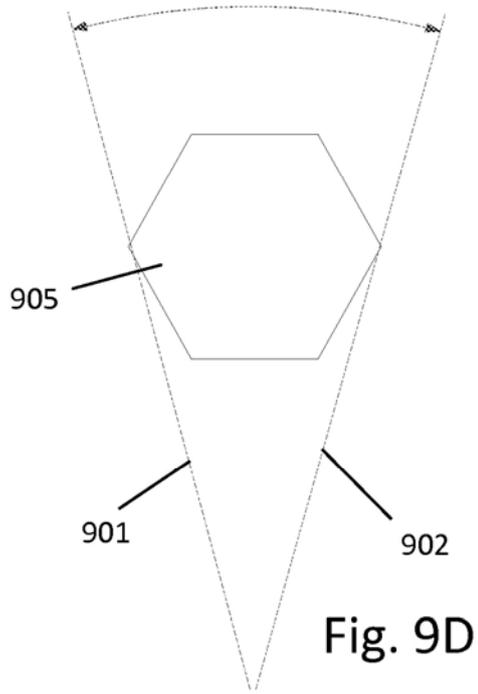
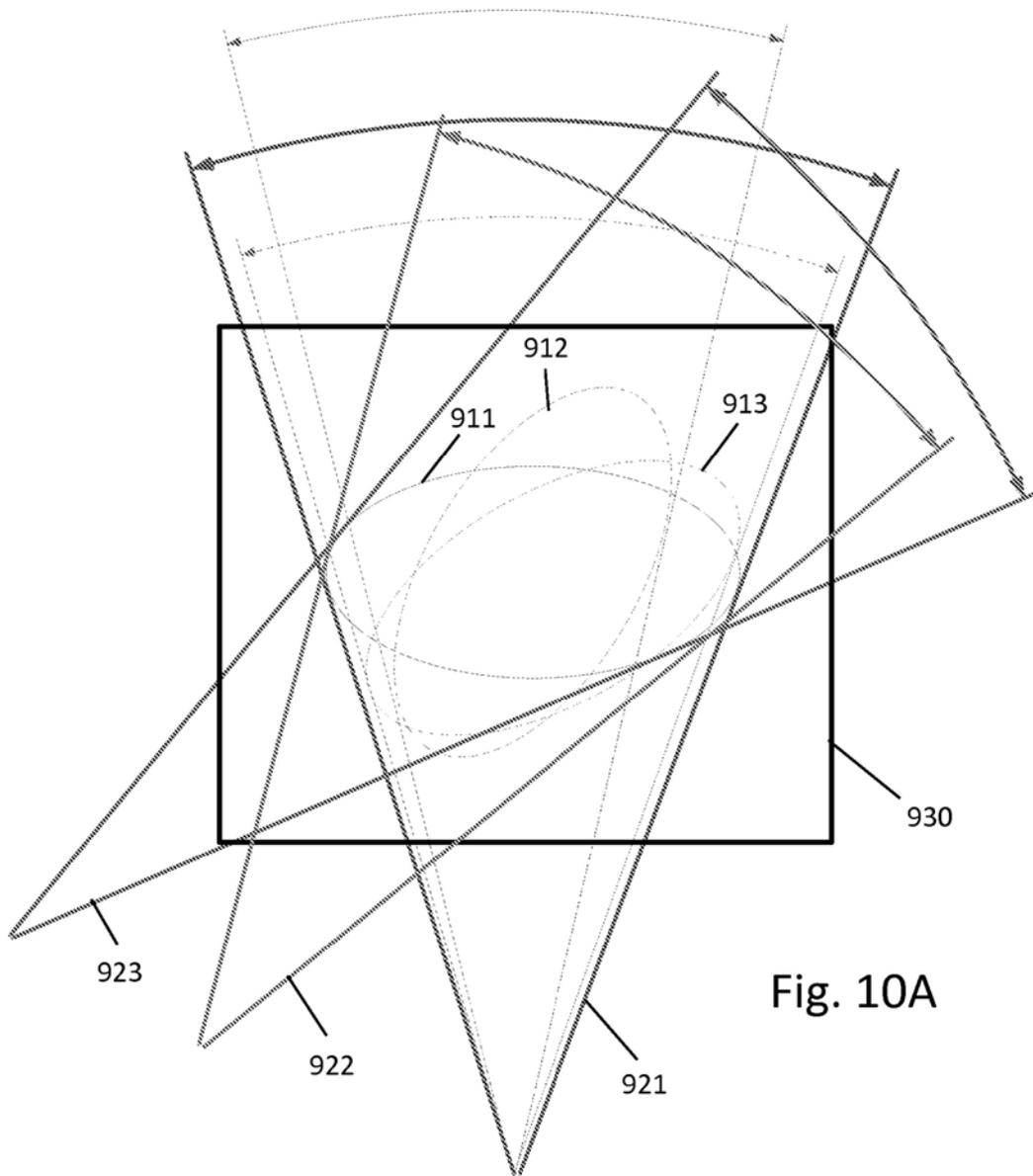


Fig. 9D



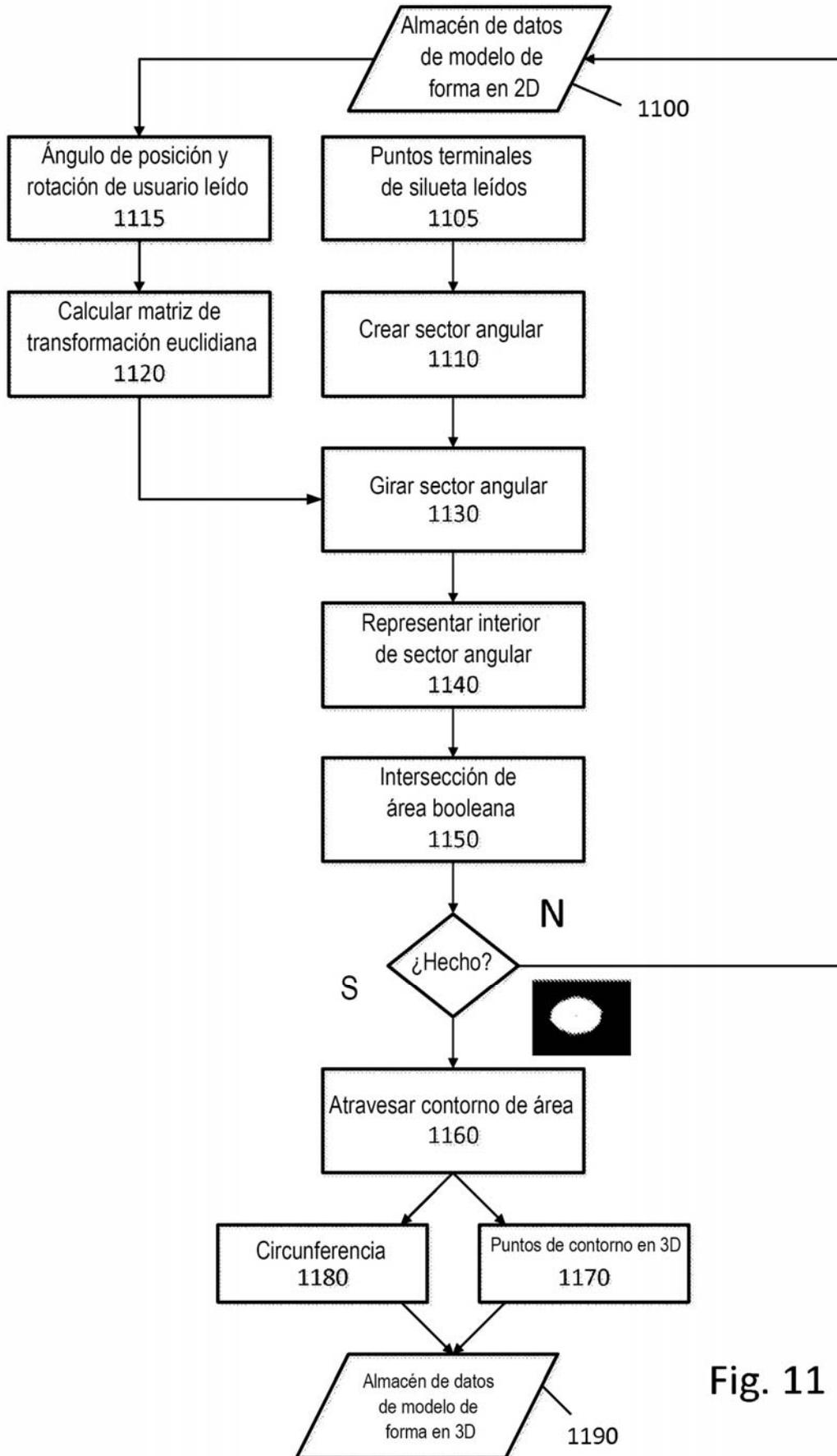


Fig. 11

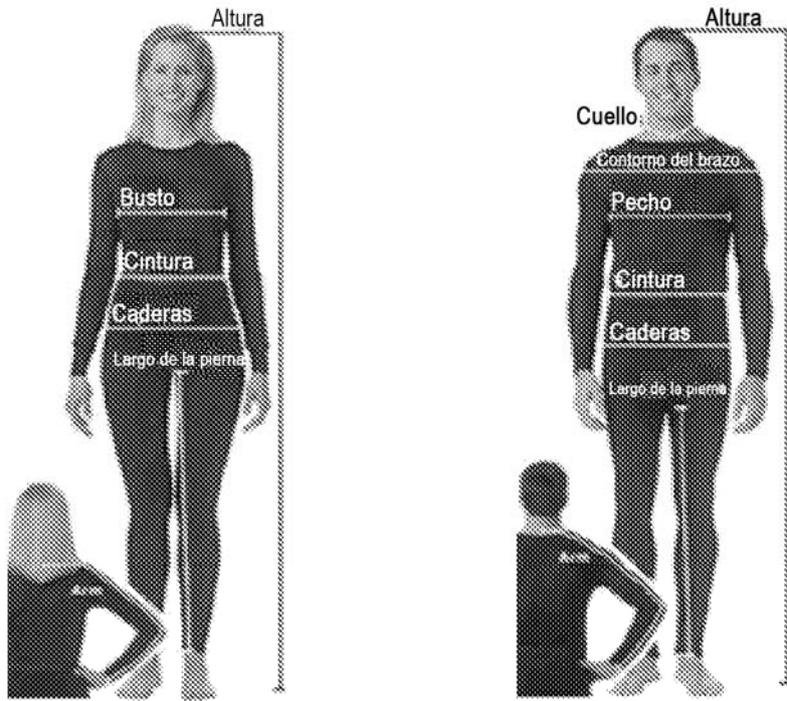
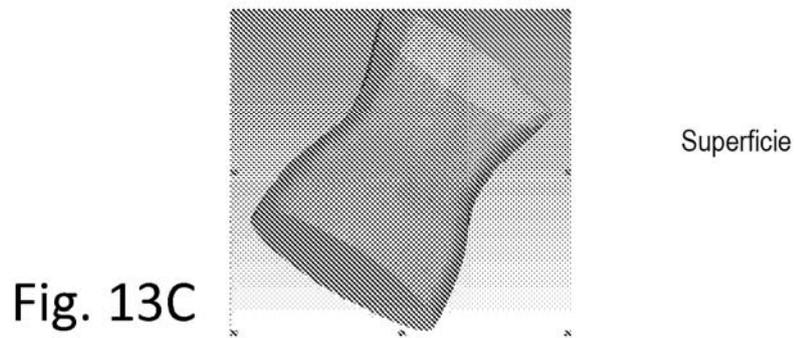
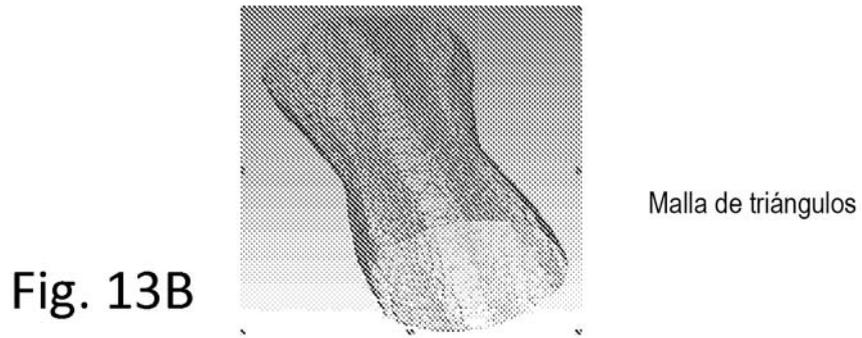
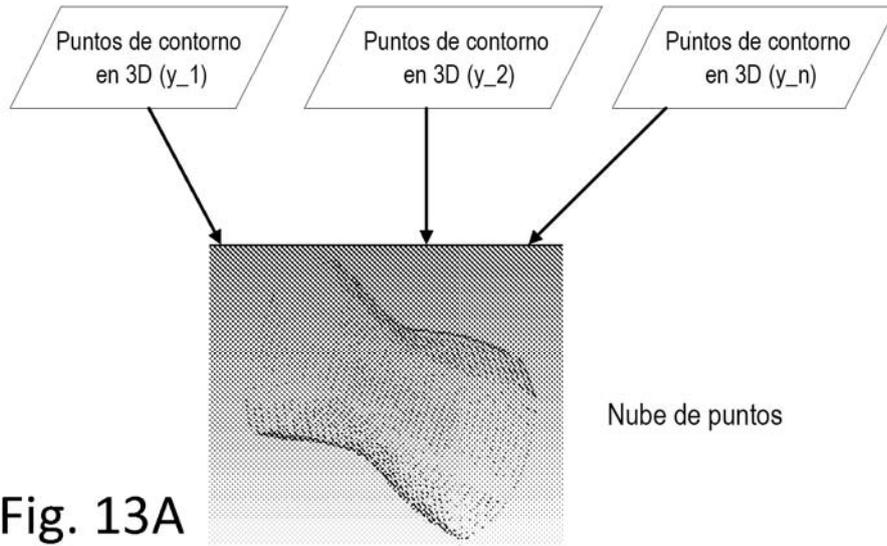


Fig. 12



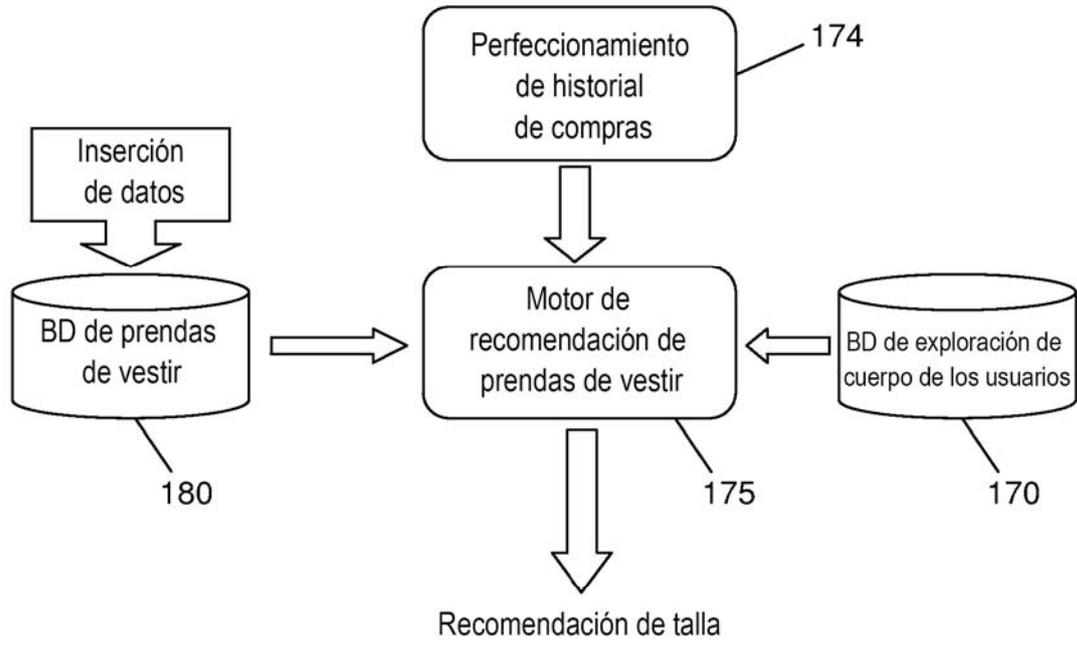


Fig. 14

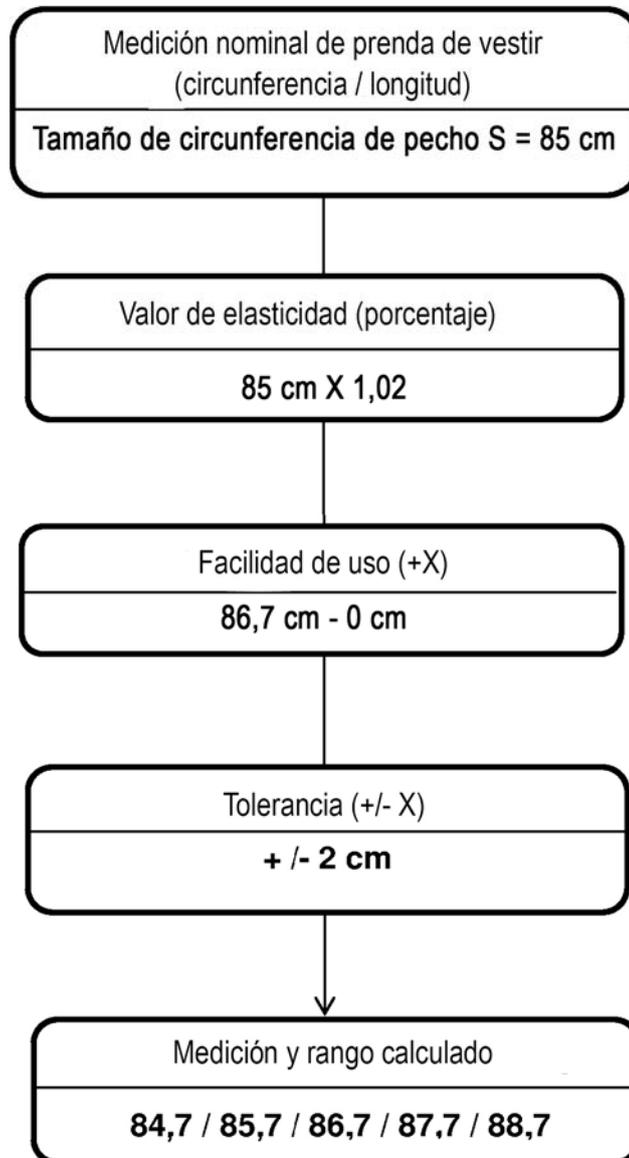


Fig. 15

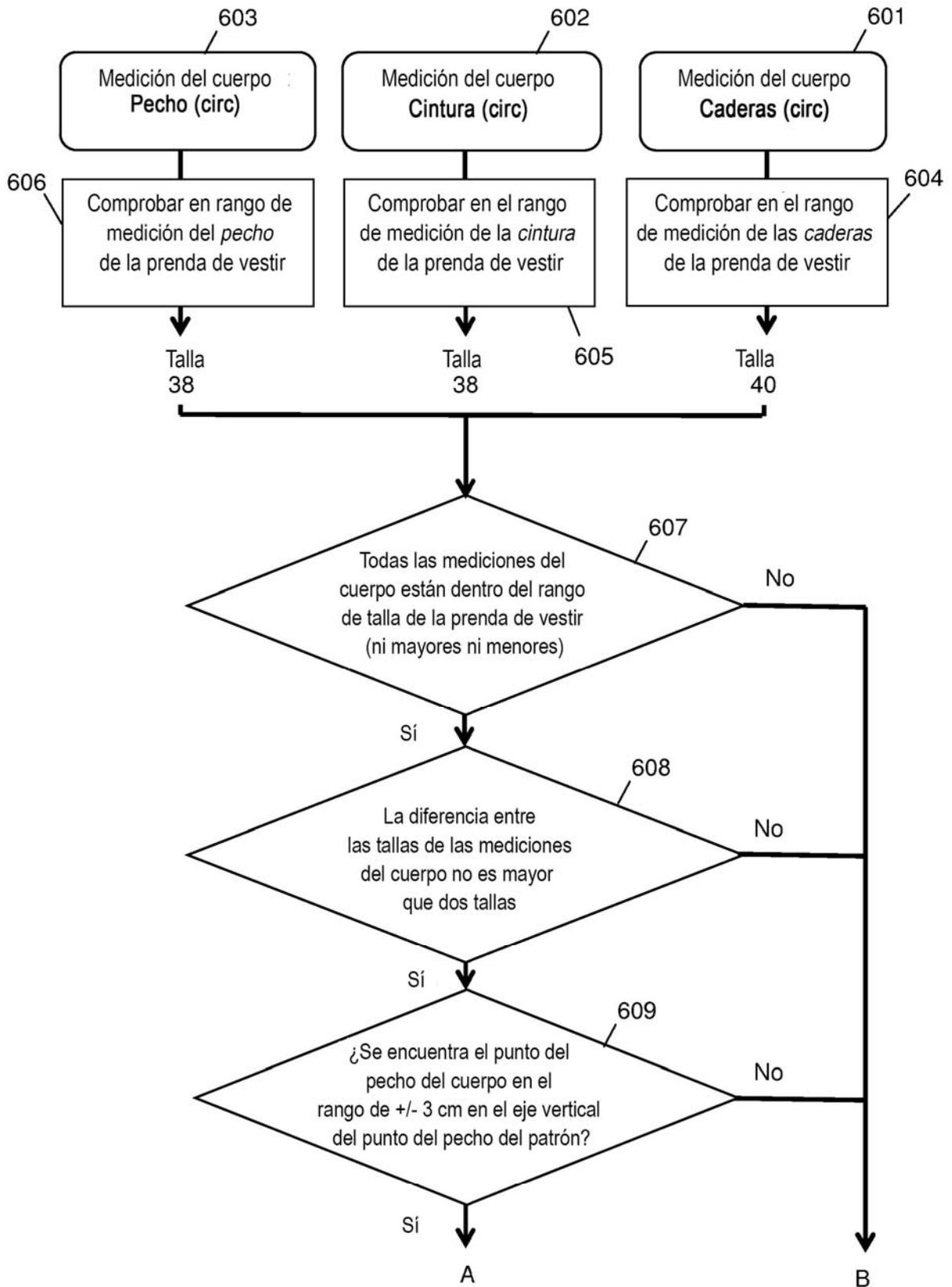


Fig. 16

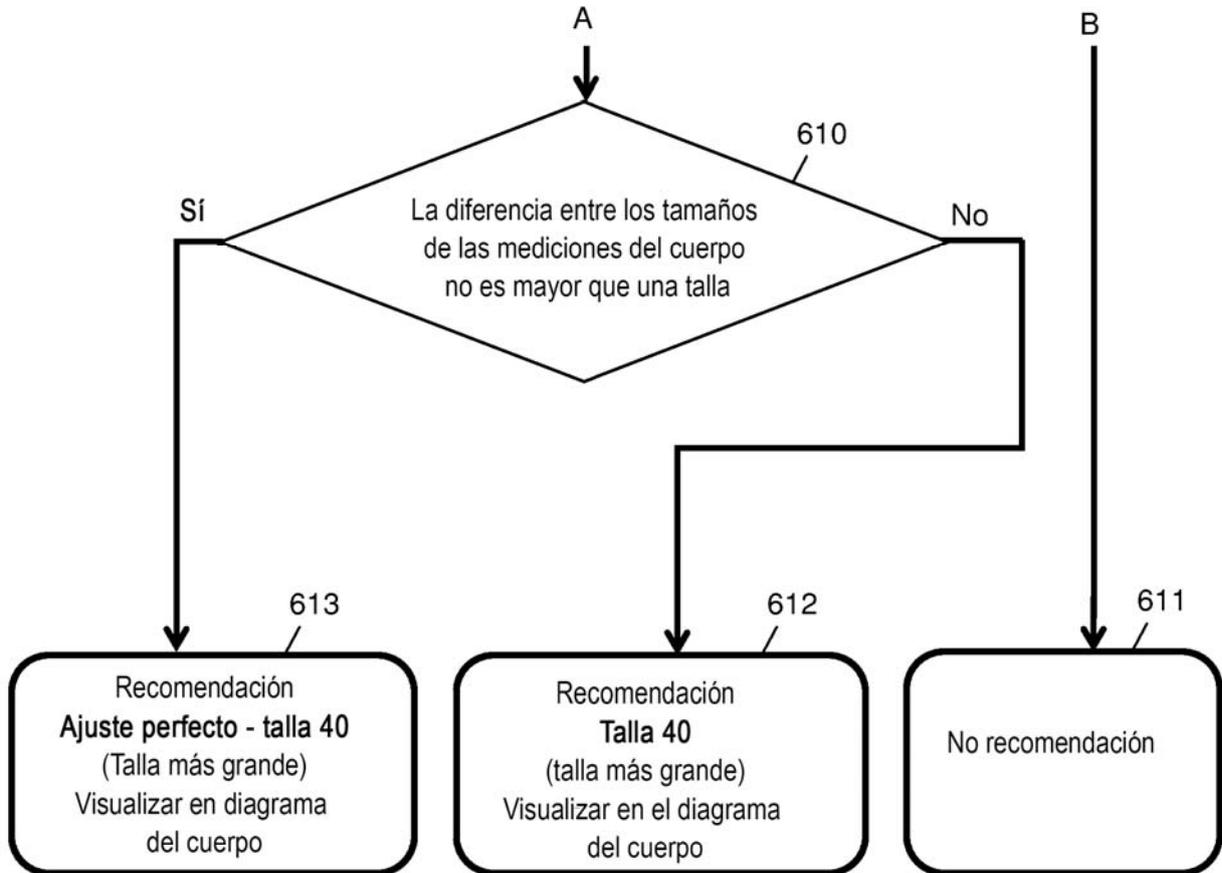


Fig. 16
(continúa)

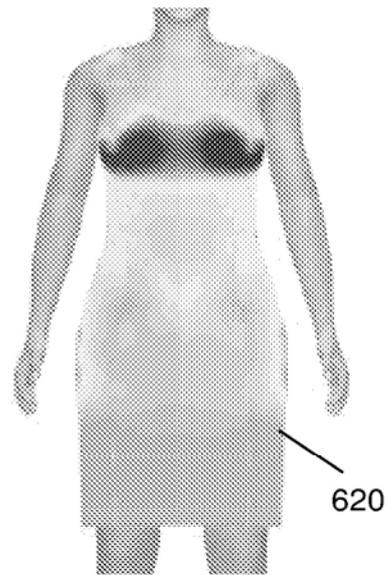


Fig. 17