

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 611 196**

51 Int. Cl.:

A63B 69/00 (2006.01)

A61B 5/11 (2006.01)

A63B 71/06 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.02.2013 PCT/JP2013/055517**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.09.2013 WO13129606**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.02.2013 E 13755578 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2016 EP 2695645**

54 Título: **Sistema de diagnóstico de la forma de correr y procedimiento de puntuación de la forma de correr**

30 Prioridad:

29.02.2012 JP 2012044622

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

05.05.2017

73 Titular/es:

**MIZUNO CORPORATION (100.0%)
1-23 Kitahama 4-chome
Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka 541-8538, JP**

72 Inventor/es:

**WATANABE, YOSHINOBU;
OHTA, YASUYUKI;
KOGAWA, DAISUKE;
YOSHIDA, YOHEI y
YOSHIKAWA, NAOKI**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 611 196 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 de diagnóstico de la forma de correr y procedimiento de puntuación de la forma de correr

Campo técnico

5 La presente divulgación se refiere a una tecnología para diagnosticar automáticamente una forma de correr de un corredor.

Técnica antecedente

10 Convencionalmente, un diagnóstico para una forma de correr, caminar, practicar golf, o similares se efectúa generalmente en base a una determinación individual con un formador experto o un entrenador realizando la observación visual. Por otro lado, en los últimos años, se han propuesto varios tipos de sistemas de diagnóstico para efectuar automáticamente tal forma de diagnóstico.

15 Por ejemplo, la patente japonesa abierta a inspección pública nº. 2002-233517 (PTD 1) desvela un aparato para evaluar la gracia al caminar. El aparato utiliza un sensor de presión para medir una distribución de presión del pie de un sujeto sometido a la prueba de caminata, y halla una marca del centro de presión del pie del sujeto sometido a la prueba en base al resultado de la medición. Después, el aparato compara la huella del centro de presión del pie del sujeto sometido a la prueba hallada de tal manera con un parámetro de una huella modelo del centro de presión del pie establecida previamente para calificar la gracia al caminar del sujeto sometido a la prueba.

20 La patente japonesa abierta a inspección pública nº. 2010-017447 (PTD 2) desvela un aparato para analizar cómo camina una persona. El aparato construye un modelo humano en 3D en base a una pluralidad de imágenes tomadas para crear datos del movimiento de la persona cuando camina. Después, los datos del movimiento de la persona cuando camina se comparan con un movimiento de una persona normal cuando camina registrado en los datos del diccionario para analizar cómo camina la persona.

El documento 3 desvela un procedimiento para la evaluación de un entrenamiento de marcha con un sistema de captura del movimiento de ocho cámaras y un análisis de los datos cinemáticos. En el presente documento, se utilizó una plataforma de fuerza para analizar los ensayos de marcha.

25 El documento PTD 4 desvela un sistema y un procedimiento para el análisis de un golpe de golf utilizando diferentes sensores y un procedimiento de evaluación.

El documento PTD 5 desvela un sistema para mejorar con precisión el movimiento de un sujeto cuando camina, incluyendo una parte de adquisición de los datos de reacción de la pista.

30 El documento PTD 6 desvela un procedimiento para monitorizar el movimiento del cuerpo humano, incluyendo la medición del movimiento de las partes del cuerpo móviles usando uno o más dispositivos de medición. Se calcula un perfil de economía del movimiento, del movimiento del cuerpo humano.

El documento PTD 7 desvela un análisis de señal eléctrica para determinar la condición física de un humano o animal.

LISTA DE CITACIÓN**35 DOCUMENTO DE PATENTE**

PTD 1: Patente japonesa abierta a inspección pública nº. 2002-233517

PTD 2: Patente japonesa abierta a inspección pública nº. 2010-017447

Documento 3: Kim Louise Lilley, "A Biomechanical Assessment of Gait Patterns and Risk of Associated Overuse Conditions among Mature Female Runners", tesis doctoral, Universidad de Exeter, 2012

40 PTD 4: US 2006/0166737 A1

PTD 5: Patente japonesa abierta a inspección pública nº. 2011-41752

PTD 6: WO 2011/163367 A1

PTD 7: US 2009/170663 A1

Sumario de la invención**45 PROBLEMA TÉCNICO**

50 Sin embargo, todos los aparatos convencionales descritos anteriormente comparan los datos de medición de un sujeto sometido a la prueba con datos específicos para efectuar la evaluación en cuanto a un movimiento del sujeto sometido a la prueba en base al resultado de la comparación. Tales aparatos tienen el problema de que los resultados de la evaluación difieren de forma significativa dependiendo de cómo se seleccionan los datos para su uso en la comparación. Así, se demanda una tecnología para suprimir la variación en los resultados de la evaluación.

Así mismo, existe un caso donde los datos que se usan en la comparación de acuerdo con los aparatos convencionales no reflejan estrictamente un estándar de evaluación de un experto. En tal caso, existe además el problema de que un resultado de la evaluación obtenido con el uso de los datos es menos preciso en comparación con un resultado de diagnóstico evaluado realmente por un experto. Por lo tanto, se requiere una tecnología para mantener la precisión en un resultado de diagnóstico.

La presente divulgación consiguió resolver los problemas convencionales descritos anteriormente, y su objeto es proporcionar un sistema de diagnóstico de la forma de correr capaz de puntuar automáticamente una forma de correr de un corredor en base a un equivalente estándar para una determinación ofrecida por un experto.

SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo con un aspecto, se proporciona un sistema de diagnóstico de la forma de correr para puntuar una forma de correr de un sujeto sometido a la prueba. El sistema de diagnóstico de la forma de correr incluye un dispositivo de almacenamiento configurado para almacenar una expresión de operación que representa una correlación entre la información del movimiento del cuerpo extraída de la información relacionada con la marcha de una pluralidad de corredores sometidos a la prueba y la evaluación ofrecida por un experto respecto a las respectivas marchas de la pluralidad de corredores sometidos a la prueba, una interfaz para recibir una entrada de información relacionada con la marcha del sujeto sometido a la prueba, y un procesador configurado para emitir una puntuación como una forma de correr del sujeto sometido a la prueba en base a la información introducida en la interfaz. El procesador está configurado para extraer la información del movimiento del cuerpo del sujeto sometido a la prueba a partir de la información relacionada con la marcha del sujeto sometido a la prueba e introducida en la interfaz, y calcular la puntuación en cuanto a la forma de correr del sujeto sometido a la prueba aplicando la información del movimiento del cuerpo extraída a la expresión de operación.

Preferentemente, la expresión de operación incluye una primera expresión de regresión obtenida mediante la realización de un análisis de regresión, con la evaluación del experto de dos o más elementos respecto a la marcha de los corredores sometidos a la prueba como una variable explicativa y con la evaluación completa ofrecida por el experto respecto a la marcha de los corredores sometidos a la prueba como una variable objetiva, y una segunda expresión de regresión obtenida mediante la realización de un análisis de regresión, con la información del movimiento del cuerpo de los corredores sometidos a la prueba como una variable explicativa y con la respectiva evaluación ofrecida por el experto de dos o más elementos respecto a los corredores sometidos a la prueba, como una variable objetiva.

Preferentemente, los dos o más elementos utilizados en la primera expresión de regresión se especifican a partir de un número predeterminado de elementos mediante el procesamiento estadístico de la evaluación para el número predeterminado de elementos ofrecidos por el experto respecto a la marcha de los corredores sometidos a la prueba y la evaluación completa ofrecida por el experto respecto a la marcha de los corredores sometidos a la prueba.

Más preferentemente, la información del movimiento del cuerpo de los corredores sometidos a la prueba utilizada en la segunda expresión de regresión se especifica a partir de las características de un número específico de elementos mediante el procesamiento estadístico de un número específico de la información del movimiento del cuerpo y la evaluación de los dos o más elementos.

Preferentemente, la expresión de operación incluye una expresión de regresión múltiple obtenida mediante la realización de un análisis de regresión múltiple, con una pluralidad de informaciones del movimiento del cuerpo de los corredores sometidos a la prueba como una variable explicativa y con la evaluación completa de los corredores sometidos a la prueba ofrecida por el experto como una variable objetiva.

Preferentemente, la expresión de operación incluye una pluralidad de expresiones de regresión obtenidas mediante la realización de un análisis de regresión, con una pluralidad de informaciones del movimiento del cuerpo de los corredores sometidos a la prueba como una variable explicativa y con la evaluación completa de los corredores sometidos a la prueba ofrecida por el experto como una variable objetiva. El procesador calcula una puntuación de la forma de correr del sujeto sometido a la prueba en base a una pluralidad de evaluaciones completas obtenidas mediante la pluralidad de expresiones de regresión. Preferentemente, la información del movimiento del cuerpo del sujeto sometido a la prueba incluye al menos cualquiera de los ángulos de la articulación del codo obtenidos mediante el cálculo de un ángulo de un antebrazo respecto a una parte superior del brazo del sujeto sometido a la prueba, los ángulos del segmento respectivos del antebrazo y de la parte superior del brazo del sujeto sometido a la prueba, un ángulo de la articulación de la rodilla obtenido mediante el cálculo de un ángulo de una parte inferior de la pierna respecto a una parte superior de la pierna del sujeto sometido a la prueba, o los ángulos del segmento respectivos de la parte inferior de la pierna y la parte superior de la pierna del sujeto sometido a la prueba.

Preferentemente, el sistema de diagnóstico de la forma de correr incluye además un dispositivo de captura de imágenes acoplado a la interfaz para capturar una fotografía del sujeto sometido a la prueba. La interfaz está configurada para recibir una entrada de la fotografía del sujeto sometido a la prueba. El procesador está configurado para que cuando se extraiga al menos cualquiera de los ángulos de la articulación del codo del sujeto sometido a la prueba o los ángulos del segmento respectivos del antebrazo y de la parte superior del brazo del sujeto sometido a

la prueba, el procesador extraiga estos ángulos en base a las posiciones de las imágenes de los marcadores asignados a una articulación del hombro, una articulación del codo, y una articulación de la muñeca del sujeto sometido a la prueba en la fotografía, y cuando se extraigan al menos cualquiera de los ángulos de la articulación de la rodilla del sujeto sometido a la prueba o los respectivos ángulos del segmento de la parte inferior de la pierna y la parte superior de la pierna del sujeto sometido a la prueba, el procesador extraiga estos ángulos en base a las posiciones de las fotografías de los marcadores asignados a una articulación de la cadera, una articulación de la rodilla, y una articulación del tobillo del sujeto sometido a la prueba de la fotografía.

Preferentemente, el sistema de diagnóstico de la forma de correr incluye además un sensor inercial asignado al sujeto sometido a la prueba. La interfaz está configurada para recibir una entrada de un resultado de detección del sensor inercial. El procesador está configurado para extraer la información del movimiento del cuerpo del sujeto sometido a la prueba en base al resultado de detección del sensor inercial.

Preferentemente, el dispositivo de almacenamiento está configurado para almacenar información de recomendación en cuanto a la marcha junto con las puntuaciones agrupadas previamente. El procesador está configurado para emitir la información de recomendación asociada con las puntuaciones calculadas del sujeto sometido a la prueba.

Preferentemente, la expresión de operación representa además una correlación entre la información del movimiento del cuerpo extraída de la información relacionada con la marcha de la pluralidad de corredores sometidos a la prueba, así como las características corporales de la pluralidad de corredores sometidos a la prueba y la evaluación completa ofrecida por el experto respecto a las respectivas marchas de la pluralidad de corredores sometidos a la prueba. La interfaz está configurada además para recibir una entrada de las características corporales del sujeto sometido a la prueba. El procesador está configurado para calcular una puntuación en cuanto a la forma de correr del sujeto sometido a la prueba aplicando la información del movimiento del cuerpo y las características corporales del sujeto sometido a la prueba a la expresión de operación.

De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un procedimiento para puntuar una forma de correr de un sujeto sometido a la prueba que ejecuta un ordenador. El ordenador incluye un dispositivo de almacenamiento configurado para almacenar una expresión de operación que representa una correlación entre la información del movimiento del cuerpo extraída de la información relacionada con la marcha de una pluralidad de corredores sometidos a la prueba y la evaluación completa ofrecida por el experto respecto a las respectivas marchas de la pluralidad de corredores sometidos a la prueba, y una interfaz para recibir una entrada de información relacionada con la marcha del sujeto sometido a la prueba. El procedimiento incluye permitir que el ordenador extraiga la información del movimiento del cuerpo del sujeto sometido a la prueba a partir de la información relacionada con la marcha del sujeto sometido a la prueba e introducida en la interfaz, y permitir que el ordenador calcule una puntuación en cuanto a la forma de correr del sujeto sometido a la prueba aplicando a la expresión de operación la información del movimiento del cuerpo extraída.

Preferentemente, la operación de expresión incluye una primera expresión de regresión obtenida mediante la realización de un análisis de regresión, con la evaluación de dos o más elementos ofrecidos por el experto respecto a la marcha de los corredores sometidos a la prueba como una variable explicativa y con una puntuación ofrecida por el experto respecto a la marcha de los corredores sometidos a la prueba como una variable objetiva, y una segunda expresión de regresión obtenida mediante la realización de un análisis de regresión, con la información del movimiento del cuerpo de los corredores sometidos a la prueba como una variable explicativa y con la evaluación respectiva de dos o más elementos ofrecidos por el experto respecto a los corredores sometidos a la prueba como una variable objetiva.

Preferentemente, la expresión de operación incluye una expresión de regresión múltiple obtenida mediante la realización de un análisis de regresión múltiple, con una pluralidad de informaciones del movimiento del cuerpo de los corredores sometidos a la prueba como una variable explicativa y con la evaluación completa de los corredores sometidos a la prueba ofrecida por el experto como una variable objetiva.

Preferentemente, la expresión de operación incluye una pluralidad de expresiones de regresión obtenidas mediante la realización de un análisis de regresión, con una pluralidad de informaciones con respecto al movimiento del cuerpo de los corredores sometidos a la prueba como una variable explicativa y con la evaluación completa de los corredores sometidos a la prueba ofrecida por el experto como una variable objetiva. Permitir que el ordenador calcule una puntuación en cuanto a la forma de correr del sujeto sometido a la prueba incluye el cálculo de una puntuación en cuanto a la forma de correr del sujeto sometido a la prueba en base a una pluralidad de evaluaciones completas obtenidas a partir de la pluralidad de expresiones de regresión.

Los objetos anteriormente descritos y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de la invención que debe entenderse con referencia a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 representa una configuración de un sistema de diagnóstico de la forma de correr.

La figura 2 representa un ejemplo de una configuración de *hardware* de un dispositivo de procesamiento de

información.

La figura 3 es un flujograma que representa el funcionamiento del sistema de diagnóstico de la forma de correr.

La figura 4 es un diagrama de bloque que representa una configuración funcional del dispositivo de procesamiento de información.

5 La figura 5 es un flujograma que representa la producción de una expresión de operación.

La figura 6 es un dibujo que describe un procedimiento que calcula un IMC (índice de masa corporal)

La figura 7 es un dibujo que describe el “ángulo del muslo (trasero) máx./min.” como un ejemplo de datos biomecánicos.

10 La figura 8 es un dibujo que describe el “ángulo del antebrazo (lateral) máx./min.” como un ejemplo de datos biomecánicos.

La figura 9 es un dibujo que describe el “ángulo de la parte superior del brazo (lateral) máx.” como un ejemplo de datos biomecánicos.

La figura 10 es un dibujo que describe la “diferencia angular de la parte inferior de la pierna – diferencia angular del muslo” como un ejemplo de datos biomecánicos.

15 La figura 11 es un dibujo que describe la “velocidad angular del muslo (lateral) min.” como un ejemplo de datos biomecánicos.

La figura 12 es un dibujo que describe la “velocidad angular de la parte inferior de la pierna (suelo)” como un ejemplo de datos biomecánicos.

20 La figura 13 es un dibujo que describe el “ángulo de la parte inferior de la pierna (lateral) min.” como un ejemplo de datos biomecánicos.

La figura 14 representa un ejemplo de datos de series temporales del ángulo del antebrazo.

La figura 15 representa un ejemplo de una expresión de regresión generada.

La figura 16 es un dibujo que describe un esquema para calcular una puntuación de forma de correr utilizando la expresión de operación.

25 La figura 17 representa una correlación entre las puntuaciones de forma de correr calculadas y las puntuaciones de forma de correr ofrecidas por un experto.

La figura 18 es un flujograma que representa un ejemplo modificado de la producción de una expresión de operación descrita en relación con la figura 5.

La figura 19 representa un ejemplo de un flujo para calcular una puntuación de la forma de correr.

30 La figura 20 representa otro ejemplo de un flujo para calcular una puntuación de la forma de correr.

La figura 21 representa aún otro ejemplo de un flujo para calcular una puntuación de la forma de correr.

La figura 22 representa un ejemplo de un cuestionario distribuido a un experto.

La figura 23 representa un ejemplo específico del cuestionario distribuido al experto.

35 La figura 24 traza una carga factorial de cada elemento de destreza respecto a un factor extraído por un análisis factorial.

La figura 25 traza las puntuaciones factoriales de veinte corredores.

La figura 26 representa la correlación entre las puntuaciones factoriales de los factores extraídos y la “evaluación completa”.

40 La figura 27 representa un ejemplo de un conjunto de expresiones usadas para calcular la puntuación de la forma de correr.

La figura 28 representa una relación entre las características corporales así como los parámetros biomecánicos, los elementos de evaluación, los elementos de destreza calculados usando los elementos de evaluación, y una puntuación de la forma de correr calculada usando los elementos de destreza.

45 La figura 29 representa una relación entre las puntuaciones calculadas y las puntuaciones ofrecidas por un experto, en cuanto al elemento de destreza “seguridad”.

La figura 30 representa una relación entre las puntuaciones calculadas ofrecidas por un experto, en cuanto al elemento de destreza “dinamismo”.

La figura 31 representa una relación entre las puntuaciones de forma de correr calculadas y las puntuaciones de forma de correr ofrecidas por un experto.

50 La figura 32 representa un ejemplo específico de una ficha de salida.

La figura 33 representa un ejemplo específico de una ficha de salida.

La figura 34 representa una configuración esquemática de un ejemplo modificado del sistema de diagnóstico de la forma de correr.

55 La figura 35 representa un ejemplo modificado de una configuración de *hardware* del dispositivo de procesamiento de información.

La figura 36 representa un ejemplo modificado de una configuración funcional del dispositivo de procesamiento de información.

La figura 37 representa un ejemplo de una configuración funcional del dispositivo de procesamiento de información en el caso en el que la expresión de operación se genera en un equipo externo.

60 **Descripción de las realizaciones**

De aquí en adelante, se describirá una realización de un sistema de diagnóstico de la forma de correr en relación con los dibujos. En la siguiente descripción, las mismas partes tienen los mismos signos de referencia asignados. Los nombres y las funciones de estas son los mismos. Por lo tanto, no se repite la descripción detallada sobre estas partes.

[Configuración del sistema de diagnóstico de la forma de correr]

Se describirá un ejemplo de una configuración de un sistema que incluye una realización del sistema de diagnóstico de la forma de correr. La figura 1 representa una configuración de un sistema de diagnóstico de la forma de correr 100.

5 Como se muestra en la figura 1, el sistema de diagnóstico de la forma de correr 100 incluye una cinta 10, un sistema de captura de imágenes 20 para tomar una imagen de un sujeto A de la prueba que lleva puestos unos marcadores 90, un dispositivo de procesamiento de información 30 para puntuar una forma de correr de un sujeto A de la prueba en base a una fotografía del sujeto A de la prueba corriendo, y un dispositivo de salida 40 para emitir un resultado de diagnóstico de una forma de correr del sujeto A de la prueba. El sujeto A de la prueba lleva puestos los marcadores 10 respectivamente. El dispositivo de procesamiento de información 30 obtiene las características corporales del sujeto A de la prueba y extrae además la información del movimiento del cuerpo del sujeto A de la prueba a partir de los datos de la fotografía del sujeto A de la prueba corriendo. Después, el dispositivo de procesamiento de información 30 calcula una puntuación de la forma de correr del sujeto sometido a la prueba en base a las características corporales y/o la información del movimiento del cuerpo. El sistema de diagnóstico de la forma de correr incluye al menos el dispositivo de procesamiento de información 30.

20 Como se muestra en la figura 1, el sistema de captura de imágenes 20 puede estar configurado por un sistema que incluye, por ejemplo, dos cámaras de alta velocidad como se muestra en la figura 1 y capaces de utilizar una tecnología de captura del movimiento. El dispositivo de procesamiento de información 30 incluye una CPU (unidad central de procesamiento), un dispositivo de almacenamiento, *software*, y similares, y está configurada mediante, por ejemplo, un PC (ordenador personal). Más adelante se describirá una configuración detallada del dispositivo de procesamiento de información 30. El dispositivo de salida 40 está configurado por un monitor y/o una impresora que emite la información de manera visual. El dispositivo de salida 40 puede emitir un resultado de diagnóstico en forma de sonido u otro similar diferente de una imagen, o una combinación de dos o más formas de emisión tal como información audiovisual.

[Configuración del *hardware* del dispositivo de procesamiento de información 30]

En relación con la figura 2, se describirá un ejemplo de una configuración de *hardware* del dispositivo de procesamiento de información 30. La figura 2 representa un ejemplo de una configuración de *hardware* del dispositivo de procesamiento de información 30.

30 El dispositivo de procesamiento de información 30 incluye una CPU 300, un controlador gráfico 310, una memoria VRAM 312 (video RAM (memoria gráfica de acceso aleatorio)), un controlador E/S 316 (entrada/salida), interfaces 324, 332, equipo de comunicación 326 (interfaz), una memoria principal 328, un sistema BIOS 330 (sistema básico de entrada y salida), una tarjeta USB 336 (bus universal en serie), y un cable bus 338.

35 El sistema BIOS 330 almacena un programa de arranque ejecutado por la CPU 300 en el momento de arrancar el dispositivo de procesamiento de información 30, los programas dependientes del *hardware* del dispositivo de procesamiento de información 30, y similares. Los dispositivos de almacenamiento tales como un disco duro 318, una unidad de disco óptico 322, una memoria semiconductor 320, y similares están conectados al controlador E/S 316. La interfaz 324 es un dispositivo tal como un panel táctil, un teclado, y similares para introducir la información en el dispositivo de procesamiento de información 30.

40 La interfaz 332 es un ejemplo de una interfaz para introducir los datos de la fotografía desde el sistema de captura de imágenes 20 hasta el dispositivo de procesamiento de información 30. El controlador gráfico 310 es un ejemplo de una interfaz para emitir información desde el dispositivo de procesamiento de información 30 hasta el dispositivo de salida 40, y utiliza la memoria VRAM 312.

45 El dispositivo de procesamiento de información 30 incluye además una unidad inalámbrica 334 y un módulo Bluetooth 314 (marca comercial registrada). El dispositivo de procesamiento de información 30 puede comunicarse de forma inalámbrica con el equipo externo mediante la unidad inalámbrica 334. Así mismo, el dispositivo de procesamiento de información 30 puede comunicarse con el equipo externo gracias al procedimiento Bluetooth (un ejemplo de un procedimiento de comunicación de campo cercano) con el uso del módulo Bluetooth 314.

50 Pueden emplearse una unidad de disco óptico 322, por ejemplo, una unidad CD-ROM (disco compacto – ROM (memoria de solo lectura)), una unidad DVD-ROM (disco versátil digital), una unidad DVD-RAM, y/o una unidad BD-ROM (disco Blu-ray). El disco óptico 400 es un medio de grabación en un formato compatible con la unidad de disco óptico 322. La CPU 300 lee un programa o datos del disco óptico 400 utilizando la unidad de disco óptico 322. La CPU 300 permite al programa o a los datos que se han leído cargarse en la memoria principal 328 o instalarse en un disco duro 318 mediante el controlador E/S 316. El equipo de comunicación 326 es un equipo colocado en el dispositivo de procesamiento de información 30 para comunicarse con otro equipo tal como una tarjeta LAN (red de área local) y similares.

La CPU 300 puede ejecutar un programa que puede almacenarse en el disco óptico 400 o en un medio de grabación

(tarjeta de memoria o similares) y ser proporcionado a un usuario. La CPU 300 puede ejecutar un programa almacenado en un medio de grabación que no sea el disco óptico 400 o puede ejecutar un programa descargado a través del equipo de comunicación 326.

[Funcionamiento general del sistema de diagnóstico de la forma de correr]

5 De aquí en adelante, se describirá el funcionamiento del sistema de diagnóstico de la forma de correr 100 en relación con las figuras 1-3. La figura 3 es un flujograma que representa el funcionamiento del sistema de diagnóstico de la forma de correr 100.

10 En primer lugar, en la etapa E201, se introduce la información del usuario tal como la altura, peso, género o cantidad de ejercicio al mes que realiza el sujeto A de la prueba en el dispositivo de procesamiento de información 30. La CPU 300 recibe la entrada de la información del usuario.

A continuación, el sistema de captura de imágenes 20 toma una imagen de un sujeto A de la prueba que lleva puestos los marcadores 90 y que está corriendo en la cinta 10 durante un periodo de tiempo determinado (etapa E202). Los datos de la fotografía en movimiento generados mediante la toma de imágenes se emiten al dispositivo de procesamiento de información 30.

15 A continuación, el dispositivo de procesamiento de información 30 extrae los datos biomecánicos (información del movimiento del cuerpo) tal como un ángulo de una articulación, una velocidad angular, y similares a partir de los datos de la fotografía transmitidos desde el sistema de captura de imágenes 20 (etapa E203). La CPU 300 gestiona los datos de la fotografía entre la pisada del pie derecho del sujeto A y la siguiente pisada del pie derecho como un ciclo de datos. En la etapa E203, la CPU 300, por ejemplo, extrae los datos biomecánicos respectivos de una pluralidad de ciclos y calcula un valor medio de estos. Más adelante se describirán los tipos de datos biomecánicos.

20 A continuación, el dispositivo de procesamiento de información 30 calcula una puntuación de la forma de correr del sujeto sometido a la prueba (etapa E204) aplicando las características del usuario (los datos biomecánicos del sujeto sometido a la prueba extraídos en la etapa E203 y/o las características corporales del sujeto sometido a la prueba) a una expresión de operación determinada. La expresión de operación determinada se obtiene, por ejemplo, mediante el procesamiento estadístico de puntos de evaluación ofrecidos por una pluralidad de expertos (evaluadores) respecto a las formas de correr de una pluralidad de corredores anteriores y los datos biomecánicos de la pluralidad de corredores.

25 Después, el dispositivo de procesamiento de información 30 crea una ficha de salida que presenta una puntuación de la forma de correr junto con la información de recomendación respecto a una forma de correr, y la visualiza en el dispositivo de salida 40 (etapa E205). La visualización termina una serie de operaciones del sistema de diagnóstico de la forma de correr 100.

[Función del dispositivo de procesamiento de información]

30 En relación con la figura 4, se describirá una configuración funcional del dispositivo de procesamiento de información 30. La figura 4 es un diagrama de bloque que representa una configuración funcional del dispositivo de procesamiento de información 30. Como se muestra en la figura 4, el dispositivo de procesamiento de información 30 incluye una unidad de entrada de información del usuario 31, una unidad de almacenamiento de datos 32, una unidad de extracción de la información corporal 33, una unidad de producción de la expresión de operación 34, una unidad de almacenamiento de la expresión de operación 34A, una unidad de cómputo de la puntuación 35, y una unidad de creación de datos de salida 36.

35 La unidad de entrada de información del usuario 31 es una interfaz para recibir una entrada de información de usuario tal como la altura, peso, velocidad de la cinta, cantidad de ejercicio al mes, y similares del sujeto sometido a la prueba y está constituida por un teclado, una pantalla táctil, y similares. Los numerosos tipos de información introducida se almacenan en la unidad de almacenamiento de datos 32. Además de almacenar numerosos tipos de datos de cómputo, la unidad de almacenamiento de datos 32 almacena los datos de salida que crean datos tales como un comentario de evaluación respecto a una forma de correr, información de recomendación para mejorar una forma de correr, y otros similares ofrecidos por un experto. La unidad de cómputo de la puntuación 35 y la unidad de creación de datos de salida 36 utilizan apropiadamente la información almacenada en la unidad de almacenamiento de datos 32.

40 La unidad de extracción de la información corporal 33 extrae los datos biomecánicos tales como un ángulo de una articulación, una velocidad angular de una articulación, y similares de una fotografía en la que corre el sujeto A de la prueba y se transmite desde el sistema de captura de imágenes 20 a través de una interfaz (interfaz 322 de la figura 2). Como se muestra en la figura 4, la unidad de extracción de la información corporal 33 incluye una unidad de procesamiento de imagen 33a y una unidad de extracción de datos biomecánicos 33b.

45 La unidad de procesamiento de imagen 33a mide las posiciones de los marcadores en la fotografía en la que corre el sujeto A de la prueba transmitida desde el sistema de captura de imágenes 20 para obtener valores de coordenadas en 3D relacionados con el movimiento del sujeto A de la prueba. La unidad de procesamiento de

imagen 33a está implementada, por ejemplo, mediante el *software* de ejecución de la CPU 300 para realizar el procesamiento de la captura del movimiento. La información de los valores de coordenadas en 3D extraída en la unidad de procesamiento de imagen 33a se transmite a la unidad de extracción de datos biomecánicos 33b.

5 La unidad de extracción de datos biomecánicos 33b extrae datos biomecánicos del sujeto A de la prueba a partir de la información de los valores de coordenadas en 3D emitida desde la unidad de procesamiento de imagen 33a. Más específicamente, la unidad de extracción de datos biomecánicos 33b calcula un ángulo de una articulación y una velocidad angular de una articulación del sujeto A de la prueba en base a la información de los valores de coordenadas en 3D emitida desde la unidad de procesamiento de imagen 33a. Así mismo, la unidad de extracción de datos biomecánicos 33b calcula un ángulo del segmento (velocidad angular del segmento) proyectado hacia cada plano de un sistema de coordenadas absoluto aplicando cada ángulo de la articulación (velocidad angular de la articulación) a una expresión de conversión determinada.

10 La unidad de extracción de datos biomecánicos 33b calcula además los respectivos datos procesados del ángulo de la articulación, la velocidad angular de la articulación, el ángulo del segmento, y la velocidad angular del segmento. Los datos procesados incluyen un valor máximo, un valor mínimo y/o una diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo (de aquí en adelante, también denominados “valor máximo-valor mínimo”). En algunos casos, los datos procesados pueden incluir el ángulo de una articulación y una velocidad angular en un momento determinado cuando el tiempo que tarda un pie del sujeto sometido a la prueba en hacer contacto con el suelo y quitarlo del suelo está estandarizado.

15 La unidad de extracción de datos biomecánicos 33b se implementa, por ejemplo, cuando la CPU 300 ejecuta un programa determinado. En la presente realización, los datos biomecánicos puede incluir el ángulo de la articulación, la velocidad angular de la articulación, el ángulo del segmento, y la velocidad angular del segmento como se ha mencionado anteriormente, y los datos procesados de estos. Los datos biomecánicos extraídos se emiten desde la unidad de extracción de datos biomecánicos 33b hasta la unidad de cómputo de la puntuación 35.

20 La unidad de producción de la expresión de operación 34 genera la expresión de operación descrita anteriormente. La información que especifica la expresión de operación generada se almacena en la unidad de almacenamiento de la expresión de operación 34A. La unidad de producción de la expresión de operación 34 se implementa, por ejemplo, cuando la CPU 300 ejecuta un programa determinado. Más adelante se describirá, en relación con la figura 5, la producción de la expresión de operación por parte de la unidad de producción de la expresión de operación 34.

25 La unidad de cómputo de la puntuación 35 lee desde la unidad de almacenamiento de la expresión de operación 34A la expresión de operación generada por la unidad de producción de la expresión de operación 34. Después, la unidad de cómputo de la puntuación 35 calcula una puntuación de la forma de correr del sujeto sometido a la prueba mediante la aplicación de los datos biomecánicos emitidos desde la unidad de extracción de datos biomecánicos 33b a la expresión de operación. El cálculo de la puntuación de la forma de correr por parte de la unidad de cómputo de la puntuación 35 corresponde a la etapa E204 de la figura 3. La unidad de cómputo de la puntuación 35 se consigue, por ejemplo, cuando la CPU 300 ejecuta un programa determinado.

30 La unidad de cómputo de la puntuación 35 emite la puntuación de la forma de correr calculada a la unidad de creación de datos de salida 36. La unidad de creación de datos de salida 36 genera un resultado de diagnóstico combinando la puntuación de la forma de correr calculada con una fotografía en la que corre el sujeto A de la prueba sacada de la unidad de procesamiento de imagen 33a, de los datos de recomendación de cómo correr almacenados en la unidad de almacenamiento de datos 32, y/o similares. El resultado de diagnóstico se visualiza como una ficha de salida en el dispositivo de salida 40. El resultado de diagnóstico puede imprimirse si es necesario en algunos casos. La unidad de creación de datos de salida 36 se implementa, por ejemplo, cuando la CPU ejecuta un programa determinado. El procesamiento en el que la unidad de creación de datos de salida 36 permite al dispositivo de salida 40 y similares emitir el resultado de diagnóstico corresponde al procesamiento de la etapa E205 de la figura 3.

35 El resultado de diagnóstico puede incluir en algunos casos, además de la información de recomendación, información relacionada con las zapatillas deportivas y ropa apropiadas para la forma de correr del sujeto sometido a la prueba. Dicho de otra forma, la unidad de almacenamiento de datos 32 puede almacenar previamente la información de las características de las zapatillas deportivas óptimas y/o información del producto específica que corresponde a la puntuación de la forma de correr y a la información del movimiento del cuerpo del sujeto sometido a la prueba como una tabla de datos. Después, en base a la información del usuario introducida en la unidad de entrada de información del usuario 31, de una puntuación finalmente obtenida de la forma de correr del sujeto sometido a la prueba, y/o de la información corporal del sujeto sometido a la prueba, la unidad de creación de datos de salida 36 lee la tabla de datos descrita anteriormente, selecciona la información de las zapatillas deportivas óptimas, y añade la misma al resultado de diagnóstico. Así mismo, en algunos casos puede incluirse en la tabla de datos la información que especifica una ropa deportiva correspondiente a la puntuación de la forma de correr y/o la información del movimiento del cuerpo del sujeto sometido a la prueba. En este caso, el sistema de diagnóstico de la forma de correr puede presentar la información de la ropa deportiva óptima del sujeto sometido a la prueba como un resultado de diagnóstico.

Como se ha descrito anteriormente, según el sistema de diagnóstico de la forma de correr de acuerdo con la presente realización, la expresión de operación se prepara en base a una correlación entre los datos biomecánicos obtenidos de las fotografías de los corredores sometidos a la prueba de marcha y las puntuaciones de la forma de correr ofrecidas con respecto a la marcha de los corredores sometidos a la prueba por parte de una pluralidad de expertos. Después, se calcula una puntuación de la forma de correr del sujeto sometido a la prueba aplicando a una expresión de operación los datos biomecánicos del sujeto sometido a la prueba, extraídos de una fotografía en la que el sujeto sometido a la prueba corre. La expresión de operación descrita anteriormente se genera en base a un estándar de determinación común de la pluralidad de expertos. Así, en la presente realización, se ofrece una puntuación de la forma de correr calculada en base al estándar de determinación de la pluralidad de expertos respecto a la marcha del sujeto sometido a la prueba. Por lo tanto, la precisión de la puntuación de la forma de correr ofrecida puede mejorarse.

En la presente realización, corredor de la prueba significa una recopilación de los datos del corredor para su uso en el cálculo de una puntuación de la forma de correr de un sujeto sometido a la prueba. Dicho de otra forma, en la presente realización, la expresión de operación se genera en base a la marcha de los corredores sometidos a la prueba, y se utiliza la expresión de operación, de manera que se calcula la puntuación de la forma de correr del sujeto sometido a la prueba.

[Producción de la operación de expresión]

La expresión de operación usada por la unidad de cómputo de la puntuación 35 para calcular una puntuación de la forma de correr del sujeto sometido a la prueba se genera mediante la unidad de producción de la expresión de operación 34. En el presente documento, la producción de la expresión de operación se describirá en relación con la figura 5. De aquí en adelante, la producción de la expresión de operación se describirá en relación con la figura 5. La figura 5 es un flujograma que representa la producción de la expresión de operación.

En relación con la figura 5, cuando se genera la expresión de operación, la unidad de producción de la expresión de operación 34, en la etapa E401, carga los datos de la fotografía de una pluralidad de corredores sometidos a la prueba de marcha y los datos de la clasificación ofrecida por el experto respecto a las formas de correr de la pluralidad de corredores sometidos a la prueba.

Se describirán los datos de las fotografías cargados en la etapa E401. Como una preparación previa para la etapa E401, se prepara una fotografía de una recopilación de datos del corredor de la prueba que corre en una cinta. En el presente documento, se preparan las fotografías de una pluralidad de corredores sometidos a la prueba. Las fotografías las toma, por ejemplo, el sistema de captura de imágenes 20. Por comodidad en la descripción, el número de corredores sometidos a la prueba se señala con una "M". Preferentemente, se selecciona el número M de corredores sometidos a la prueba de forma que las características tales como una destreza, género, y edad del número M de corredores se distribuyan tanto como sea posible. Así mismo, preferentemente, todas las fotografías de los corredores sometidos a la prueba se toman en las mismas condiciones. Por ejemplo, la fotografía de cada corredor de la prueba puede incluir la fotografía tomada desde al menos el lado derecho y el lado trasero del sujeto sometido a la prueba. En la etapa E401, se cargan los datos de la fotografía del número M de corredores sometidos a la prueba.

Se describirán los datos de la clasificación cargados en la etapa E401. Cada uno de la pluralidad de expertos ofrece una puntuación de la forma de correr para cada corredor de la prueba mientras observan las fotografías en las que corre el número M de corredores. Los datos de la clasificación incluyen la información que especifica las puntuaciones de la forma de correr determinadas en esta fase. Por comodidad en la descripción, el número de expertos se señala con una "N". Como una preparación previa para la etapa E401, se preparan los datos de la clasificación del número N de expertos para cada uno del número M de corredores sometidos a la prueba. En la etapa E401, se cargan los datos de clasificación preparados del número N de expertos para el número M de corredores sometidos a la prueba. Al igual que los expertos que ofrecen las puntuaciones, se puede contemplar la presencia de una pluralidad de investigadores y entrenadores especializados en marcha y biomecánica deportiva.

En la etapa E401, la unidad de producción de la expresión de operación 34 puede cargar también la información del usuario de cada corredor de la prueba para extraer de esa información del usuario las características corporales de cada corredor de la prueba. Las características corporales incluyen, además de la información del usuario introducida en la unidad de entrada de información del usuario 31, la información generada gracias al procesamiento de la información del usuario (por ejemplo, un IMC). La figura 6 es un dibujo que describe un procedimiento para calcular un IMC. Como se muestra en la figura 6, un IMC se calcula en base a la altura y peso de un corredor.

En la etapa E402, la unidad de producción de la expresión de operación 34 extrae los datos biomecánicos de cada corredor de la prueba a partir de los datos de la fotografía cargados en la etapa E401. La unidad de producción de la expresión de operación 34 puede usar las funciones de la unidad de procesamiento de imagen 33a y de la unidad de extracción de datos biomecánicos 33b para extraer los datos biomecánicos.

En relación con las figuras 7-13, se describirá un ejemplo específico de los datos biomecánicos. Las figuras 7-13 son dibujos que describen ejemplos de los datos biomecánicos. Cada una de las figuras 7-13 representa

esquemáticamente una figura de un corredor incluida en los datos de la fotografía. La figura 7 representa las figuras del corredor en dos tiempos diferentes. En cada una de las figuras 7-13, se indica con una línea discontinua una línea de referencia para obtener los datos biomecánicos. La unidad de producción de la expresión de operación 34 especifica las posiciones de las extremidades del corredor basándose, por ejemplo, en las posiciones de los marcadores 90 en la fotografía (véase la figura 1) y define cada línea de referencia. Cada corredor lleva puesto los marcadores 90, por ejemplo, en seis ubicaciones en el lado derecho (hombro, codo, muñeca, base del muslo, rodilla y tobillo).

La figura 7 representa un ejemplo de una fotografía del corredor tomada desde el lado trasero. Las figuras 8-13 representan ejemplos de imágenes del corredor tomadas desde el lado derecho. En las figuras 7-13, se presenta en un lado una señal positiva (+) respecto a la línea de referencia y se presenta una señal negativa (-) en el otro lado. Estas señales indican una relación entre una posición de una parte del sujeto, entre cuatro extremidades de un corredor, en cada dibujo y una señal (positiva o negativa) de un valor de los datos biomecánicos extraídos en base a cada dibujo. En la siguiente descripción relacionada con los datos biomecánicos, "máx." representa un valor máximo de un ángulo en el lado "+" con respecto a la línea de referencia. "Min." representa un valor mínimo de un ángulo en el lado "-" con respecto a la línea de referencia (un valor máximo de un valor absoluto en el lado "-"). "Máx./min." representa una diferencia angular entre "máx." y "min."

La figura 7 es un dibujo que describe el "ángulo del muslo (trasero) máx./min." como un ejemplo de datos biomecánicos. El "ángulo del muslo (trasero) máx./min." se extrae en base a un ángulo de un muslo respecto a la línea de referencia. Más específicamente, la unidad de producción de la expresión de operación 34 extrae de los datos de la fotografía un valor máximo y un valor mínimo de un ángulo del muslo con respecto a la línea de referencia en cada ciclo en un periodo de tiempo determinado, calcula los respectivos valores promedio de los valores máximos y valores mínimos extraídos de una pluralidad de ciclos, y calcula una diferencia entre el valor promedio de los valores máximos y el valor promedio de los valores mínimos para obtener el "ángulo del muslo (trasero) máx./min."

La figura 8 es un dibujo que describe el "ángulo del antebrazo (lateral) máx./min." como un ejemplo de datos biomecánicos. El "ángulo del antebrazo (lateral) máx./min." se extrae en base a un ángulo del antebrazo con respecto a la línea de referencia. Más específicamente, la unidad de producción de la expresión de operación 34 extrae de los datos de la fotografía un valor máximo y un valor mínimo de un ángulo del antebrazo con respecto a la línea de referencia en cada ciclo en un periodo de tiempo determinado, calcula los respectivos valores promedio de los valores máximos y valores mínimos extraídos de una pluralidad de ciclos, y calcula una diferencia entre el valor promedio de los valores máximos y el valor promedio de los valores mínimos para obtener el "ángulo del antebrazo (lateral) máx./min."

La figura 9 es un dibujo que describe el "ángulo de la parte superior del brazo (lateral) máx." como un ejemplo de datos biomecánicos. El "ángulo de la parte superior del brazo (lateral) máx." se extrae en base a un ángulo de la parte superior del brazo con respecto a la línea de referencia. Más específicamente, la unidad de producción de la expresión de operación 34 extrae de los datos de la fotografía un valor máximo de un ángulo de la parte superior del brazo con respecto a la línea de referencia en cada ciclo en un periodo de tiempo determinado, y calcula un valor promedio de los valores máximos extraídos de una pluralidad de ciclos para obtener el "ángulo de la parte superior del brazo (lateral) máx."

La figura 10 es un dibujo que describe la "diferencia angular de la parte inferior de la pierna – diferencia angular del muslo" como un ejemplo de datos biomecánicos. La unidad de producción de la expresión de operación 34 obtiene de los datos de la fotografía un valor máximo y un valor mínimo de un ángulo de la parte inferior de la pierna en cada ciclo en un periodo de tiempo determinado, calcula los valores promedio de los valores máximos y los valores mínimos obtenidos, y calcula una diferencia entre el valor promedio del valor máximo y el valor promedio del valor mínimo. Así mismo, la unidad de producción de la expresión de operación 34 obtiene de los datos de la fotografía un valor máximo y un valor mínimo de un ángulo del muslo en cada ciclo en un periodo de tiempo determinado, calcula los valores promedio de los valores máximos y los valores mínimos obtenidos, y calcula una diferencia entre el valor promedio de los valores máximos y el valor promedio de los valores mínimos. Después, se calcula una diferencia entre la diferencia del valor promedio respecto al ángulo de la parte inferior de la pierna y la diferencia del valor promedio respecto al ángulo del muslo, de manera que se obtiene la "diferencia angular de la parte inferior de la pierna – diferencia angular del muslo".

La figura 11 es un dibujo que describe la "velocidad angular del muslo (lateral) min." como un ejemplo de datos biomecánicos. La unidad de producción de la expresión de operación 34 extrae de los datos de la fotografía una velocidad angular del muslo en cada ciclo, calcula un valor mínimo de la velocidad angular, y calcula un valor promedio de los valores mínimos de una pluralidad de ciclos para obtener la "velocidad angular del muslo (lateral) min."

La figura 12 es un dibujo que describe la "velocidad angular de la parte inferior de la pierna (suelo)" como un ejemplo de datos biomecánicos. La unidad de producción de la expresión de operación 34 extrae de los datos de la fotografía una velocidad angular de la parte inferior de la pierna en el momento de la pisada del pie derecho en cada ciclo en un periodo de tiempo determinado, y calcula un valor promedio de las velocidades angulares extraídas de la parte

inferior de la pierna en una pluralidad de ciclos para obtener la velocidad angular de la parte inferior de la pierna (suelo)”.

La figura 13 es un dibujo que describe el “ángulo de la parte inferior de la pierna (lateral) min.” como un ejemplo de datos biomecánicos. La unidad de producción de la expresión de operación 34 extrae de los datos de la fotografía un valor mínimo del ángulo de la parte inferior de la pierna en cada ciclo en un periodo de tiempo determinado, y calcula un valor promedio de los ángulos de la parte inferior de la pierna extraídos en una pluralidad de ciclos para obtener el “ángulo de la parte inferior de la pierna (lateral) min.”.

En relación con la figura 14, se describirá un ejemplo específico de los datos biomecánicos. La figura 14 representa un ejemplo de datos de series temporales del ángulo del antebrazo. La unidad de extracción de los datos biomecánicos 33b genera datos de series temporales del ángulo del antebrazo en base a marcas de los marcadores 90 en la fotografía de la marcha. En la figura 14, las líneas discontinuas indican tiempos de pisada del pie derecho. La figura 14 indica datos de doce segundos. Los datos incluyen datos de trece ciclos. La unidad de producción de la expresión de operación 34 extrae los datos mostrados en la figura 14 de los datos de la fotografía y extrae además un valor máximo y un valor mínimo del ángulo del antebrazo en cada ciclo. Después, la unidad de producción de la expresión de operación 34 calcula un valor promedio de los valores máximos obtenidos y un valor promedio de los valores mínimos obtenidos en una pluralidad de ciclos y calcula una diferencia entre los valores promedio para obtener el “ángulo del antebrazo (lateral) máx./min.”. En la figura 14, el valor máximo del ángulo del antebrazo en el ciclo trece se indica con “máx.” y el valor mínimo se indica con “min.”, y la diferencia entre estos valores se indica con “máx. – min.”.

De nuevo en relación con la figura 5, después de que se extraigan los datos biomecánicos en la etapa E402, la unidad de producción de la expresión de operación 34 extrae, en la etapa E403, las características altamente correlacionadas con las puntuaciones de la forma de correr dadas a los corredores sometidos a la prueba a partir de las características del usuario. Las “características del usuario” incluyen las características corporales de cada corredor (por ejemplo, el IMC) y los datos biomecánicos descritos en relación con las figuras 7-14. La unidad de producción de la expresión de operación 34 extrae las características altamente correlacionadas con la puntuación de la forma de correr dada al corredor de la prueba entre las características del corredor de la prueba (“IMC”, “ángulo del muslo (trasero) máx./min.”, “ángulo del antebrazo (lateral) máx./min.”, “ángulo de la parte superior del brazo (lateral) máx.”, “diferencia angular de la parte inferior de la pierna – diferencia angular del muslo”, “velocidad angular del muslo (lateral) min.”, “velocidad angular de la parte inferior de la pierna (suelo)”, y “ángulo de la parte inferior de la pierna (lateral) min.”). La extracción de las características altamente correlacionadas se consigue gracias a la extracción de características que tienen un valor de la función de correlación mayor o igual que un valor determinado.

Después, la unidad de producción de la expresión de operación 34 realiza, en la etapa E404, un único análisis de regresión para generar una expresión de regresión que represente una relación entre cada característica y una puntuación de la forma de correr. En el único análisis de regresión, cada característica extraída en la etapa E403 se establece como una variable explicativa, y la puntuación de la forma de correr se establece como una variable objetiva.

La figura 15 representa un ejemplo de la expresión de regresión generada en la etapa E404. La figura 15 representa las respectivas expresiones de regresión para el “IMC”, “ángulo del muslo (trasero) máx./min.”, “ángulo del antebrazo (lateral) máx./min.”, “ángulo de la parte superior del brazo (lateral) máx.”, “diferencia angular de la parte inferior de la pierna – diferencia angular del muslo”, y “velocidad angular del muslo (lateral) min.” como expresiones (1)-(6). Las señales “N1” y “N2” en la expresión (1), las señales “I1” y “I2” en la expresión (2), las señales “J1” y “J2” en la expresión (3), las señales “K1” y “K2” en la expresión (4), las señales “L1” y “L2” en la expresión (5), y las señales “M1” y “M2” en la expresión (6) son coeficientes utilizados en las expresiones de regresión. Las “puntuación 1”-“puntuación 6” indican resultados de cálculo de las expresiones (1)-(6), respectivamente.

La producción de la expresión de operación (etapa E401 – etapa E404) puede realizarse mediante la unidad de cómputo de la puntuación 35. La unidad de cómputo de la puntuación 35 genera la expresión de operación ejecutando el procesamiento similar al procesamiento en la unidad de producción de la expresión de operación 34 descrita anteriormente, utilizando los datos biomecánicos del corredor de la prueba extraídos en la unidad de extracción de la información corporal 33 y/o las características corporales extraídas de la información del usuario del corredor de la prueba introducida en la unidad de entrada de información del usuario 31. En este caso, la unidad de producción de la expresión de operación 34 emite una instrucción a la unidad de cómputo de la puntuación 35 de cómo procesar los datos biomecánicos y las características corporales para la producción de la expresión de operación.

[Cálculo de la puntuación de la forma de correr]

La unidad de cómputo de la puntuación 35 calcula una puntuación de la forma de correr de un sujeto sometido a la prueba en la etapa E204, como se describe en relación con la figura 3. Más específicamente, la unidad de cómputo de la puntuación 35 extrae las características del sujeto sometido a la prueba necesarias para las expresiones (1) – (6) a partir de la información del usuario y la fotografía en la que el sujeto sometido a la prueba corre. Las

características extraídas del sujeto sometido a la prueba incluyen las características corporales y los datos biomecánicos del sujeto sometido a la prueba. La descripción no se repite pues el proceso de cómo la unidad de extracción de la información corporal 33 (la unidad de procesamiento de imagen 33a y la unidad de extracción de datos biomecánicos 33b) extrae los datos biomecánicos a partir de la fotografía en la que el sujeto sometido a la prueba corre, se describe de una manera similar a cómo la unidad de producción de la expresión de operación 34 extrae los datos biomecánicos de los corredores sometidos a la prueba, en relación con las figuras 5-14.

Después, la unidad de cómputo de la puntuación 35 aplica las características extraídas del sujeto sometido a la prueba a las expresiones (1)-(6), respectivamente. En consecuencia, las puntuaciones de la forma de correr del sujeto sometido a la prueba se calculan de forma preliminar como “puntuación 1” – “puntuación 6”. Después, la unidad de cómputo de la puntuación 35 calcula un valor promedio de las puntuaciones de la forma de correr calculadas de forma preliminar de acuerdo con la siguiente expresión (av.) para obtener la puntuación de la forma de correr del sujeto sometido a la prueba. En la expresión (av.), un valor de la variable “i” cambia de entre “1” hasta “6”. La puntuación de la forma de correr obtenida se emite como un resultado de diagnóstico en la etapa E205 (véase la figura 3).

$$(Puntuación\ de\ la\ forma\ de\ correr) = (\sum Puntuación_i) / 6 \quad \dots (av.)$$

[Visión general]

En relación con la figura 16, se describirá el cálculo de la puntuación de la forma de correr de acuerdo con la presente realización. Para el cálculo de la puntuación de la marcha del sujeto sometido a la prueba, se genera la expresión de operación en base a la fotografía en la que el corredor de la prueba corre y la puntuación de la forma de correr ofrecida por el experto respecto a la marcha del corredor de la prueba.

La expresión de operación incluye expresiones matemáticas que utilizan seis características (expresiones (1)-(6)) y una expresión matemática (expresión (av.)) para calcular un valor promedio de las puntuaciones de la forma de correr calculadas de forma preliminar por estas expresiones matemáticas. Entre las seis características se incluyen el “IMC”, “ángulo del muslo (trasero) máx./min.”, “ángulo del antebrazo (lateral) máx./min.”, “ángulo de la parte superior del brazo (lateral) máx.”, “diferencia angular de la parte inferior de la pierna – diferencia angular del muslo”, y “velocidad angular del muslo (lateral) min.”, “velocidad angular de la parte inferior de la pierna (suelo)”, y “ángulo de la parte inferior de la pierna (lateral) min.”. Las características del corredor (corredor de la prueba y sujeto sometido a la prueba) utilizadas para calcular la puntuación de la forma de correr mostrada en las expresiones (1)-(6) son meros ejemplos. Estas características son ejemplos de aquellas seleccionadas como altamente correlacionadas con la puntuación de la forma de correr ofrecida al corredor de la prueba, y el número y tipo no están limitados a aquellos mostrados en las ecuaciones (1)-(6).

En la presente realización, entre las características del corredor usadas para calcular la puntuación de la forma de correr se incluyen las características corporales (por ejemplo, el “IMC”) y los datos biomecánicos. Así mismo, las características del corredor usadas para calcular la puntuación de la forma de correr pueden incluir solo datos biomecánicos en algunos casos.

La figura 17 representa una correlación entre las puntuaciones de la forma de correr calculadas de acuerdo con la presente realización (las puntuaciones de la forma de correr calculadas a partir de las puntuaciones de la evaluación) y las puntuaciones de marcha de treinta y cinco corredores sometidos a la prueba ofrecidas por los expertos. El eje vertical del gráfico de la figura 17 representa los valores de la evaluación completa de la forma de correr ofrecida por los expertos para cada corredor de la prueba. El eje horizontal del gráfico representa los valores de las puntuaciones totales de la forma de correr calculados con el uso de ecuaciones (1)-(6) y la ecuación (av.) en base a la fotografía en la que cada corredor de la prueba corre (las puntuaciones de la forma de correr calculadas a partir de las puntuaciones de la evaluación).

El coeficiente de determinación (el cuadrado del coeficiente de correlación múltiple) de la puntuación de la forma de correr ofrecida por el experto y la puntuación calculada a partir de la puntuación de la evaluación en base al resultado mostrado en la figura 17 fue de “0,74”. Por lo tanto, el procedimiento para calcular una puntuación de la forma de correr de acuerdo con la presente realización puede proporcionar una puntuación cercana a la puntuación de la forma de correr ofrecida por los expertos en el resultado de la evaluación.

[Ejemplo modificado]

5 Se describirá un ejemplo modificado de la expresión de operación usada para calcular la puntuación de la forma de correr y el cálculo de la puntuación de la marcha usado en la expresión de operación. La siguiente descripción del presente ejemplo modificado trata principalmente sobre los cambios respecto al sistema de diagnóstico de la forma de correr mostrado en la figura 1 y similares.

10 En el ejemplo modificado, el experto ofrece la evaluación en dos o más elementos respecto a la marcha del corredor de la prueba además de la puntuación de la forma de correr. La expresión de operación de este ejemplo modificado incluye una expresión matemática (primera expresión de regresión) que asocia a la puntuación de la forma de correr el elemento de evaluación altamente correlacionado con la puntuación de la forma de correr, y una expresión matemática (segunda expresión de regresión) que asocia al elemento de evaluación las características del corredor altamente correlacionadas con el elemento de evaluación. Estas expresiones matemáticas se generan usando las características corporales y/o la fotografía en la que el corredor de la prueba corre.

15 El cálculo de la puntuación de la forma de correr en este ejemplo modificado incluye extraer las características del usuario necesarias para la segunda expresión de regresión a partir de las características corporales y/o la fotografía en la que el sujeto sometido a la prueba corre, calculando un valor del “elemento de evaluación altamente correlacionado” aplicando las características del usuario extraídas a la segunda expresión de regresión, y aplicando el valor calculado del “elemento de evaluación altamente correlacionado” a la primera expresión de regresión.

La figura 18 es un flujograma que representa la producción de la expresión de operación de acuerdo con el presente ejemplo modificado.

20 En relación con la figura 18, la unidad de producción de la expresión de operación 34 carga los datos de la clasificación de un cuestionario ofrecido por parte del número N de expertos respecto a las marchas del número M de corredores sometidos a la prueba y las fotografías en las que corre el número M de corredores sometidos a la prueba (etapa E501). Así mismo, en la etapa E501 la unidad de producción de la expresión de operación 34 también recibe una entrada de la información corporal que incluye la altura y peso de cada corredor de la prueba. Como se describirá más adelante en relación con la figura 22, los datos de clasificación incluyen una puntuación total de la forma de correr (“evaluación completa” en la figura 22) respecto a la marcha de los corredores sometidos a la prueba y las puntuaciones de dos o más elementos de destreza (“ELEMENTO DE DESTREZA 1” – “ELEMENTO DE DESTREZA n” en la figura 22) que son puntos para evaluar la marcha. Cada uno de los dos o más elementos de destreza pueden identificarse como “elemento de destreza Fn” en la siguiente descripción.

30 A continuación, la unidad de producción de la expresión de operación 34 realiza un análisis estadístico de los datos de la clasificación de cada elemento de destreza para especificar los elementos de destreza Fn que constituyen la evaluación completa de una forma de correr ofrecida por un experto (grado para conseguir la marcha ideal) (etapa E502). Más específicamente, la unidad de producción de la expresión de operación 34, por ejemplo, realiza un análisis factorial respecto a los elementos de la clasificación (elemento de destreza y evaluación completa) ofrecidos por el experto en el cuestionario para agrupar los elementos de destreza Fn en una pluralidad de grupos de componentes (factores). A continuación, la unidad de producción de la expresión de operación 34 especifica una correlación entre los factores extraídos por el agrupamiento y la evaluación completa. Entonces, la unidad de producción de la expresión de operación 34 especifica un factor representativo de los elementos de destreza Fn incluidos en cada factor. La unidad de producción de la expresión de operación 34 obtiene los elementos de destreza Fn que constituyen la evaluación completa como los factores representativos especificados. En consecuencia, la evaluación completa de la forma de correr puede asociarse con los elementos de destreza Fn especificados. El término “constituir” la evaluación completa significa “afectar considerablemente” a la evaluación completa.

45 A continuación, la unidad de producción de la expresión de operación 34 calcula los datos biomecánicos de cada corredor de la prueba a partir de la información de las coordenadas en 3D obtenida de una fotografía en la que cada corredor de la prueba corre (etapa E503). La unidad de producción de la expresión de operación 34 puede extraer datos biomecánicos usando funciones de la unidad de procesamiento de imagen 33a y de la unidad de extracción de datos biomecánicos 33b. Ya que el cómo los datos biomecánicos se extraen se describe de una manera similar a la descripción relacionada con las figuras 6-13, no se repite la descripción.

50 A continuación, la unidad de producción de la expresión de operación 34 halla las matrices de correlación como características del usuario (datos biomecánicos y características corporales extraídos) y los elementos de destreza Fn especificados en la etapa E502 (elementos de destreza Fn que constituyen la evaluación completa) para extraer las características del usuario altamente correlacionadas con el elemento de destreza Fn que constituye la evaluación completa (etapa E504). Las características del usuario extraídas en esta fase se describirán apropiadamente como el parámetro Xn (X1, X2, ... Xn) en la siguiente descripción.

A continuación, la unidad de producción de la expresión de operación 34, en la etapa E505, realiza el análisis de regresión múltiple, con las puntuaciones de los elementos de destreza Fn que constituyen la evaluación completa (puntuaciones descritas en el cuestionario) ofrecidas por un experto como una variable objetiva y con las

características del usuario X_n extraídas (características corporales y parámetros biomecánicos) como una variable explicativa, para crear una expresión de regresión f_2 (segunda expresión de regresión) que estime las puntuaciones de los elementos de destreza F_n que constituyen la evaluación completa a partir de las características del usuario X_n (características corporales y parámetros biomecánicos). Como expresión de regresión f_2 , se usa una única expresión de regresión o una expresión de regresión múltiple. Así mismo, la unidad de producción de la expresión de operación 34, en la etapa E505, realiza el análisis de regresión múltiple para crear una expresión de regresión f_1 múltiple (primera expresión de regresión) que calcule la evaluación completa (puntuación de la forma de correr) utilizando los elementos de destreza F_n que constituyen la evaluación completa. En el análisis de regresión múltiple, se establece que la evaluación completa debe ser una variable objetiva, y la puntuación del elemento de destreza F_n que constituye la evaluación completa es una variable explicativa.

En el presente ejemplo modificado, la “expresión de operación” que calcula la puntuación de la marcha del sujeto sometido a la prueba incluye la expresión de regresión f_2 múltiple y la expresión de regresión f_1 múltiple. La expresión de regresión f_2 múltiple y la expresión de regresión f_1 múltiple asocian las características del usuario con la puntuación de la forma de correr (evaluación completa).

En el presente ejemplo modificado, la unidad de cómputo de la puntuación 35, en la etapa E205, aplica las características del usuario generadas como se han descrito anteriormente a la expresión de regresión f_2 múltiple para obtener un valor del “elemento de evaluación altamente correlacionado” y calcula además una puntuación de la forma de correr aplicando el valor del “elemento de evaluación altamente correlacionado” a la expresión de regresión f_1 múltiple.

Cuando la evaluación descrita en el cuestionario se clasifica mediante una evaluación multinivel, el valor incluido en la evaluación puede visualizarse después de haber sido estandarizado en una escala de puntuación deseada.

En la figura 19 se muestra una serie de flujo para calcular la puntuación de la forma de correr. En la figura 19 se muestra un ejemplo donde los elementos de destreza F_3 y F_6 se obtienen a partir de los elementos de destreza F_n como elementos de destreza que constituyen la evaluación completa. Así mismo, en el ejemplo, las características del usuario X_1 - X_3 altamente correlacionadas con los elementos de destreza F_3 y las características del usuario X_4 - X_8 altamente correlacionadas con el elemento de destreza F_6 se extraen a partir de una pluralidad de características del usuario. Las puntuaciones de los elementos de destreza F_3 y F_6 se hallan utilizando la expresión de regresión f_1 . La puntuación de la forma de correr (evaluación completa) se halla utilizando la expresión de regresión f_2 .

Así mismo, como otro ejemplo, puede darse el caso en el que las puntuaciones de los elementos de evaluación individual (I_n) de una forma de correr se hallen una vez utilizando parámetros X_n extraídos como se muestra en la figura 20, y las puntuaciones de los elementos de destreza F_n que constituyen la evaluación completa se hallan utilizando las puntuaciones de los elementos de evaluación individual (I_n), y se halla la evaluación completa utilizando las puntuaciones de los elementos de destreza F_n . Cualquier elemento que pueda obtenerse utilizando parámetros X_n usados para calcular los elementos de destreza F_n que constituyen la evaluación completa, puede establecerse como el elemento de evaluación individual (I_n).

Se muestra en la figura 20 una serie de flujo para calcular la evaluación completa y las puntuaciones del elemento de evaluación individual (I_n). En la figura 20 se muestra el caso en el que los elementos de destreza F_3 y F_6 se obtienen a partir de los elementos de destreza F_n como elementos de destreza que constituyen la evaluación completa, y las características X_1 - X_3 altamente correlacionadas con el elemento de destreza F_3 y las características X_4 - X_8 altamente correlacionadas con el elemento de destreza F_6 se extraen de una pluralidad de características del usuario.

Así mismo, en el ejemplo de la figura 20, se establecen el elemento de evaluación individual I_1 asociable a los parámetros X_1 y X_2 , y el elemento de evaluación individual I_2 asociable al parámetro X_3 , de manera que se calcula una puntuación del elemento de destreza F_3 en base a las puntuaciones de los elementos de evaluación individual I_1 y I_2 . De manera similar, se establecen el elemento de evaluación individual I_3 asociable con el parámetro X_4 , el elemento de evaluación individual I_4 asociable con los parámetros X_5 y X_6 , y el elemento de evaluación individual I_5 asociable con los parámetros X_7 y X_8 , de forma que se calcula una puntuación del elemento de destreza F_6 en base a estos elementos de evaluación individual I_3 - I_5 . Después, la puntuación total se calcula en base a las puntuaciones de los elementos de destreza F_3 y F_6 .

Las puntuaciones de los elementos de evaluación individual I_1 - I_5 se hallan utilizando la expresión de regresión f_3 . Las puntuaciones de los elementos de destreza F_3 y F_6 se hallan utilizando la expresión de regresión f_4 . La puntuación de la forma de correr (puntuación total) se halla utilizando la expresión de regresión f_5 .

Como se ha descrito anteriormente, además del punto de evaluación completa de la forma de correr, se puntúa también el elemento de la evaluación individual en base al resultado de la evaluación del experto, de manera que puede realizarse con más detalle una forma de diagnóstico para el sujeto sometido a la prueba.

Así mismo, el análisis de regresión múltiple, con los datos biomecánicos (información del movimiento del cuerpo) de la pluralidad de corredores sometidos a la prueba como una variable explicativa y con la evaluación completa ofrecida por el experto respecto a la marcha de la pluralidad de corredores sometidos a la prueba como una variable

objetiva, permite que se genere la expresión de regresión múltiple que calcula una puntuación de la forma de correr directamente a partir de la información del movimiento del cuerpo del sujeto sometido a la prueba. Como se ha descrito anteriormente, se muestra en la figura 21 una serie de flujo para calcular la puntuación de la forma de correr del sujeto sometido a la prueba. Así mismo, la siguiente expresión (X) es un ejemplo de la expresión de regresión múltiple.

$$\begin{aligned} \text{Puntuación total} &= N1 + N2 \times \text{ángulo del muslo (trasero) máx./min.} \\ &+ N3 \times \text{ángulo de la parte superior del brazo (lateral) máx./min.} \\ &+ N4 + \text{ángulo del antebrazo (lateral) máx./min....(X)} \end{aligned}$$

De acuerdo con el ejemplo mostrado en la figura 21, se indican como X1, X2 y X3 tres tipos de información del movimiento del cuerpo usados para el análisis de regresión múltiple. De acuerdo con la expresión de regresión múltiple, se emplean como ejemplo específico tres tipos de información del movimiento del cuerpo, "ángulo del muslo (trasero) máx./min.", "ángulo de la parte superior del brazo (lateral) máx./min." y "ángulo del antebrazo (lateral) máx./min."

De acuerdo con el ejemplo mostrado en la figura 21 y la expresión (X), el número de información del movimiento del cuerpo utilizado para el análisis de regresión múltiple es de "tres". Sin embargo, esto es un mero ejemplo, y el número no está limitado a tres.

Así mismo en el presente ejemplo modificado, se aplica el diagrama de bloques funcional mostrado en la figura 4. Las expresiones de evaluación de la forma de correr (expresiones de regresión múltiples f2, f1) se almacenan en un área de almacenamiento (no se ilustra) en la unidad de producción de la expresión de operación 34, y se establecen en la unidad de cómputo de la puntuación 35 proporcionada en una etapa posterior. La unidad de cómputo de la puntuación 35 selecciona las características corporales y el parámetro biomecánico Xn a partir de los datos biomecánicos del sujeto A de la prueba emitidos por la unidad de extracción de datos biomecánicos 33b, y que los aplica de manera secuencial a las expresiones de evaluación de la forma de correr (expresión de regresión múltiple f2, f1) para calcular la puntuación de la forma de correr de un sujeto A de la prueba (etapa E506).

En relación con la figura 22, se describirán los contenidos del cuestionario utilizados en el presente ejemplo modificado. La figura 22 representa un esquema del cuestionario distribuido al experto. El cuestionario incluye áreas para introducir un resultado de la clasificación para cada elemento de destreza ("ELEMENTO DE DESTREZA 1" – "ELEMENTO DE DESTREZA n" en la figura 22) y áreas para introducir la evaluación completa (puntuación de la forma de correr) ("evaluación completa" en la figura 22).

Ejemplo

De aquí en adelante, se describirá un ejemplo del ejemplo modificado. La configuración básica del sistema de diagnóstico de la forma de correr es tal y como se muestra en la figura 1. Una cinta, un sistema de captura de imágenes, y un *software* de análisis utilizados en el presente documento son tal y como se describen a continuación.

Cinta: fabricada por Nikon Kohden Corporation

Sistema de captura de imágenes: Library Co., Ltd., Giganet Image Input System GE60W (de dos cámaras)

Software de análisis: Library Co., Ltd., *software* de medición de imágenes en movimiento en 3D Move-tr/3D (incluye *software* en 2D), Caputre EX (SP)

Además, se asignaron seis marcadores 90 a seis ubicaciones (hombro, codo, muñeca, base del muslo, rodilla, tobillo) en el lado derecho de un sujeto sometido a la prueba.

La expresión de operación (expresión de evaluación de la forma de correr) se determinó en base al siguiente proceso.

En primer lugar, se prepararon las fotografías en las que corrían veinte corredores (corredores sometidos a la prueba) que presentaban diferentes niveles de marcha. Después, doce expertos reconocidos observaron las fotografías en las que corrían los veinte corredores sometidos a la prueba para crear datos de clasificación para cada corredor de la prueba. La figura 23 representa un ejemplo específico del cuestionario distribuido a cada experto.

Como se muestra en la figura 23, en el presente ejemplo, ocho elementos entre los que se incluían "sentido de la velocidad", "gracia", "seguridad", "sentido del ritmo", "relajación", "dinamismo", "suavidad", y "equilibrio" se enumeraron como elementos de destreza, y se realizó la evaluación de la clasificación en siete niveles. Además, se proporcionó un campo para introducir una puntuación específica de la forma de correr como "evaluación completa".

En el cuestionario, la evaluación de la clasificación en siete niveles se realizó para los elementos de destreza. Sin embargo, en este análisis es deseable la estandarización. Por lo tanto, en el presente ejemplo los ocho elementos

de los elementos de destreza y la evaluación completa pueden convertirse a 70 ± 15 o similares utilizando una media y una variación convencional de datos para el número M ofrecido por el número N de expertos.

5 En la siguiente descripción, cuando se presenta en sí cada elemento de destreza, el nombre de cada elemento de destreza se inscribe entre comillas dobles (ejemplo: "seguridad", "dinamismo"), y cuando se presenta la puntuación de cada elemento de destreza, los caracteres "puntuación" se unen al principio de cada elemento de destreza (ejemplo: "puntuación de la seguridad", "puntuación del dinamismo").

Como un resultado de realizar el análisis factorial respecto al resultado de la clasificación del cuestionario resuelto, se halló que la puntuación de la forma de correr (evaluación completa ofrecida por el experto) está principalmente formada por la "puntuación de la seguridad" y la "puntuación del dinamismo", como se describe a continuación.

10 La figura 24 traza una carga factorial de cada elemento de destreza respecto al factor extraído del análisis factorial. La figura 25 traza puntuaciones factoriales de los veinte corredores. Así mismo, la figura 26 representa una correlación entre las puntuaciones factoriales de los factores extraídos y la "evaluación completa".

15 Como resultado de realizar el análisis factorial respecto a los elementos de evaluación del cuestionario, se extrajeron dos factores, incluyendo un factor 1 y un factor 2. Después de trazar la carga factorial de cada elemento de destreza, se halló que, como se muestra en la figura 24, cada elemento de destreza puede agruparse en un primer grupo que consiste en "dinamismo" y "sentido de la velocidad", un segundo grupo que consiste en "evaluación completa", "gracia", "sentido del ritmo", "relajación", "suavidad" y "equilibrio", y un tercer grupo que consiste en "seguridad".

20 Además, como se muestra en la figura 25, como resultado de trazar la puntuación factorial de cada elemento de destreza, se halló que la forma de correr ideal puede agruparse en base a dos ejes del factor 1 (factor relacionado con la seguridad) y el factor 2 (factor relacionado con el dinamismo). Después de llevar a cabo una investigación sobre la correlación entre el factor 1 así como el factor 2 y la "evaluación completa", se halló que, como se muestra en la figura 26, la evaluación completa de la forma de correr ofrecida por el experto se representa como: factor 1 + factor 2 (puntuación combinada del factor 1 y el factor 2).

25 Después, como se muestra en la figura 24, la "puntuación de la seguridad" se extrajo como una variable representativa del factor 1. Así mismo, la "puntuación del dinamismo" se extrajo como una variable representativa del factor 2. En consecuencia, la evaluación completa de la forma de correr se representó como: "puntuación de la seguridad" + "puntuación del dinamismo".

A continuación, las características del usuario (características corporales y/o parámetro biomecánico) se extrajeron como elementos respectivos de la "puntuación de la seguridad" y "puntuación del dinamismo":

30 En primer lugar, a partir de las fotografías en las que corren los veinte corredores sometidos a la prueba, se calcularon los ángulos de las articulaciones de treinta y seis elementos en total en cuanto a las catorce articulaciones en total incluyendo las articulaciones izquierda y derecha de la cadera, las articulaciones de las rodillas, las articulaciones de los tobillos, las articulaciones esternoclaviculares, las articulaciones de los hombros, las articulaciones de los codos, el tronco del cuerpo y el cuello. Así mismo, los ángulos de proyección del segmento del cuerpo (muslos, partes inferiores de las piernas, tronco del cuerpo, torso superior, torso inferior, partes superiores del brazo, antebrazos, partes de los pies, hombros) se calcularon como ángulos de los segmentos del cuerpo respecto a cada plano del sistema de coordenadas absoluto. Después, las características del usuario se acotaron mediante un único análisis de correlación y mediante el análisis del componente principal en cuanto a un grupo de datos que incluyen estos datos biomecánicos, con el IMC del sujeto sometido a la prueba y los datos de reacción del suelo, de forma que se extrajeron las características del usuario (parámetros) altamente correlacionadas con la "puntuación de la seguridad" y la "puntuación del dinamismo". El acotamiento para la extracción de las características del usuario se realizó mientras se evitaba la multicolinealidad.

35 Como resultado del procesamiento descrito anteriormente, se extrajeron de los datos biomecánicos tres elementos en total, incluyendo el "IMC" como una de las características corporales, el "ángulo del muslo (trasero) máx./min." y el "ángulo del antebrazo (lateral) máx./min." como características del usuario altamente correlacionadas con la "puntuación de la seguridad". Así mismo, se extrajeron cinco elementos en total, incluyendo el "ángulo de la parte superior del brazo (lateral) máx.", "la velocidad angular del muslo (lateral) min.", el "ángulo de la parte inferior de la pierna (lateral) min.", la "diferencia angular de la parte inferior de la pierna – diferencia angular del muslo", y la "velocidad angular de la parte inferior de la pierna (suelo)", a partir de los datos biomecánicos como características del usuario altamente correlacionadas con la "puntuación del dinamismo".

40 Las características corporales y los parámetros biomecánicos extraídos en relación con la "puntuación de la seguridad" y la "puntuación del dinamismo" fueron aquellos descritos en relación con las figuras 6-13. Los datos biomecánicos usados en esta fase se extraen (calculan) como se describe en relación con las figuras 6-13. La extracción (cálculo) de los datos biomecánicos requiere al menos seis marcadores. Más específicamente, los seis marcadores se colocan en la articulación del hombro del corredor, la articulación del codo, la articulación de la muñeca, la articulación de la base, la articulación de la rodilla, y la articulación del tobillo. Utilizando estos marcadores colocados en la articulación del hombro, la articulación del codo, y la articulación de la muñeca, se puede obtener la información del ángulo de la parte superior del brazo y del antebrazo. Así mismo, al utilizar

marcadores colocados en la articulación de la base, la articulación de la rodilla, y la articulación del tobillo, se puede obtener la información del ángulo del muslo y de la parte inferior de la pierna.

5 A continuación, utilizando el análisis de regresión múltiple, las expresiones que representan los elementos de evaluación “puntuación de la seguridad” y “puntuación del dinamismo” se construyeron a partir de las características del usuario extraídas (características corporales y datos biomecánicos). Esto significa que se halló la expresión de regresión múltiple para obtener el punto de evaluación de la forma de correr (evaluación completa). En el presente ejemplo, además de la evaluación completa, se visualizan los puntos (puntuación de la evaluación individual) para cada elemento de evaluación individual de la forma de correr. Cada elemento de evaluación individual se calculó en base a las características del usuario extraídas (características corporales y parámetros biomecánicos). Después, en base a cada puntuación de la evaluación individual calculada, se calculó la evaluación completa.

10 La figura 27 representa un ejemplo de un grupo de expresiones matemáticas utilizadas para calcular la puntuación de la forma de correr en el presente ejemplo. La figura 27 representa las expresiones (7)-(14).

15 Respecto al elemento de evaluación “puntuación de la seguridad” el análisis de regresión se realizó con el “IMC”, el “ángulo del muslo (trasero) máx./min.”, y el “ángulo del antebrazo (lateral) máx./min.” como una variable explicativa y con la “puntuación de la evaluación individual” como una variable objetiva. La expresión para calcular la puntuación del elemento de evaluación individual que puede obtenerse con el uso de los tres parámetros anteriormente descritos se especifica como se muestra en las expresiones (7) y (8) de la figura 27. Los nombres de los elementos de evaluación individual específicos (seguridad, relajación) se establecieron de forma apropiada teniendo en cuenta los elementos de destreza correspondientes.

20 De manera similar, la expresión para calcular la puntuación del elemento de evaluación individual capaz de definir el “ángulo de la parte superior del brazo (lateral) máx.”, la “velocidad angular del muslo (lateral) min.”, el ángulo de la parte inferior de la pierna (lateral) min.”, la “diferencia angular de la parte inferior de la pierna – diferencia angular del muslo”, y la “velocidad angular de la parte inferior del muslo (suelo)” relacionados con el elemento de evaluación “puntuación del dinamismo” como una variable explicativa, se especificó como se muestra en las expresiones (10)-(13) de la figura 27.

25 En la figura 27, la expresión (9) es una expresión de regresión para calcular la “puntuación de la seguridad” utilizando valores calculados por las expresiones (7) y (8). La expresión (13) es una expresión de regresión para calcular la “puntuación del dinamismo” utilizando valores calculados por las expresiones (10)-(12). La expresión (14) es una expresión de regresión para calcular una puntuación total utilizando la “puntuación de la seguridad” de la expresión (9) y la “puntuación del dinamismo” de la expresión (13).

La figura 28 representa una relación entre las características corporales así como los parámetros biomecánicos extraídos de una manera descrita anteriormente, el elemento de evaluación individual (para determinar los elementos de destreza), los elementos de destreza calculados usando el elemento de evaluación individual, y la puntuación de la forma de correr calculada usando el elemento de destreza.

35 En la relación entre los elementos de destreza, y la puntuación de la forma de correr mostrada en la figura 28, las puntuaciones de los elementos de destreza “puntuación de la seguridad” y “puntuación del dinamismo” se calculan utilizando las puntuaciones de los cinco elementos de evaluación individuales calculados (“seguridad”, “relajación”, “posición”, “recorrido” e “impulso”). Después, utilizando los elementos de destreza “puntuación de la seguridad” y “puntuación del dinamismo”, se calcula la puntuación total (puntuación de la forma de correr) con la expresión (14).

40 Las puntuaciones de los elementos de destreza y la puntuación total, halladas de la manera anteriormente descrita, se proporcionan en una ficha de salida como un resultado de la evaluación junto con un comentario de recomendación del experto preparado previamente de acuerdo con las respectivas distribuciones de puntuación. El comentario de recomendación se selecciona de la manera que se describe a continuación. Dicho de otra forma, las puntuaciones de los elementos de destreza y la puntuación total se agrupan en 86 puntos o más, 85-76 puntos, 75-56 puntos, y 55 puntos o menos, y, en cada franja de puntuación, se establece previamente la recomendación para un corredor. Los contenidos de la recomendación a establecer se determinan en base a los contenidos dictaminados por un experto. La unidad de creación de datos de salida 36 selecciona de la unidad de almacenamiento de datos 32 o similares un comentario de recomendación de acuerdo con una puntuación del sujeto sometido a la prueba, y lo proporciona en la ficha de salida. Después, las formas de agrupamiento (el intervalo de puntuaciones en cada grupo) no están limitadas a aquellas descritas anteriormente, y puede emplearse otra forma.

55 Las figuras 29-31 representan treinta y cinco corredores asociados con la relación entre la puntuación calculada por el sistema de diagnóstico de la forma de correr del presente ejemplo y la puntuación del experto respecto a cada corredor. La figura 29 representa una relación de puntuaciones del elemento de destreza “seguridad”. La figura 30 representa una relación de puntuaciones del elemento de destreza “dinamismo”. La figura 31 representa una relación de las puntuaciones de la forma de correr.

Como puede entenderse a partir de las figuras 29-31, en relación con todas las puntuaciones “puntuación de la seguridad”, “puntuación del dinamismo” y “evaluación completa”, se indica una correlación alta entre las puntuaciones del sistema de diagnóstico de la forma de correr del presente ejemplo y la evaluación del experto. Por

ejemplo, en la relación en cuanto a las puntuaciones de la forma de correr, el coeficiente de determinación para la puntuación ofrecida por el experto y la puntuación calculada fue de 0,84. En consecuencia, se confirmó la eficacia de la precisión en la evaluación realizada por el sistema de diagnóstico de la forma de correr de la presente realización. Así mismo, comparando los resultados de las figuras 17 y 31, se confirmó que la precisión de la evaluación en el ejemplo modificado es mayor que la precisión de la evaluación de la presente realización.

[Ejemplo específico de la ficha de salida]

A continuación, se describirá un ejemplo específico de la ficha de salida emitida por el dispositivo de salida 40. Las figuras 32 y 33 representan un ejemplo específico de la ficha de salida.

La ficha de salida incluye una ficha 510 mostrada en la figura 32 y una ficha 520 mostrada en la figura 33. La ficha 510 incluye un campo 110 que indica un perfil de un sujeto sometido a la prueba, un campo 120 que indica una puntuación tal como una puntuación de la forma de correr determinada respecto a la marcha del sujeto sometido a la prueba, un campo 130 que indica una recomendación respecto al sujeto sometido a la prueba, un campo 140 que indica una imagen de una forma de correr del sujeto sometido a la prueba, un campo 150 que indica un programa de ejercicios propuesto al sujeto sometido a la prueba, y un campo 160 que indica la información de las zapatillas o similares que se recomiendan que adquiriera el sujeto sometido a la prueba. La unidad de creación de datos de salida 36 genera la información que debe proporcionarse en el campo 110 en base a la información o similares introducida en la unidad de entrada de información del usuario 31.

El campo 120 incluye los campos 121-125 para visualizar las puntuaciones respectivas de cinco elementos de evaluación mostrados en la figura 28 y un campo 126 para visualizar la puntuación de la forma de correr. Los campos 121-125 incluyen respectivamente campos para visualizar los comentarios de recomendación de acuerdo con las puntuaciones de los elementos de evaluación. Más específicamente, el campo 121 incluye los campos 121A, 121B. El campo 122, incluye los campos 122A, 122B. El campo 123 incluye los campos 123A, 123B. El campo 124 incluye los campos 124A, 124B. El campo 125 incluye los campos 125A, 125B. La unidad de almacenamiento de datos 32 almacena los comentarios de recomendación asociados con las puntuaciones agrupadas previamente en cuanto a las puntuaciones de los elementos de evaluación. La unidad de creación de datos de salida 36 selecciona los comentarios de recomendación correspondientes a las puntuaciones de los elementos de evaluación de los comentarios de recomendación almacenados en la unidad de almacenamiento de datos 32 y permite a los campos 121-125 visualizar los mismos.

El campo 121A visualiza los comentarios de recomendación correspondientes a la puntuación del elemento de evaluación "seguridad", del que se visualiza la puntuación en el campo de visualización 121. El comentario de recomendación visualizado es, por ejemplo, "Existe una posibilidad de que se generen molestias en la marcha si el estrés del cuerpo es alto, ya que el "IMC, esqueleto, fuerza muscular, hábito de correr" hacen que las piernas oscilen hacia la izquierda y derecha, lo que crea un estrés más alto en la articulación de articulación de la base y la rodilla. Cuando se requiere pérdida de peso, corra a un ritmo bajo y continúe así. Si sus piernas oscilan hacia la izquierda y derecha, preste atención a la posición en la que pisa y a la dirección de sus dedos del pie". La unidad de almacenamiento de datos 32 almacena los puntos que el sujeto sometido a la prueba debería tener en cuenta y que están relacionados con las respectivas puntuaciones agrupadas previamente en cuanto a la puntuación de cada elemento de evaluación. El campo 121B visualiza los puntos asociados con las puntuaciones mostradas en el campo 121. Los contenidos que se visualizan en el campo 121B son, por ejemplo, [posición de la pisada y dirección de los dedos del pie], [entrenamiento muscular de los músculos abdominales y de los músculos de alrededor de la cadera], [dieta], y [seleccionar las zapatillas y soporte apropiados del sujeto que tiene las piernas arqueadas y rodilla vara].

En las puntuaciones visualizadas respectivamente en los campos 121-125, se visualiza la evaluación asociada con cada puntuación. Los contenidos de la evaluación están asociados respectivamente con las puntuaciones agrupadas previamente en cuanto a cada elemento de evaluación y están almacenados en la unidad de almacenamiento de datos 32. La evaluación incluye, por ejemplo, los mensajes de "buena", "normal", y "atención" en orden descendente a partir de la evaluación correspondiente con la puntuación más alta.

El campo 130 incluye, un campo 131 que visualiza los comentarios del elemento de evaluación correspondiente a la puntuación más alta entre las puntuaciones mostradas en los campos 121-125, y un campo 132 que visualiza los comentarios del elemento de evaluación correspondiente a la puntuación más baja. El campo 131 visualiza los comentarios en cuanto al elemento de evaluación "impulso". Los comentarios incluyen, por ejemplo: "En base a un resultado del elemento de impulso, la patada se realiza en un buen tiempo, y el buen impulso se realiza hasta el contacto con el suelo. Impulse las piernas hacia delante rápidamente para una mejora adicional". El campo 132 visualiza los comentarios del elemento de evaluación "seguridad". Entre los comentarios visualizados se incluyen, por ejemplo: "Como resultado del elemento seguridad, puede observarse un tambaleo hacia la izquierda y hacia la derecha, por lo que es inestable. Intente mejorarlo con un control de peso, entrenamiento, y similares".

El campo 130 visualiza la "recomendación de forma" y la "recomendación de entrenamiento" en base a los elementos de evaluación con las puntuaciones más bajas. La "recomendación de forma" y la "recomendación de entrenamiento" incluyen respectivamente una imagen de una persona para presentar de forma específica los

5 contenidos de la recomendación. Así mismo, la “recomendación de forma” incluye los campos 133A-133C que visualizan mensajes específicos. La “recomendación de entrenamiento” incluye los campos 134A, 134B que contienen mensajes específicos. El campo 130 incluye además un campo 135 que visualiza palabras de precaución que señalan que las recomendaciones que se muestran en la “recomendación de forma” y la “recomendación de entrenamiento” son meros ejemplos de las recomendaciones consideradas.

10 En relación con la figura 33, el campo 140 incluye las imágenes 141A-141D que representan una forma de correr del sujeto sometido a la prueba, y las imágenes 142A-142D que representan una forma de correr de un corredor modelo. La unidad de creación de datos de salida 36 obtiene las imágenes 141A-141D de las fotografías en las que el sujeto sometido a la prueba corre tomadas por el sistema de captura de imágenes 20. Las imágenes 142A-142D se almacenan en la unidad de almacenamiento de datos 32. Las imágenes 141A, 142A son imágenes en el momento de contacto con el suelo. Las imágenes 141B, 142B son imágenes en el momento en el que se aplica el peso. Las imágenes 141C, 142C son imágenes en el momento en el que el pie se aleja del suelo. Las imágenes 141D, 142D son imágenes en el momento en el que, durante la marcha, el ángulo respecto a la dirección perpendicular de la parte inferior de la rodilla (parte inferior de la pierna) es máximo. Los campos 143A-143D visualizan mensajes que indican los puntos que el corredor debería confirmar en los cuatro momentos respectivos descritos anteriormente.

15 El campo 150 visualiza información tal como un tiempo estimado de una maratón completa calculada en base a la puntuación de la forma de correr y similares del sujeto sometido a la prueba. El campo 150 incluye un campo 151 que visualiza un mensaje en el que el tiempo estimado y similar visualizado en el campo 150 son indicaciones aproximadas.

20 El campo 160 incluye un campo 161 que indica un patrón de pisada asumido por el sujeto sometido a la prueba, un campo 162 que indica un resultado de la medición de un paso y una zancada del sujeto sometido a la prueba, y un campo 163 que visualiza la información de las zapatillas que se recomiendan que adquiera el sujeto sometido a la prueba. Así mismo, el campo 160 incluye un campo 164 que indica un mensaje que señala que la información de las zapatillas presentada en el campo 163 es esquemática, y que recomienda probarse las zapatillas de forma real para tener información más específica en cuanto a las zapatillas que se adaptan al sujeto sometido a la prueba.

[Extracción de los datos biomecánicos en base a la medición del sensor inercial]

25 En relación con la figura 34, se describirá un ejemplo modificado del sistema de diagnóstico de la forma de correr. La figura 34 representa una configuración esquemática del ejemplo modificado del sistema de diagnóstico de la forma de correr. En la siguiente descripción, se describirá el sistema de diagnóstico de la forma de correr de acuerdo con el presente ejemplo modificado. La descripción trata principalmente sobre los puntos que se han cambiado del sistema mostrado en la figura 1.

30 Como se muestra en la figura 34, en el sistema de diagnóstico de la forma de correr 200, el sujeto sometido a la prueba que corre en la cinta 10 lleva puestos sensores inerciales 91. El sujeto sometido a la prueba lleva puestos sensores inerciales 91 en dos ubicaciones entre las que se proporciona una articulación cuyo ángulo de articulación debería medirse. Más específicamente, el sujeto sometido a la prueba lleva puestos los sensores inerciales 91, para medir los ángulos y similares de la parte superior del brazo, el antebrazo, el muslo, y la parte inferior de la pierna, y lleva puestos los sensores inerciales 91 respectivamente en la derecha o izquierda de la parte superior del brazo, la parte del antebrazo, la parte del muslo, y la parte inferior de la pierna.

35 El sistema mostrado en la figura 34 incluye un dispositivo de procesamiento de información 30A que sustituye al dispositivo de procesamiento de información 30 mostrado en la figura 1. El dispositivo de procesamiento de información 30A obtiene un resultado de la medición de los sensores inerciales 91. El sensor inercial 91 transmite el resultado de la medición al dispositivo de procesamiento de información 30A, por ejemplo, mediante comunicación inalámbrica. El dispositivo de procesamiento de información 30A utiliza el resultado de la medición obtenido a partir de los sensores inerciales 91 para calcular las puntuaciones de la forma de correr del sujeto sometido a la prueba y emite las mismas al dispositivo de salida 40. El dispositivo de salida 40 emite la puntuación de la forma de correr.

40 El dispositivo de procesamiento de información 30A, en base a el resultado de medición del sensor inercial 91, calcula la información del ángulo y/o la velocidad angular de la parte superior del brazo, el antebrazo, el muslo y la parte inferior de la pierna. Por ejemplo, como sensores inerciales 91, se emplea una unidad de medición inercial fabricada por Seiko Epson Corporation que tiene funciones tanto de girosensor como de acelerómetro. Los sensores inerciales 91 pueden medir una velocidad angular y una tasa de aceleración en cuanto a tres direcciones axiales y emitir las mismas al dispositivo de procesamiento de información 30A.

45 La figura 35 representa un ejemplo de una configuración de *hardware* del dispositivo de procesamiento de información 30A. Como se muestra en la figura 35, el equipo de comunicación 326 del dispositivo de procesamiento de información 30A recibe un resultado de medición transmitido desde los sensores inerciales 91. La CPU 300 procesa el resultado de medición recibido para calcular la puntuación de la forma de correr del sujeto sometido a la prueba.

50 La figura 36 representa un ejemplo de la configuración funcional del dispositivo de procesamiento de información

30A. En relación con la figura 36, el dispositivo de procesamiento de información 30A, incluye una unidad de entrada de información del sensor 50 para recibir una entrada de información de los sensores inerciales 91. La unidad de entrada de información del sensor 50 está configurada mediante, por ejemplo, el equipo de comunicación 326. La unidad de extracción de datos biomecánicos 51 extrae los datos biomecánicos del sujeto sometido a la prueba a partir del resultado de medición de los sensores inerciales 91. La unidad de extracción de datos biomecánicos 51 se consigue, por ejemplo, cuando la CPU 300 ejecuta un programa determinado.

La unidad de cómputo de la puntuación 35 del dispositivo de procesamiento de información 30A aplica los datos biomecánicos y/o la información corporal del sujeto sometido a la prueba a la expresión de operación generada por la unidad de producción de la expresión de operación 34 para calcular la puntuación de la forma de correr del sujeto sometido a la prueba.

Para la producción de la expresión de operación utilizada en el dispositivo de procesamiento de información 30A, se usan los datos biomecánicos del corredor de la prueba. Los datos biomecánicos del corredor de la prueba pueden ser los extraídos a partir del resultado de medición de los sensores inerciales 91 o pueden ser los extraídos a partir de las imágenes tomadas por el sistema de captura de imágenes 20 como se describe en relación con la figura 1.

El sistema de diagnóstico de la forma de correr 200 descrito en relación con las figuras 34-36 extrae los datos biomecánicos del sujeto sometido a la prueba a partir del resultado de medición de los sensores inerciales 91. El sistema de captura de imágenes 20 mide al sujeto sometido a la prueba desde una pluralidad de ángulos. Por lo tanto, se estima que el tamaño del dispositivo de configuración llega a ser más grande. El sistema de diagnóstico de la forma de correr 200, cuando calcula la puntuación de la forma de correr del sujeto sometido a la prueba, no necesita el sistema de captura de imágenes 20, como el que se muestra en la figura 1; por lo tanto, en el sistema de diagnóstico de la forma de correr 200, es posible la miniaturización del dispositivo necesaria para calcular las puntuaciones del sujeto sometido a la prueba. Así, cuando se registra previamente la expresión de operación en el dispositivo de procesamiento de información 30A, el sujeto sometido a la prueba puede obtener la puntuación de la prueba respecto a su propia forma de correr, por ejemplo, incluso en casa.

[Otro ejemplo modificado]

En el sistema de diagnóstico de la forma de correr, la expresión de operación se genera mediante la unidad de producción de la expresión de operación 34 del dispositivo de procesamiento de información 30. Sin embargo, la expresión de operación puede generarse por un proceso similar al de la unidad de producción de la expresión de operación 34 en un equipo externo del dispositivo de procesamiento de información 30. La figura 37 representa las funciones del dispositivo de procesamiento de información 30B en el caso en el que la expresión de operación se genera en el equipo externo. El dispositivo de procesamiento de información 30B es aún otro ejemplo modificado del dispositivo de procesamiento de información 30.

En relación con la figura 37, en el dispositivo de procesamiento de información 30B, la información que especifica la expresión de operación se almacena en la unidad de almacenamiento de la expresión de operación 34A. La unidad de cómputo de la puntuación 35, cuando calcula la forma de correr, lee la expresión de operación almacenada en la unidad de almacenamiento de la expresión de operación 34A.

En la realización, ejemplo, y ejemplo modificado, la unidad de cómputo de la puntuación 35 puede calcular no solo la puntuación total sino también la puntuación de los elementos de evaluación de la forma de correr en base a las características del usuario extraídas (características corporales y/o parámetros biomecánicos). Más específicamente, la unidad de almacenamiento de la expresión de operación 34A puede almacenar la información que especifica la expresión de operación para calcular los puntos de cada elemento de destreza en base a las características corporales o los parámetros biomecánicos. La expresión de operación en cuanto a cada elemento de destreza se obtiene por el análisis de regresión en el caso de, por ejemplo, las características corporales o los datos biomecánicos del corredor de la prueba como una variable explicativa y los puntos de cada elemento de destreza ofrecidos por el experto respecto al corredor de la prueba como una variable explicativa. La unidad de cómputo de la puntuación 35 calcula los puntos de cada elemento de destreza, aplicando un parámetro X_n (características corporales y/o datos biomecánicos) del sujeto sometido a la prueba extraído en la etapa E504 de la figura 18 a la expresión de operación de cada elemento de destreza. Como se muestra en la figura 32, los puntos calculados pueden añadirse al resultado de diagnóstico. Además de la puntuación de la forma de correr, se presentan los puntos de los elementos individuales, de forma que también puede presentarse la evaluación del experto de los elementos individuales. En consecuencia, el diagnóstico de la forma del sujeto sometido a la prueba puede realizarse con más detalle.

El sistema de diagnóstico de la forma de correr de la presente divulgación genera las expresiones de operación para evaluar la forma de correr en base a la correlación entre la evaluación de la forma de correr por parte de la pluralidad de expertos y los datos biomecánicos del corredor. Después, el sistema de diagnóstico de la forma de correr puntúa la forma de correr aplicando las características del sujeto sometido a la prueba a la expresión de operación. En consecuencia, la evaluación de la forma de correr ofrecida por el experto, que se consideró como conocimiento implícito, se realiza en forma de puntuaciones a través de la expresión de operación. La expresión de operación se genera en base a la evaluación de la pluralidad de expertos. Así, el sujeto sometido a la prueba está provisto de

puntuaciones respecto a la puntuación de la marcha de manera automática. Así mismo, puede proporcionarse al sujeto sometido a la prueba la puntuación que no se desvía enormemente de la evaluación ofrecida por una pluralidad de entrenadores o expertos.

5 La presente invención se ha descrito con detalle. Sin embargo, la descripción es solo ilustrativa y no debería entenderse como limitante. Se entenderá claramente que el alcance de la invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

Aplicabilidad industrial

10 De acuerdo con el sistema de diagnóstico de la forma de correr de la presente divulgación, es útil que la forma de correr del usuario pueda puntuarse automáticamente en base a un equivalente estándar para la determinación dada por un experto.

LISTA DE REFERENCIAS NUMÉRICAS

15 Cinta 10; sistema de captura de imágenes 20; dispositivo de procesamiento de información 30, 30A, 30B; unidad de entrada de información del usuario 31; unidad de almacenamiento de datos 32; unidad de extracción de la información corporal 33; unidad de procesamiento de imagen 33a; unidad de extracción de datos biomecánicos 33b; unidad de producción de la expresión de operación 34; unidad de almacenamiento de la expresión de operación 34A; unidad de cómputo de la puntuación 35; unidad de creación de datos de salida 36; dispositivo de salida 40; unidad de entrada de información del sensor 50; marcador 90; sensor inercial 91; sistema de diagnóstico de la forma de correr 100, 200.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de diagnóstico de formas para puntuar las formas en lo concerniente a la marcha de un sujeto sometido a la prueba, que comprende:

5 un dispositivo de almacenamiento configurado para almacenar una expresión de operación, que es un modelo de regresión generado utilizando las características del movimiento del cuerpo de una pluralidad de corredores sometidos a la prueba altamente correlacionadas con las puntuaciones de la evaluación de las formas en lo concerniente a la marcha, ofrecidas por los expertos con respecto al respectivo movimiento de la marcha de la pluralidad de corredores sometidos a la prueba, adquirido mediante una tecnología de captura del movimiento basada en imágenes o mediante sensores inerciales y siendo las características del movimiento del cuerpo
10 características angulares de las partes del cuerpo con respecto a líneas de referencia;
una interfaz para recibir una entrada de información que indica el movimiento de la marcha adquirida mediante una tecnología de captura del movimiento basada en imágenes o mediante sensores inerciales del sujeto sometido a la prueba; y
15 un procesador configurado para emitir una puntuación en cuanto a una forma concerniente a la marcha de dicho sujeto sometido a la prueba en base a base a la información introducida en dicha interfaz, estando dicho procesador configurado para:

20 extraer la información del movimiento del cuerpo obtenida definiendo líneas de referencia y calculando las características angulares de las partes del cuerpo con respecto a las líneas de referencia de dicho sujeto sometido a la prueba a partir de la información que indica el movimiento de la marcha adquirida mediante una tecnología de captura del movimiento basada en imágenes o mediante sensores inerciales de dicho sujeto sometido a la prueba e introducida en dicha interfaz; y aplicar la expresión de operación a las características del movimiento del cuerpo altamente correlacionadas de dichas características del movimiento del cuerpo extraídas de dicho sujeto sometido a la prueba para obtener las puntuaciones de la evaluación; y
25 calcular la puntuación de una forma concerniente a la marcha en base a base a las puntuaciones de la evaluación.

2. El sistema de diagnóstico de formas de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha expresión de operación incluye:

30 una primera expresión de regresión obtenida realizando un análisis de regresión, con las puntuaciones de la evaluación de dos o más elementos ofrecidas por dichos expertos respecto a la marcha de dichos corredores sometidos a la prueba como una variable explicativa y con las puntuaciones de la evaluación completa ofrecidas por dichos expertos respecto a la marcha de dichos corredores sometidos a la prueba como una variable objetiva; y
una segunda expresión de regresión obtenida realizando un análisis de regresión, con la información del movimiento del cuerpo obtenida definiendo las líneas de referencia y calculando las características angulares de
35 las partes del cuerpo con respecto a las líneas de referencia de dicho corredor sometido a la prueba como una variable explicativa y con las respectivas puntuaciones de la evaluación para dichos dos o más elementos ofrecidas por dichos expertos respecto a dichos corredores sometidos la prueba como una variable objetiva.

3. El sistema de diagnóstico de formas de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dichos dos o más elementos utilizados en dicha primera expresión de regresión están especificados a
40 partir de un número predeterminado de elementos procesando estadísticamente las puntuaciones de la evaluación para el número predeterminado de elementos ofrecidos por dichos expertos respecto a la marcha de dichos corredores sometidos a la prueba y las puntuaciones de la evaluación completa ofrecidas por dichos expertos respecto a la marcha de dichos corredores sometidos a prueba.

4. El sistema de diagnóstico de formas de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la información del movimiento del cuerpo obtenida mediante la definición de las líneas de referencia y el cálculo de las características angulares de las partes del cuerpo con respecto a las líneas de referencia de dichos
45 corredores sometidos a la prueba utilizadas en dicha segunda expresión de regresión, se especifica a partir de las características de un número específico de elementos mediante el procesamiento estadístico de un número específico de información del movimiento del cuerpo obtenido mediante la definición de las líneas de referencia y
50 calculando las características angulares de las partes del cuerpo con respecto a las líneas de referencia y las puntuaciones de la evaluación de dichos dos o más elementos.

5. El sistema de diagnóstico de formas de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha expresión de operación incluye una expresión de regresión múltiple obtenida realizando un análisis de regresión múltiple, con una pluralidad de informaciones sobre el cuerpo de dichos corredores sometidos a la
55 prueba como una variable explicativa y con las puntuaciones de la evaluación completa ofrecidas por dichos expertos con respecto a dichos corredores sometidos a la prueba como una variable objetiva.

6. El sistema de diagnóstico de formas de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha expresión de operación incluye una pluralidad de expresiones de regresión obtenidas realizando un

- análisis de regresión, con una pluralidad de informaciones del movimiento del cuerpo obtenida definiendo las líneas de referencia y calculando las características angulares de las partes del cuerpo con respecto a las líneas de referencia de dichos corredores sometidos a la prueba como una variable explicativa y con las puntuaciones de la evaluación completa ofrecidas por dichos expertos con respecto a dichos corredores sometidos a la prueba como una variable objetiva, y dicho procesador calcula una puntuación de la forma concerniente a la marcha de dicho sujeto sometido a la prueba en base a una pluralidad de puntuaciones de la evaluación completa obtenidas a partir de dicha pluralidad de expresiones de regresión.
7. El sistema de diagnóstico de formas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que la información del movimiento del cuerpo obtenida definiendo las líneas de referencia y calculando las características angulares de las partes del cuerpo con respecto a las líneas de referencia de dicho sujeto sometido a la prueba incluye al menos cualquier ángulo de la articulación del codo obtenido calculando un ángulo de un antebrazo con respecto a una parte superior del brazo de dicho objeto sometido a la prueba, los respectivos ángulos del segmento del antebrazo y la parte superior del brazo de dicho sujeto sometido a la prueba, un ángulo de la articulación de la rodilla obtenido calculando un ángulo de una parte inferior de la pierna con respecto a una parte superior de la pierna de dicho sujeto sometido a la prueba, o los respectivos ángulos del segmento de la parte inferior de la pierna y la parte superior de la pierna de dicho sujeto sometido a la prueba.
8. El sistema de diagnóstico de formas de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende además un dispositivo de captura de imágenes acoplado a dicha interfaz para tomar una fotografía de dicho sujeto sometido a la prueba, estando dicha interfaz configurada para recibir una entrada de la fotografía de dicho sujeto sometido a la prueba, y estando dicho procesador configurado de manera que:
- cuando se extrae al menos cualquier articulación del codo de dicho sujeto sometido a la prueba o los respectivos ángulos del segmento del antebrazo y la parte superior del brazo de dicho sujeto sometido a la prueba, dicho procesador extrae estos ángulos en base a las posiciones de las imágenes de los marcadores asignados a una articulación del hombro, una articulación del codo, y una articulación de la muñeca de dicho sujeto sometido a la prueba en la fotografía; y cuando se extrae el menos cualquier ángulo de la articulación de la rodilla de dicho sujeto sometido a la prueba o los respectivos ángulos del segmento de la parte inferior de la pierna y la parte superior de la pierna de dicho sujeto sometido a la prueba, dicho procesador extrae estos ángulos en base a las posiciones de las imágenes de los marcadores asignados a una articulación de la base, una articulación de la rodilla, y una articulación del tobillo de dicho sujeto sometido a la prueba en la fotografía.
9. El sistema de diagnóstico de formas de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende además:
- un sensor inercial asignado a dicho sujeto sometido a la prueba;
estando dicha interfaz configurada para recibir una entrada de un resultado de detección de dicho sensor inercial;
y
estando dicho procesador configurado para extraer la información del movimiento del cuerpo obtenida definiendo las líneas de referencia y calculando las características angulares de las partes del cuerpo con respecto a las líneas de referencia de dicho sujeto sometido a la prueba en base al resultado de detección de dicho sensor inercial.
10. El sistema de diagnóstico de formas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que dicho dispositivo de almacenamiento está configurado para almacenar información de recomendación en cuanto a la marcha asociada a las puntuaciones agrupadas previamente, y dicho procesador está configurado para emitir dicha información de recomendación asociada a las puntuaciones calculadas para dicho sujeto sometido a la prueba.
11. El sistema de diagnóstico de formas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que dicha expresión de operación representa además una correlación entre la información del movimiento del cuerpo obtenida definiendo las líneas de referencia y calculando las características angulares de las partes del cuerpo con respecto a las líneas de referencia y extraída de la información que indica el movimiento de la marcha adquirida mediante una tecnología de captura del movimiento o mediante los sensores inerciales de la pluralidad de corredores sometidos a la prueba así como las características corporales de dicha pluralidad de corredores sometidos a la prueba y las puntuaciones de la evaluación completa ofrecidas por los expertos con respecto a las respectivas marchas de dicha pluralidad de corredores sometidos a la prueba, y dicha interfaz está configurada para recibir una entrada de características corporales de dicho sujeto sometido a la prueba, y dicho procesador está configurado para calcular una puntuación en cuanto a la forma de correr de dicho sujeto sometido a la prueba aplicando la información del movimiento del cuerpo obtenida definiendo las líneas de referencia y calculando de las características angulares de las partes del cuerpo con respecto a las líneas de referencia y las características corporales de dicho sujeto sometido a la prueba.
12. Un procedimiento de puntuación de una forma concerniente a la marcha de un sujeto sometido a la prueba, estando el procedimiento ejecutado por un ordenador, incluyendo dicho ordenador:

un dispositivo de almacenamiento configurado para almacenar una expresión de operación que representa la correlación entre la información del movimiento del cuerpo obtenida definiendo las líneas de referencia y calculando las características angulares de las partes del cuerpo con respecto a las líneas de referencia y extraída de la información que indica el movimiento de la marcha adquirida mediante una tecnología de captura del movimiento basada en imágenes o mediante los sensores inerciales de una pluralidad de corredores sometidos a la prueba y las puntuaciones de la evaluación de las formas en lo concerniente a la marcha ofrecidas por los expertos con respecto al respectivo movimiento de la marcha de la pluralidad de corredores sometidos a la prueba; y

una interfaz para recibir una entrada de información que indica el movimiento de la marcha adquirida mediante una tecnología de captura del movimiento basada en imágenes o mediante los sensores inerciales de un sujeto sometido a la prueba,

comprendiendo el procedimiento:

permitir que dicho ordenador extraiga información del movimiento del cuerpo, obtenida definiendo las líneas de referencia y calculando las características angulares de las partes del cuerpo con respecto a las líneas de referencia de dicho sujeto sometido a la prueba, a partir de la información que indica el movimiento de la marcha adquirida mediante una tecnología de captura del movimiento basada en imágenes o mediante los sensores inerciales del sujeto sometido a la prueba e introducida en dicha interfaz; y

permitir que dicho ordenador calcule una puntuación en cuanto a la forma de correr de dicho sujeto sometido a la prueba, aplicando dicha información extraída del movimiento del cuerpo, obtenida definiendo las líneas de referencia y calculando las características angulares de las partes del cuerpo con respecto a las líneas de referencia de dicha expresión de operación.

13. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dicha expresión de operación incluye:

una primera expresión de regresión obtenida realizando un análisis de regresión, con la evaluación de dos o más elementos ofrecidos por dichos expertos con respecto a la marcha de dichos corredores sometidos a la prueba como una variable explicativa y con una puntuación ofrecida por dichos expertos con respecto a la marcha de dichos corredores sometidos a la prueba como una variable objetiva; y

una segunda expresión de regresión obtenida realizando un análisis de regresión, con la información del movimiento del cuerpo obtenida definiendo las líneas de referencia y calculando las características angulares de las partes del cuerpo con respecto a las líneas de referencia de dichos corredores sometidos a la prueba como una variable explicativa y con la respectiva evaluación de dichos dos o más elementos ofrecidos por dichos expertos con respecto a dichos corredores sometidos a la prueba como una variable objetiva.

14. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dicha expresión de operación incluye una expresión de regresión múltiple obtenida realizando un análisis de regresión múltiple, con una pluralidad de informaciones del movimiento del cuerpo obtenidas definiendo las líneas de referencia y calculando las características angulares de las partes del cuerpo con respecto a las líneas de referencia de dichos corredores sometidos a la prueba como una variable explicativa, y con las puntuaciones de la evaluación completa ofrecidas por dichos expertos con respecto a dichos corredores sometidos a la prueba como una variable objetiva.

15. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dicha expresión de operación incluye una pluralidad de expresiones de regresión obtenidas realizando un análisis de regresión, con una pluralidad de informaciones del movimiento del cuerpo respectivas obtenidas definiendo las líneas de referencia y calculando las características angulares de las partes del cuerpo con respecto a las líneas de referencia de dichos corredores sometidos a la prueba como una variable explicativa y con las puntuaciones de la evaluación completa ofrecidas por dichos expertos con respecto a dichos corredores sometidos a la prueba como una variable objetiva, y

permitir que dicho ordenador calcule una puntuación en cuanto a la forma concerniente a la marcha de dicho sujeto sometido a la prueba que incluye calcular una puntuación en cuanto a la forma concerniente a la marcha de dicho sujeto sometido a prueba en base a una pluralidad de puntuaciones de la evaluación completa obtenidas a partir de la pluralidad de expresiones de regresión.

FIG.1

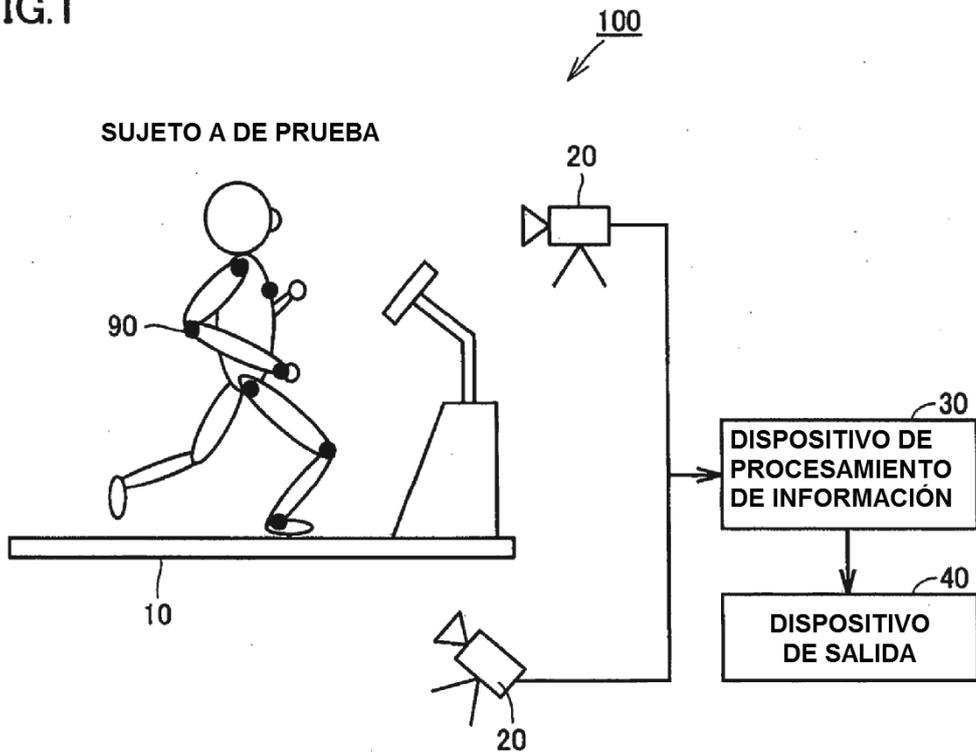


FIG.2

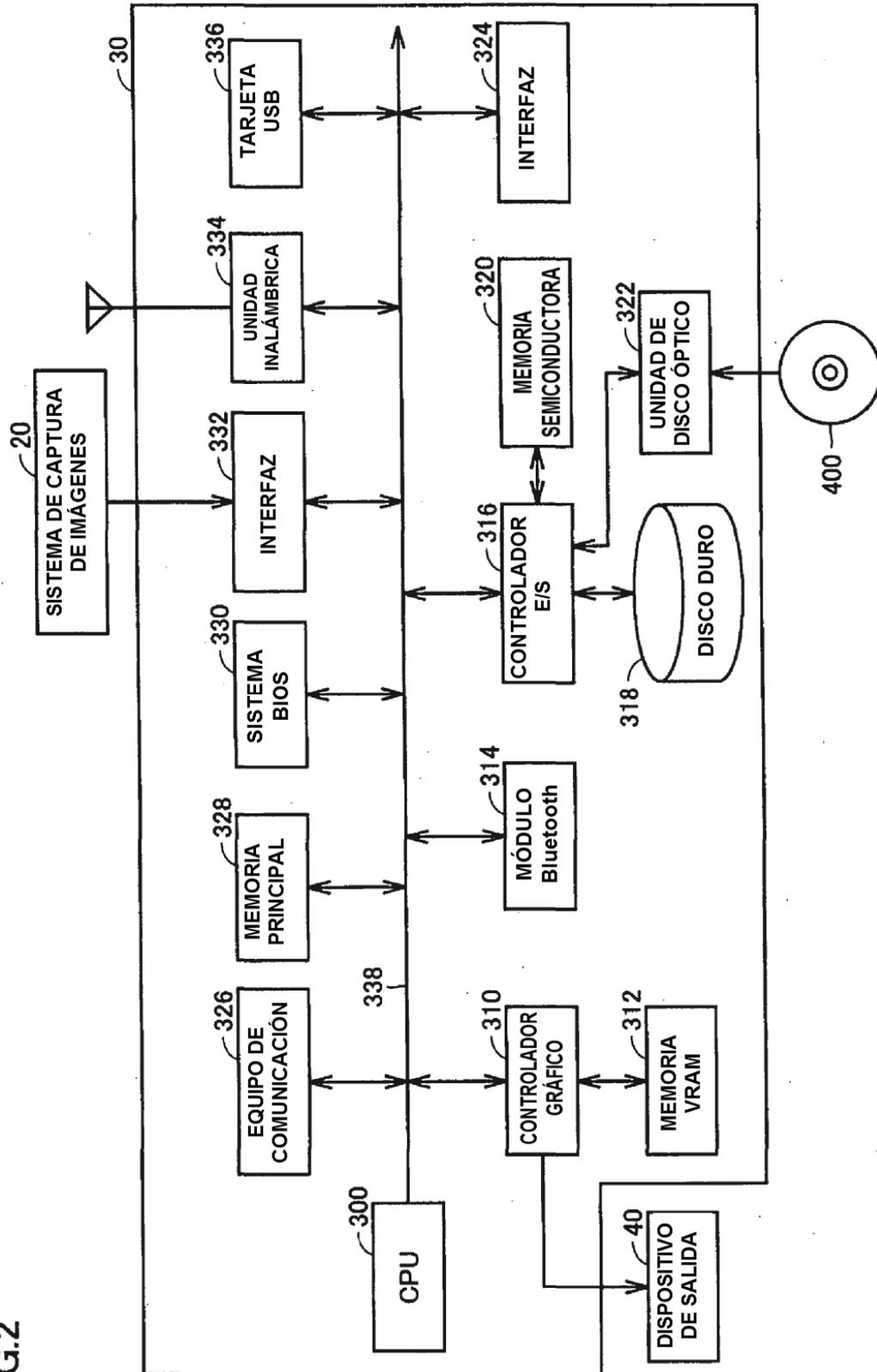


FIG.3

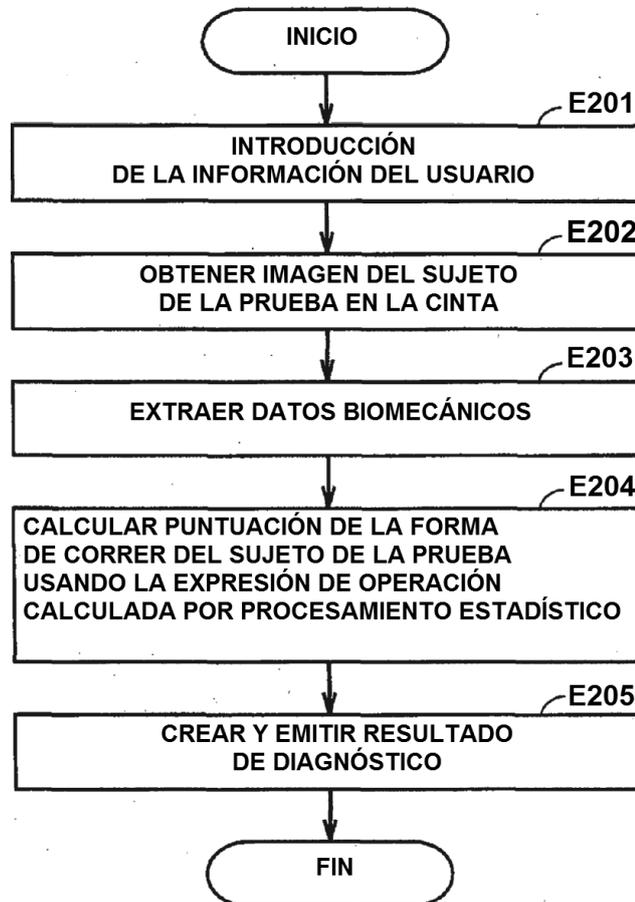


FIG.4

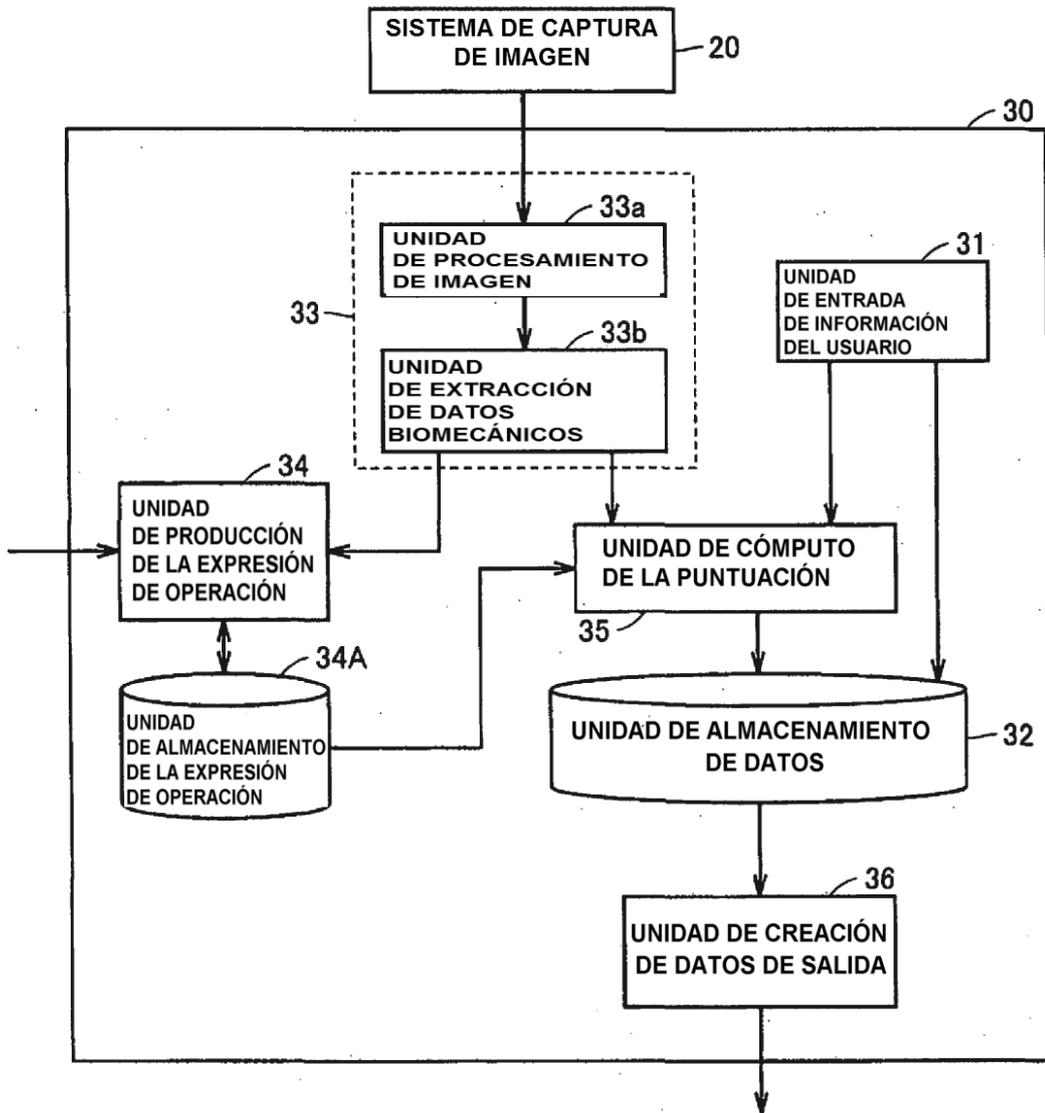


FIG.5

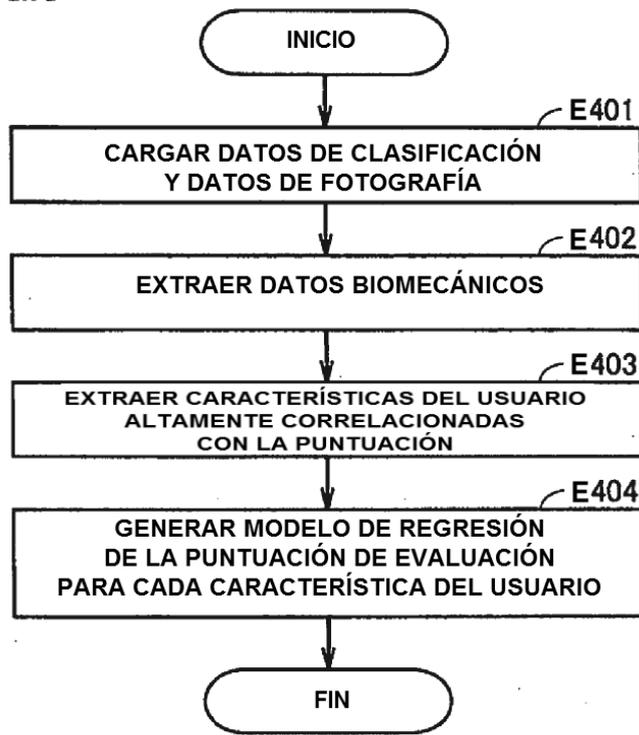


FIG.6

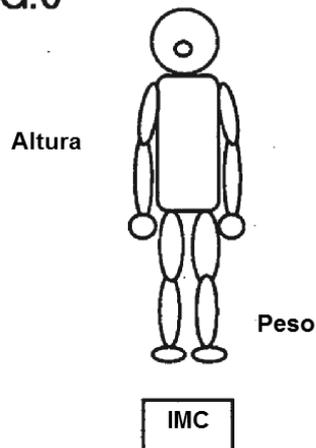


FIG.7

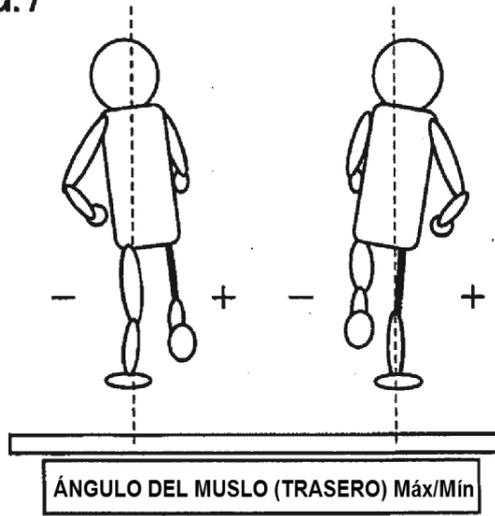


FIG.8

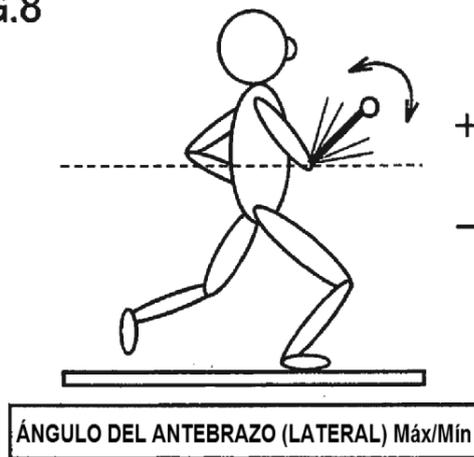


FIG.9



FIG.10



FIG.11

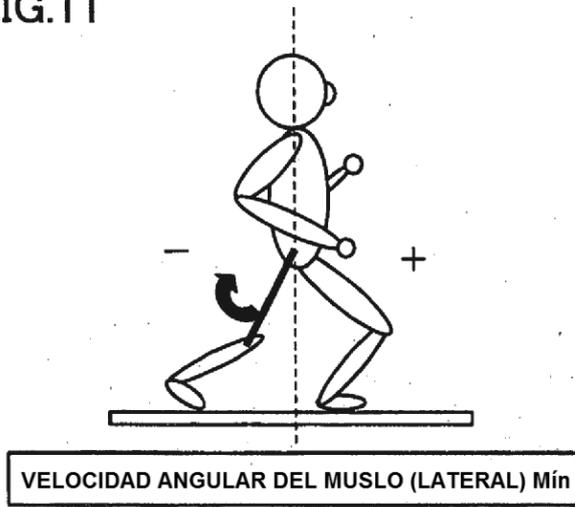


FIG.12

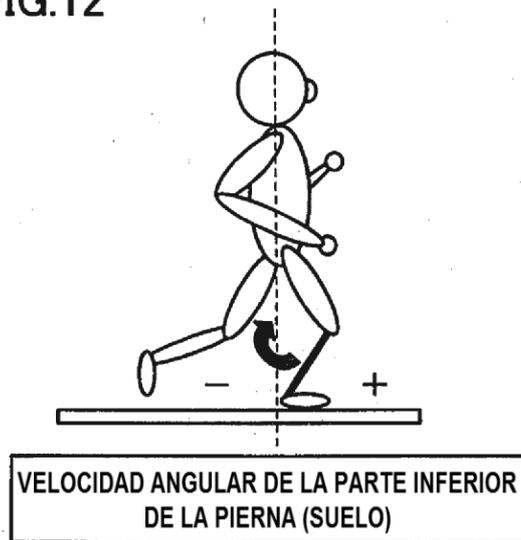
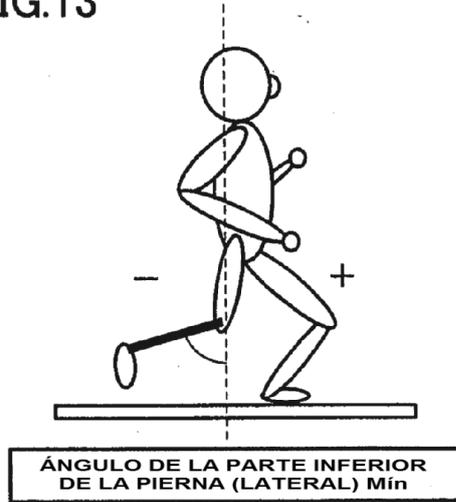


FIG.13



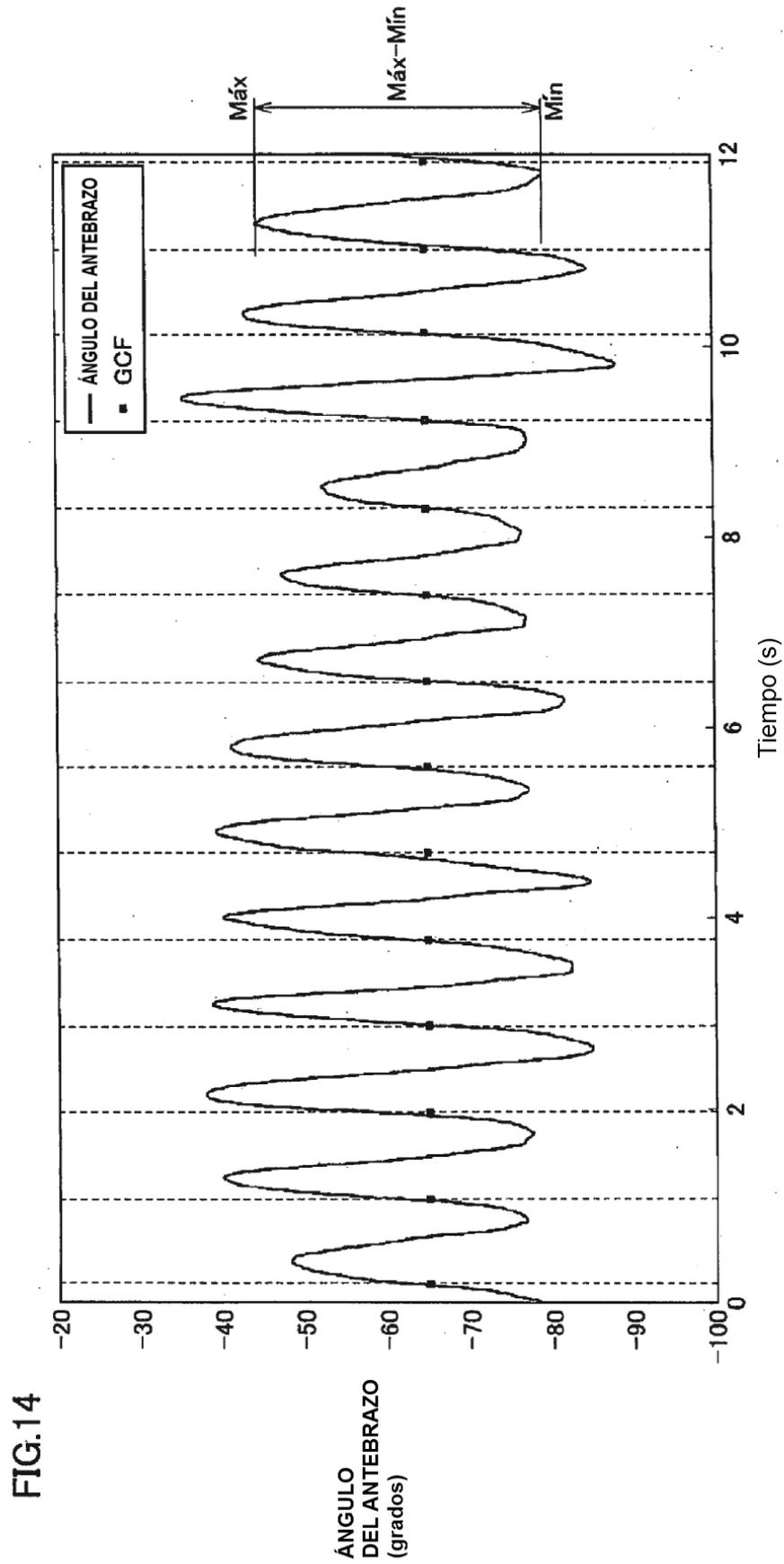


FIG.14

FIG.15

- Puntuación 1 = $N1 + N2 \times IMC$... (1)
- Puntuación 2 = $I1 + I2 \times \text{ÁNGULO DEL MUSLO (TRASERO) Máx/Mín}$... (2)
- Puntuación 3 = $J1 + J2 \times \text{ÁNGULO DEL ANTEBRAZO (LATERAL) Máx/Mín}$... (3)
- Puntuación 4 = $K1 + K2 \times \text{ÁNGULO DE LA PARTE SUPERIOR DEL BRAZO (LATERAL) Máx}$... (4)
- Puntuación 5 = $L1 + L2 \times (\text{DIFERENCIA ANGULAR DE LA PARTE INFERIOR DE LA PIERNA} - \text{DIFERENCIA ANGULAR DEL MUSLO})$... (5)
- Puntuación 6 = $M1 + M2 \times \text{VELOCIDAD ANGULAR DEL MUSLO (LATERAL) Mín}$... (6)

FIG.16

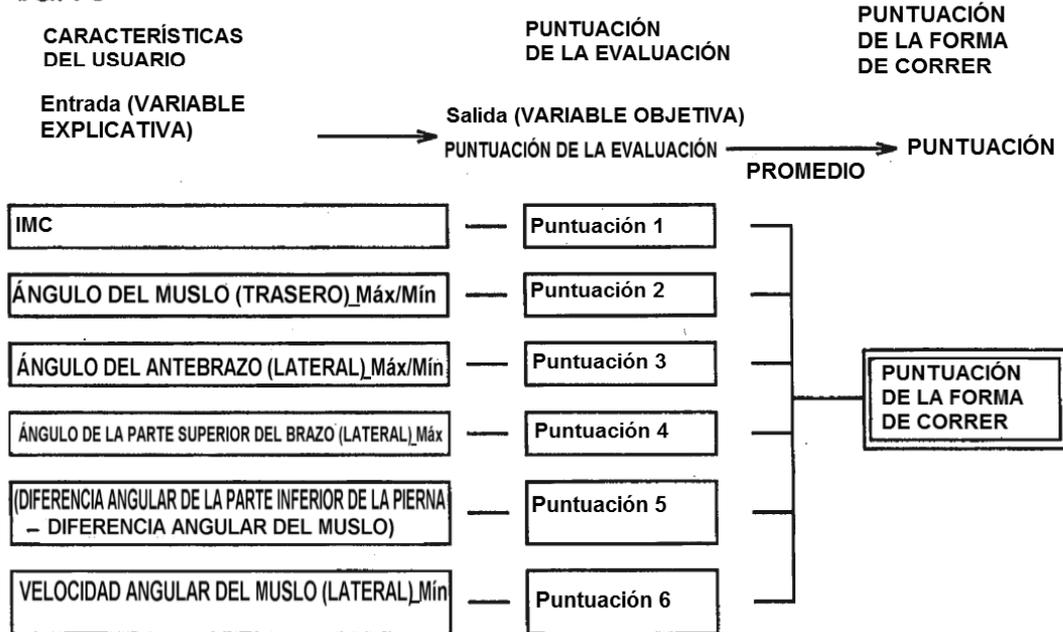


FIG.17

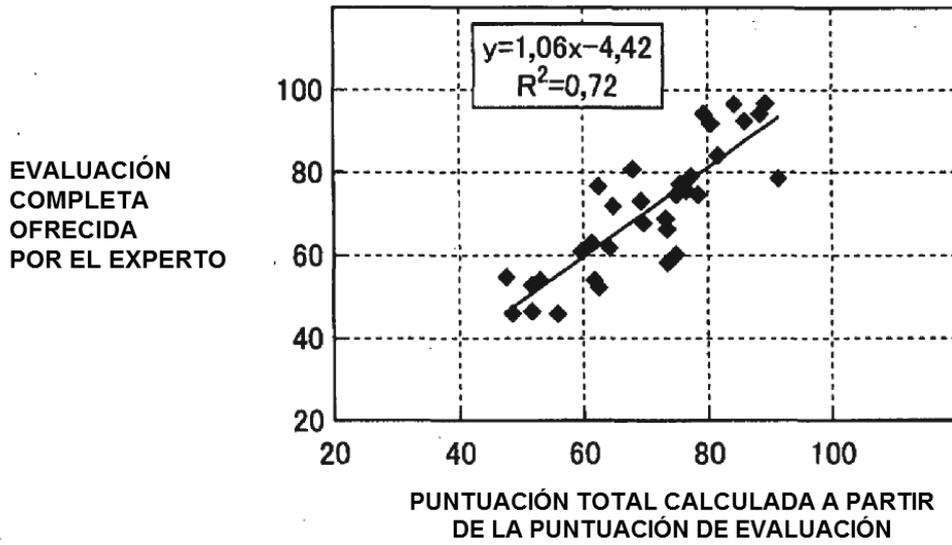
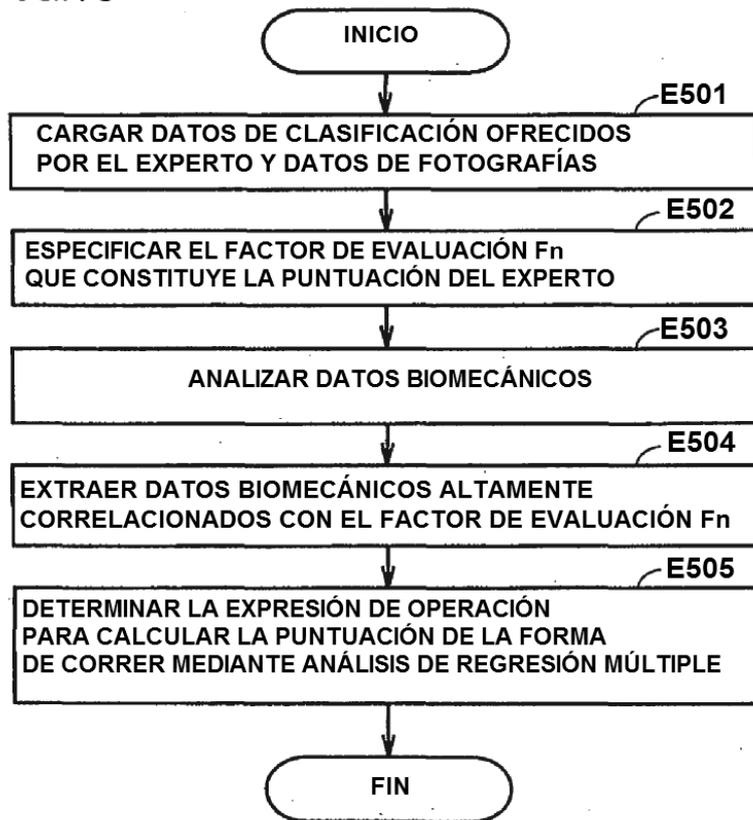


FIG.18



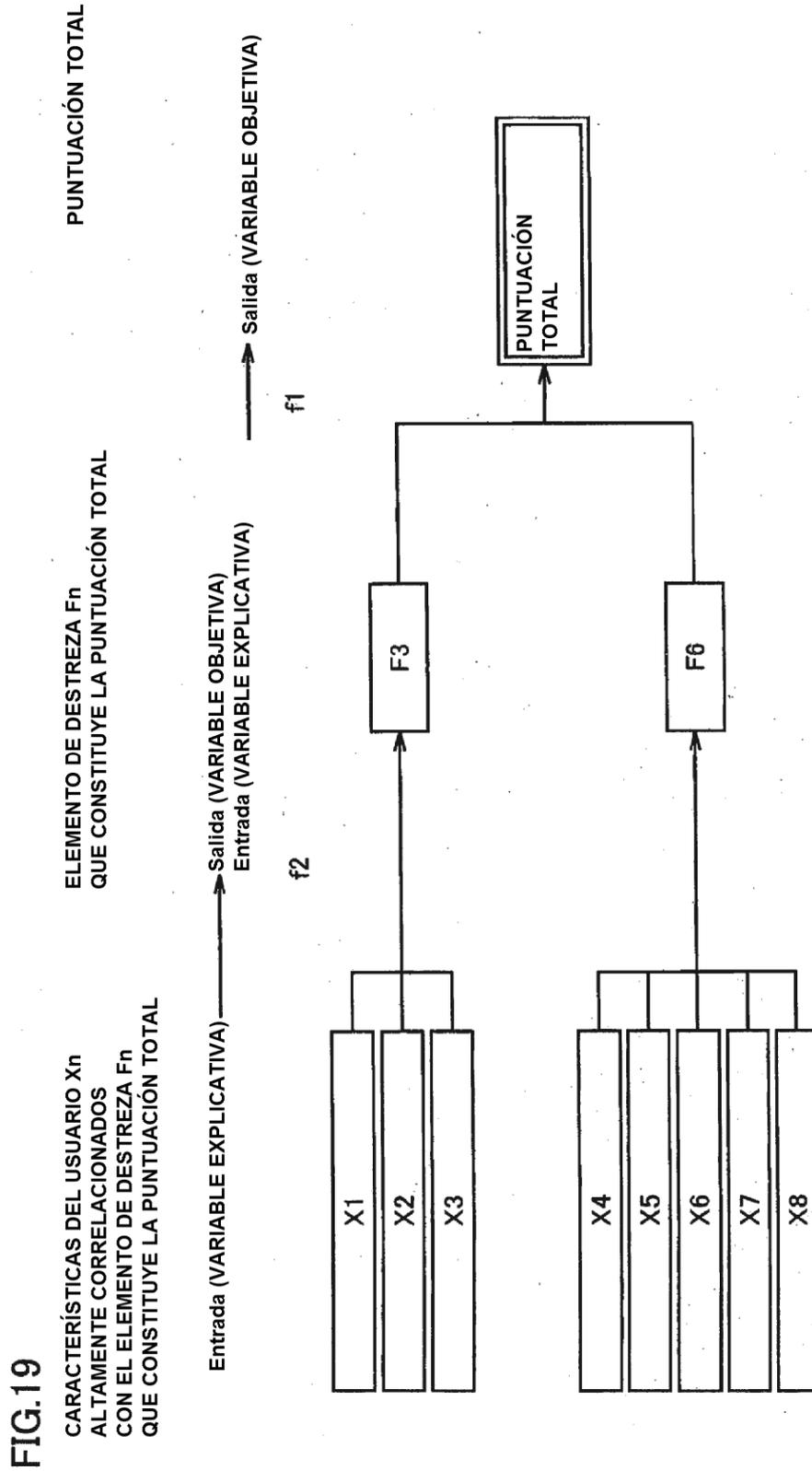


FIG.20

CARACTERÍSTICAS DEL USUARIO X_n
 ALTAMENTE CORRELACIONADOS
 CON EL ELEMENTO DE DESTREZA F_n
 QUE CONSTITUYE LA PUNTUACIÓN TOTAL

RASGOS DE EVALUACIÓN
 INDIVIDUAL I_n

ELEMENTO DE DESTREZA F_n
 QUE CONSTITUYE LA PUNTUACIÓN
 TOTAL

PUNTUACIÓN TOTAL

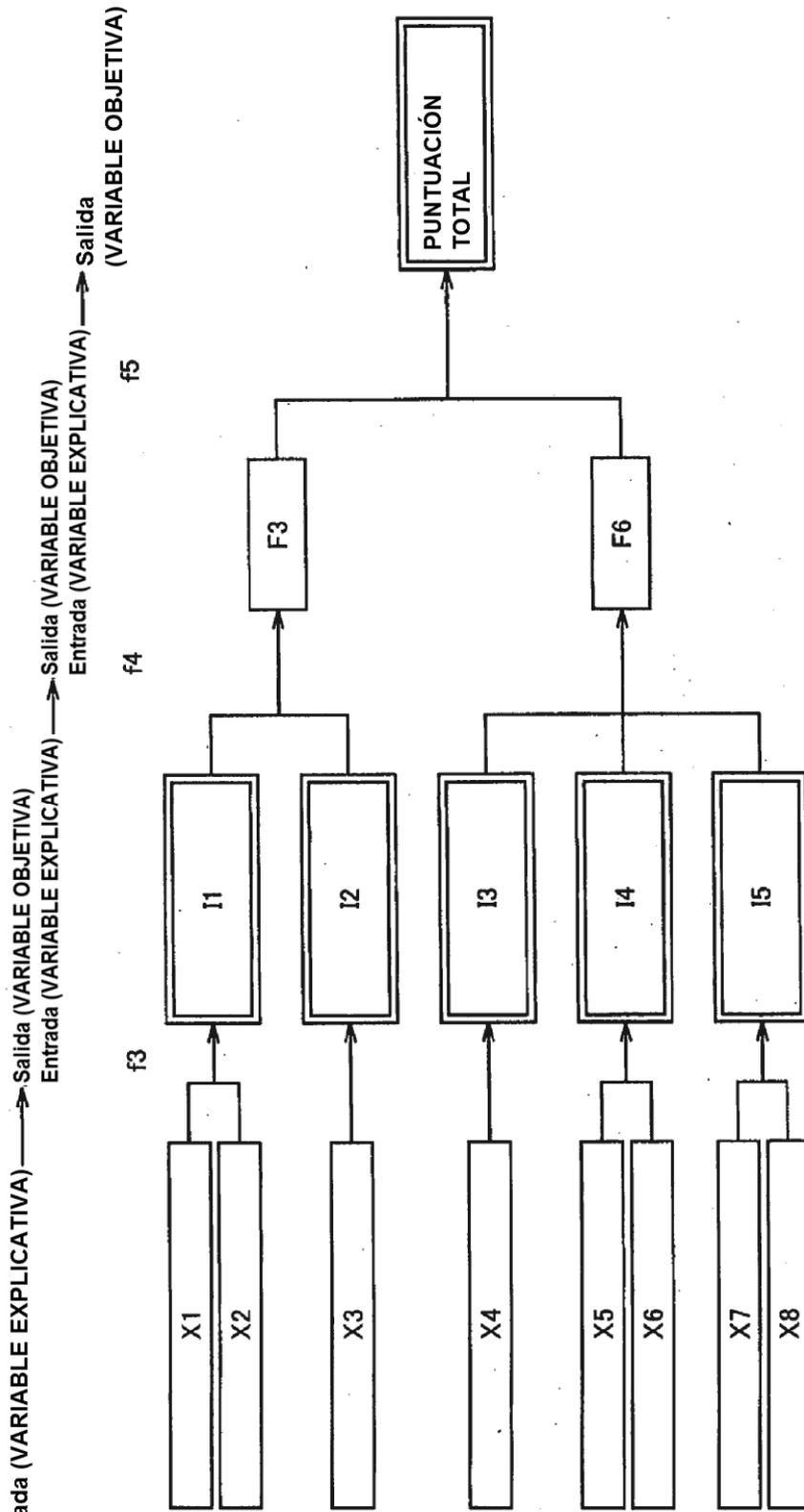


FIG.21

CARACTERÍSTICAS DEL USUARIO X_n
MUY CORRELACIONADAS
CON EL ELEMENTO DE DESTREZA F_n
QUE CONSTITUYE LA PUNTUACIÓN TOTAL

PUNTUACIÓN
DE LA EVALUACIÓN COMPLETA

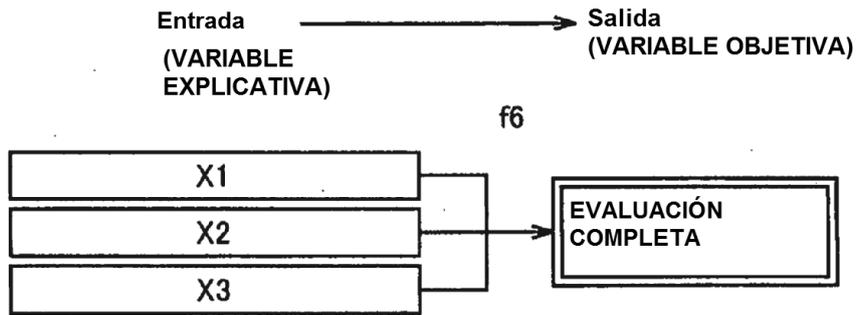


FIG.22

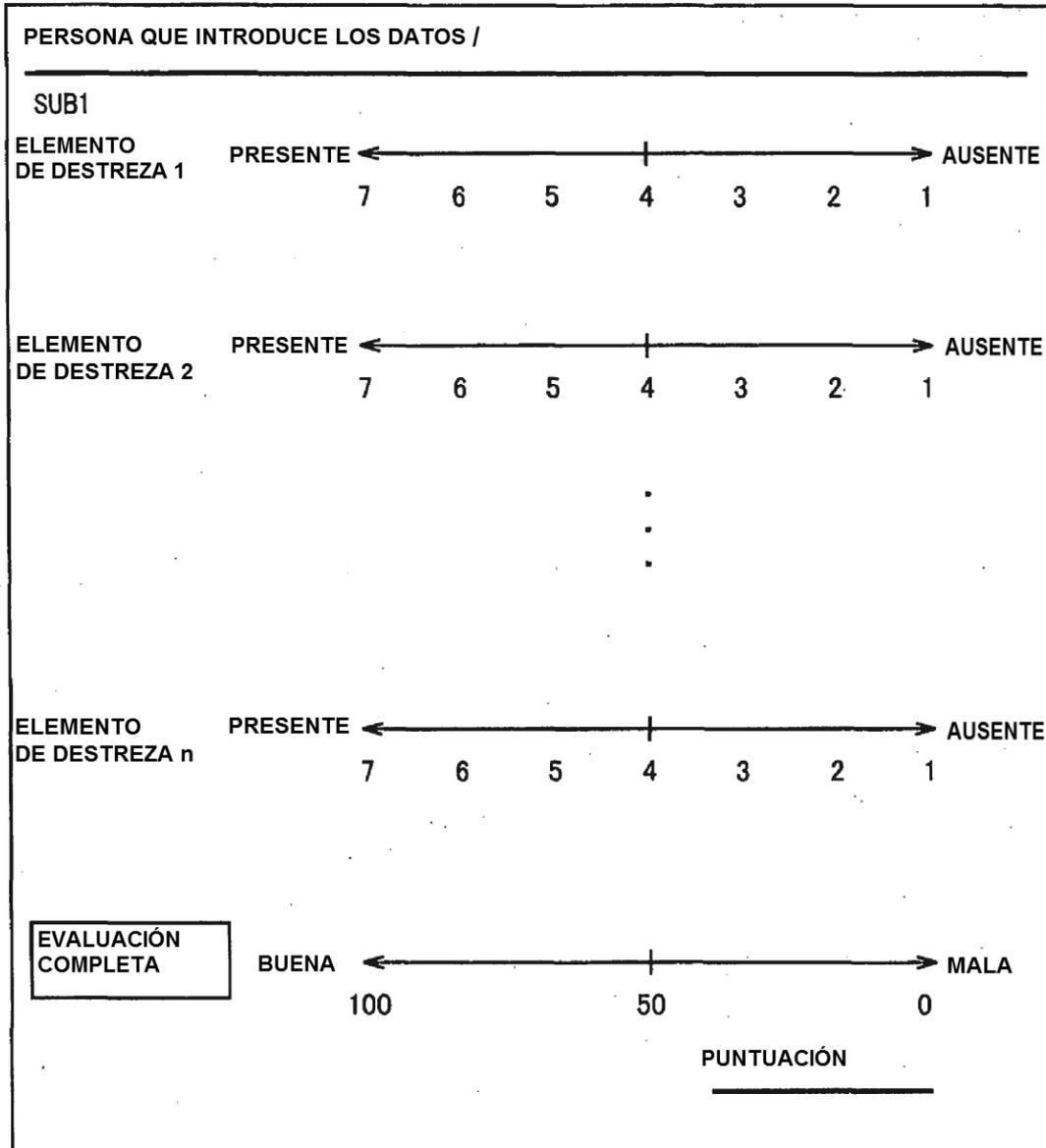


FIG.23

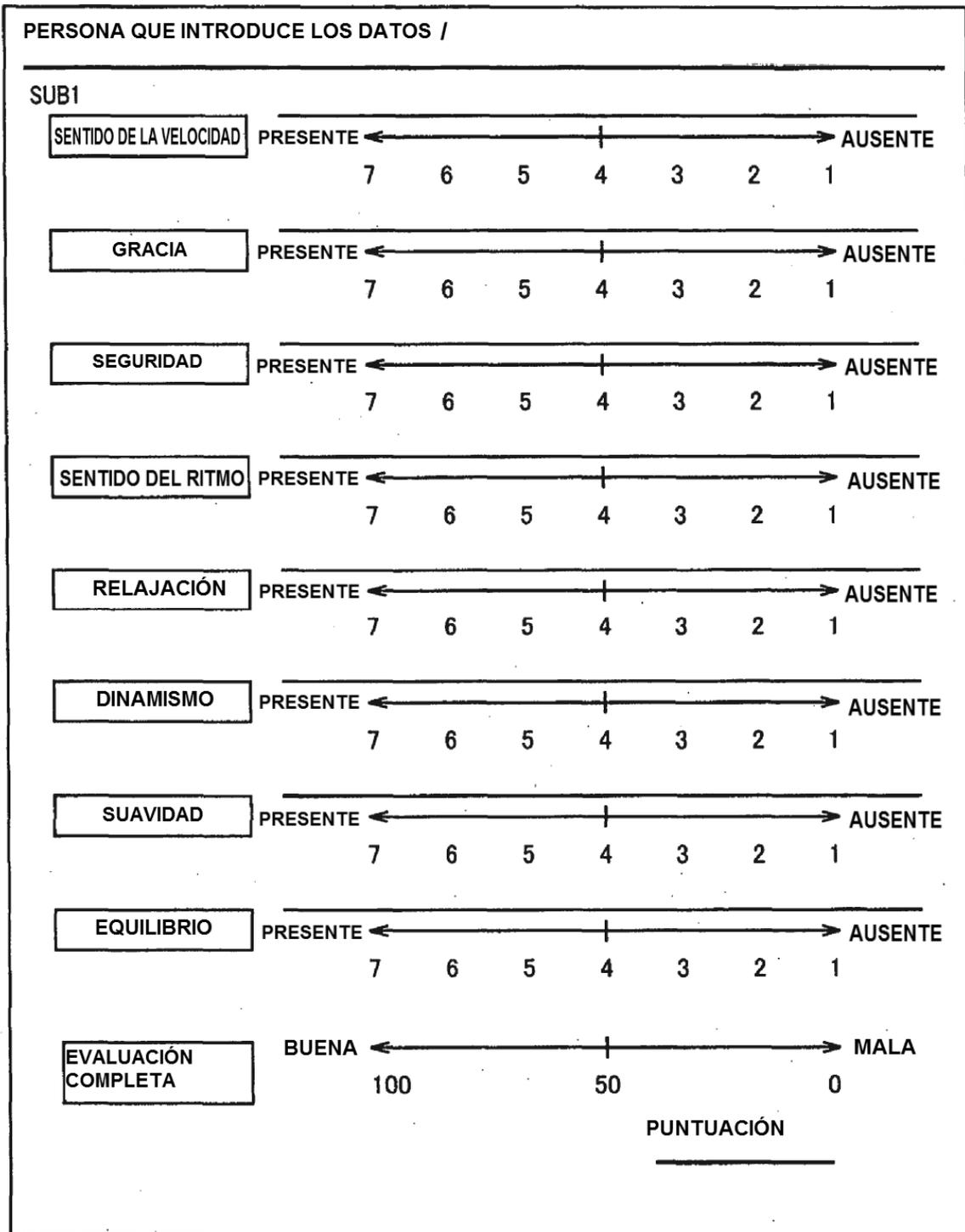


FIG.24

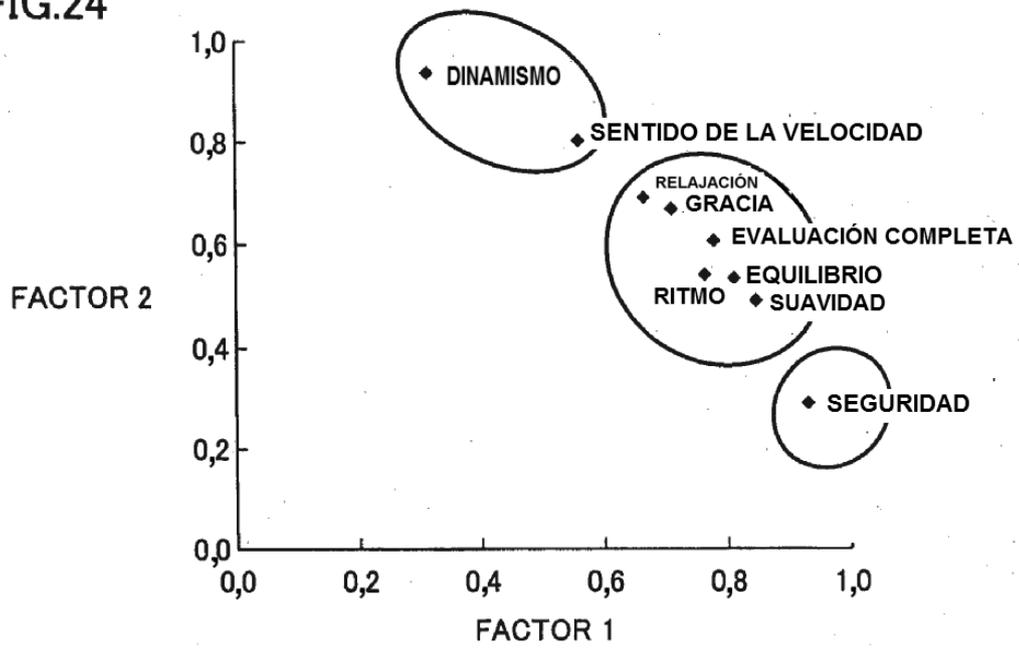


FIG.25

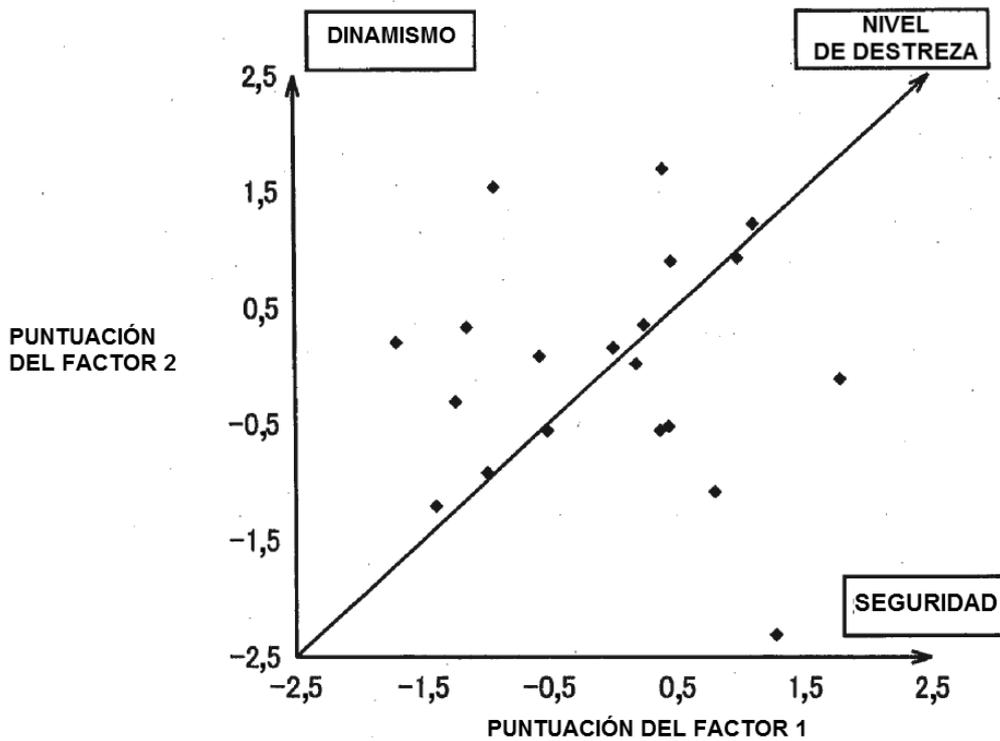


FIG.26

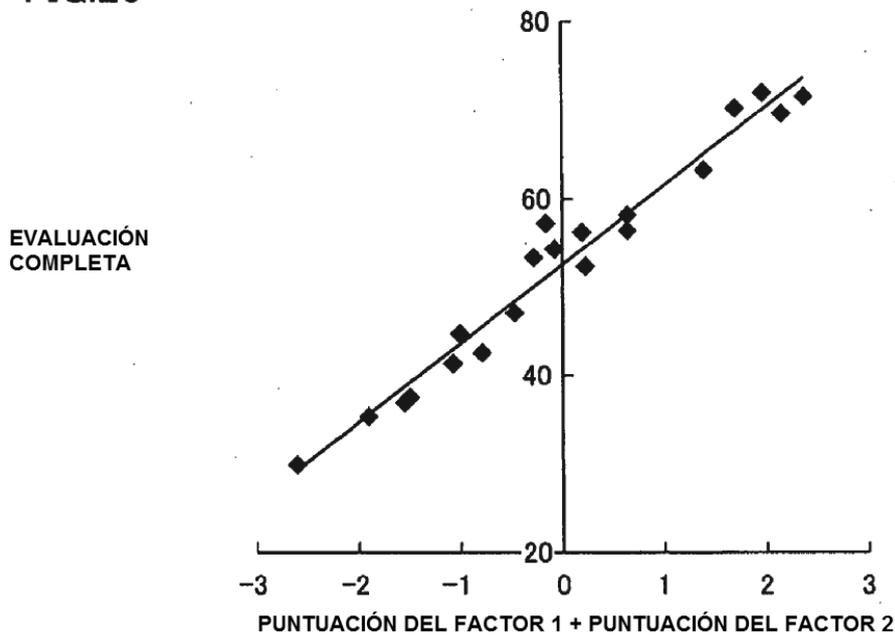


FIG.27

$$\begin{aligned} \text{Seguridad} &= A1 + A2 \times \text{IMC} + \text{ÁNGULO DEL MUSLO (TRASERO) Máx/Min} && \dots(7) \\ \text{Relajación} &= B1 + B2 \times \text{ÁNGULO DEL ANTEBRAZO (LATERAL) Máx/Min} && \dots(8) \\ \text{"PUNTUACIÓN DE LA SEGURIDAD"} &= F1 + F2 \times \text{Seguridad} + F3 \times \text{Relajación} && \dots(9) \\ \\ \text{Posición} &= C1 + C2 \times \text{ÁNGULO DE LA PARTE SUPERIOR DEL BRAZO (LATERAL) Máx} && \dots(10) \\ \text{Recorrido} &= D1 + D2 \times (\text{DIFERENCIA ANGULAR DE LA PARTE INFERIOR DE LA PIERNA} - \text{DIFERENCIA ANGULAR DEL MUSLO} + D3 \times \text{VELOCIDAD ANGULAR DEL MUSLO LATERAL} \text{ Mín} && \dots(11) \\ \text{Impulso} &= E1 + E2 \times \text{VELOCIDAD ANGULAR DE LA PARTE INFERIOR DE LA PIERNA_SUELO} + E3 \times \text{ÁNGULO DE LA PARTE INFERIOR DE LA PIERNA (LATERAL) Mín} && \dots(12) \\ \text{"PUNTUACIÓN DEL DINAMISMO"} &= G1 + G2 \times \text{Posición} + G3 \times \text{Recorrido} + G4 \times \text{Impulso} && \dots(13) \\ \\ \text{PUNTUACIÓN COMPLETA} &= H1 + H2 \times \text{"PUNTUACIÓN DE LA SEGURIDAD"} + H3 \times \text{"PUNTUACIÓN DEL DINAMISMO"} && \dots(14) \end{aligned}$$

FIG.29

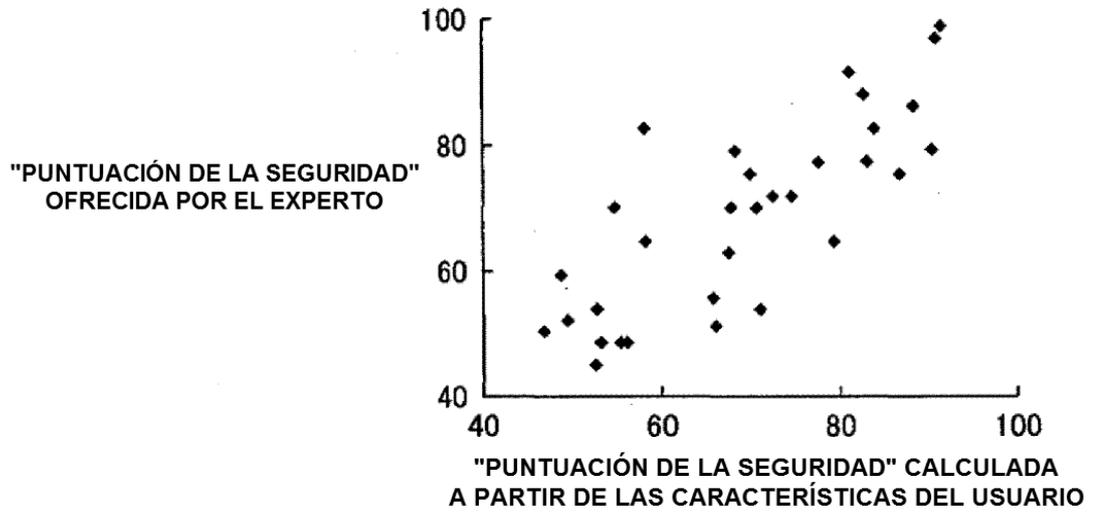


FIG.30

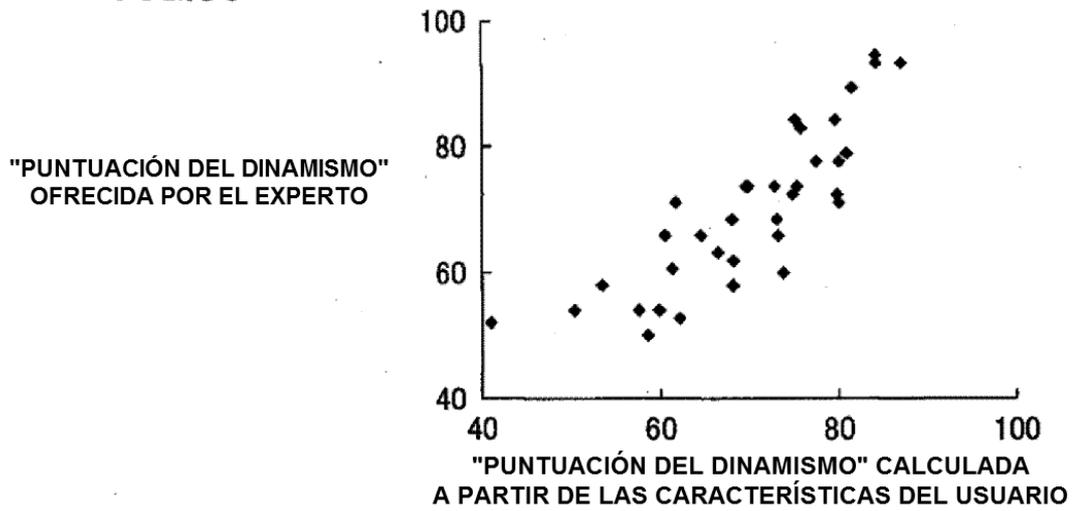


FIG.31

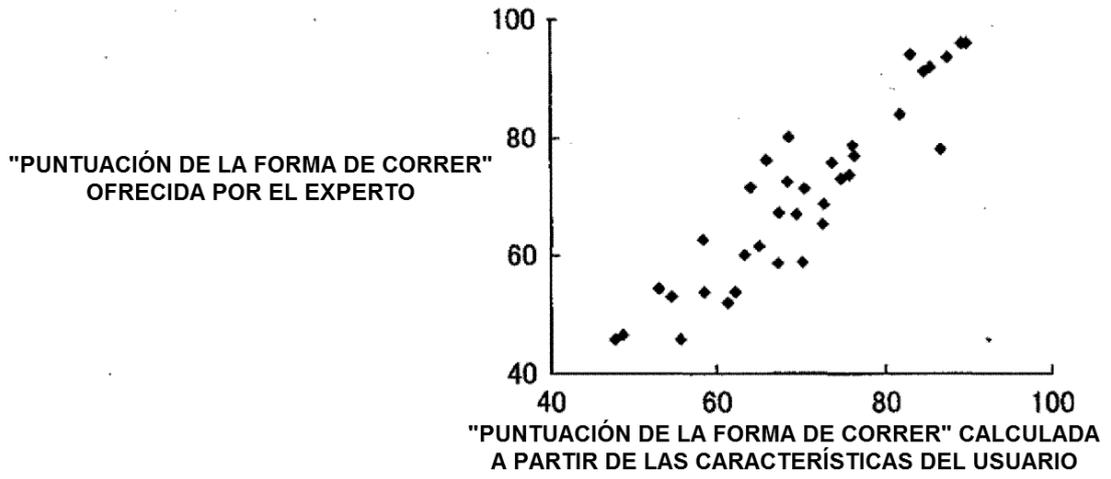


FIG.32

510

RESULTADO DE DIAGNÓSTICO (1/2)

110 1. PERFIL DEL USUARIO

■ NOMBRE YASUYUKI OTA	■ EDAD 43	■ UBICACIÓN MEDIDA DEL EVENTO DE COMPETICIÓN	■ FECHA 18 de octubre de 2012
■ VELOCIDAD DE LA CINTA 12km	■ CANTIDAD DE EJERCICIO AL MES 10km/month	■ MEJOR TIEMPO DE MARATÓN COMPLETA 4 h 32 min 0 s	

120 2. RESULTADO DE LA MEDICIÓN

ICONO DEL RASGO/PUNTAJACIÓN * HASTA 100 PUNTOS	COMENTARIO
(Se) Seguridad 65 PUNTOS ATENCIÓN	[] 121A RECOMENDACIÓN [] 121B
(Po) Posición 73 PUNTOS NORMAL	[] 122A RECOMENDACIÓN [] 122B
(Re) Relajación 78 PUNTOS BUENA	[] 123A RECOMENDACIÓN [] 123B
(Rec) Recorrido 84 PUNTOS BUENA	[] 124A RECOMENDACIÓN [] 124B
(Imp) Impulso 85 PUNTOS BUENA	[] 125A RECOMENDACIÓN [] 125B

EQUILIBRIO TOTAL

Puntuación de la carrera **80,6 PUNTOS**

CLASIFICACIÓN DE LA HABILIDAD DE CORRER
2º/DE 5 (4 HORAS)

CLASIFICACIÓN TOTAL
3º/DE 6

DISTRIBUCIÓN DE LA PUNTAJACIÓN

130 3. RESULTADO DE LA RECOMENDACIÓN

<p>PUNTO FUERTE (VENTAJA)</p> <p>Impulso 85</p> <p>131 []</p> <p>PUNTO DÉBIL (DEFECTO)</p> <p>Seguridad 65</p> <p>132 [] →</p> <p>135 []</p>	<p style="text-align: center;">RECOMENDACIÓN DE FORMA</p> <p>133A []</p> <p style="text-align: center;">133C</p>	<p style="text-align: center;">RECOMENDACIÓN DE ENTRENAMIENTO</p> <p style="text-align: center;">INTERVALO (10-20 VECES)</p> <p style="text-align: center;">134B 134A</p>
---	---	---

47

FIG.33

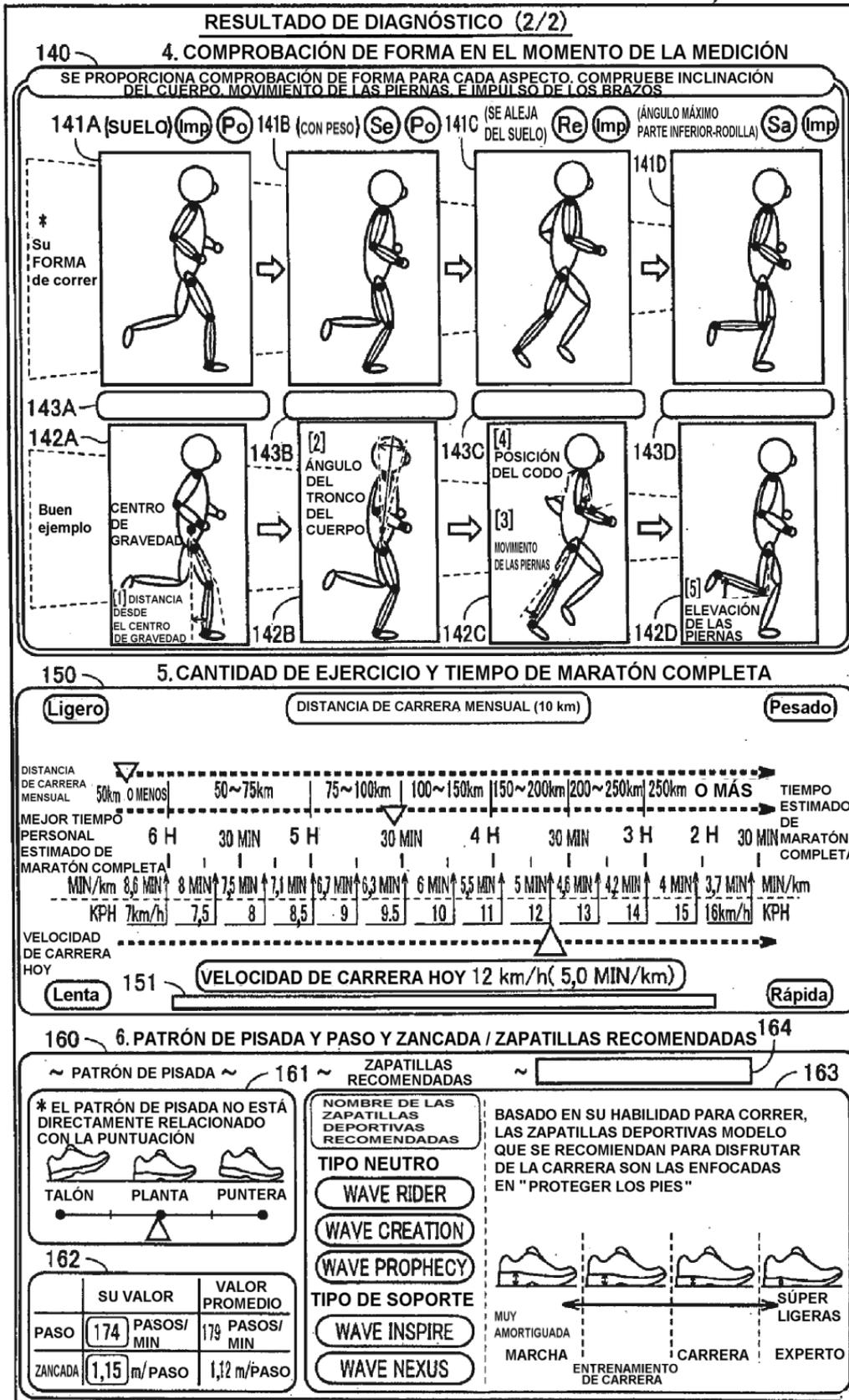


FIG.34

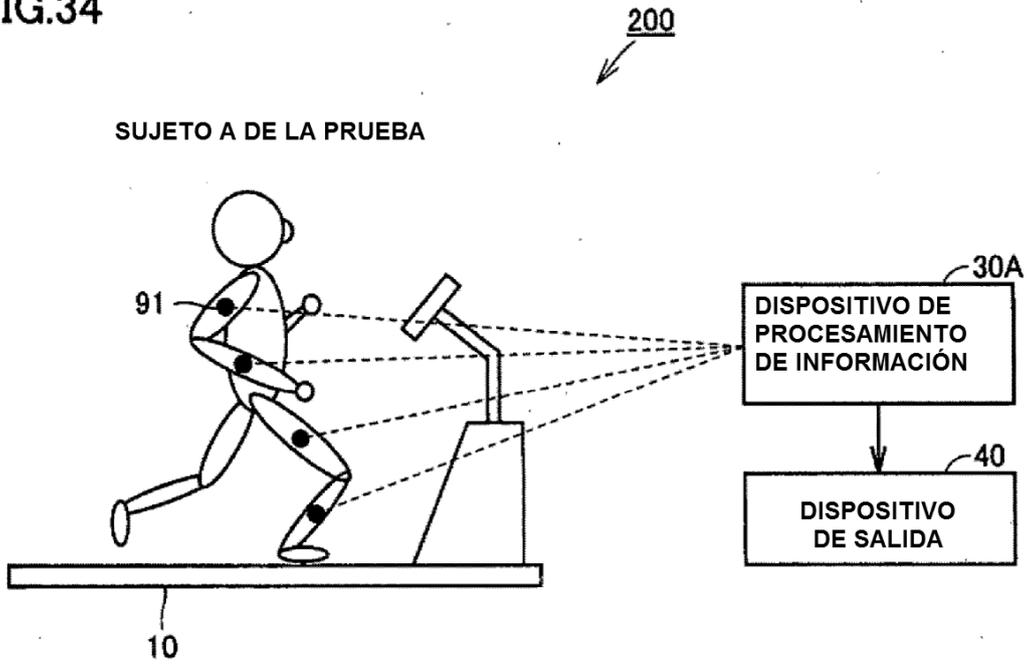


FIG.35

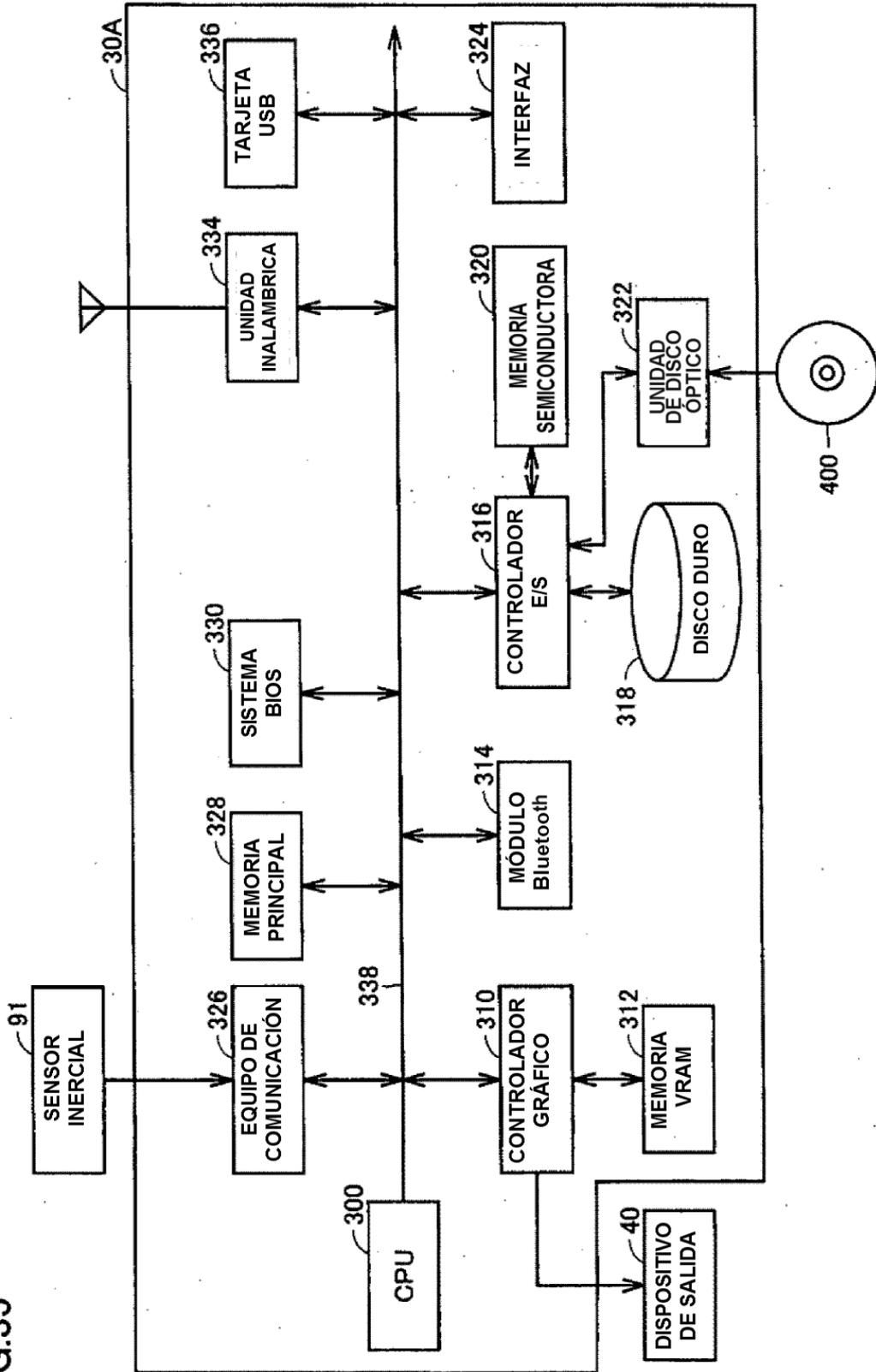


FIG.36

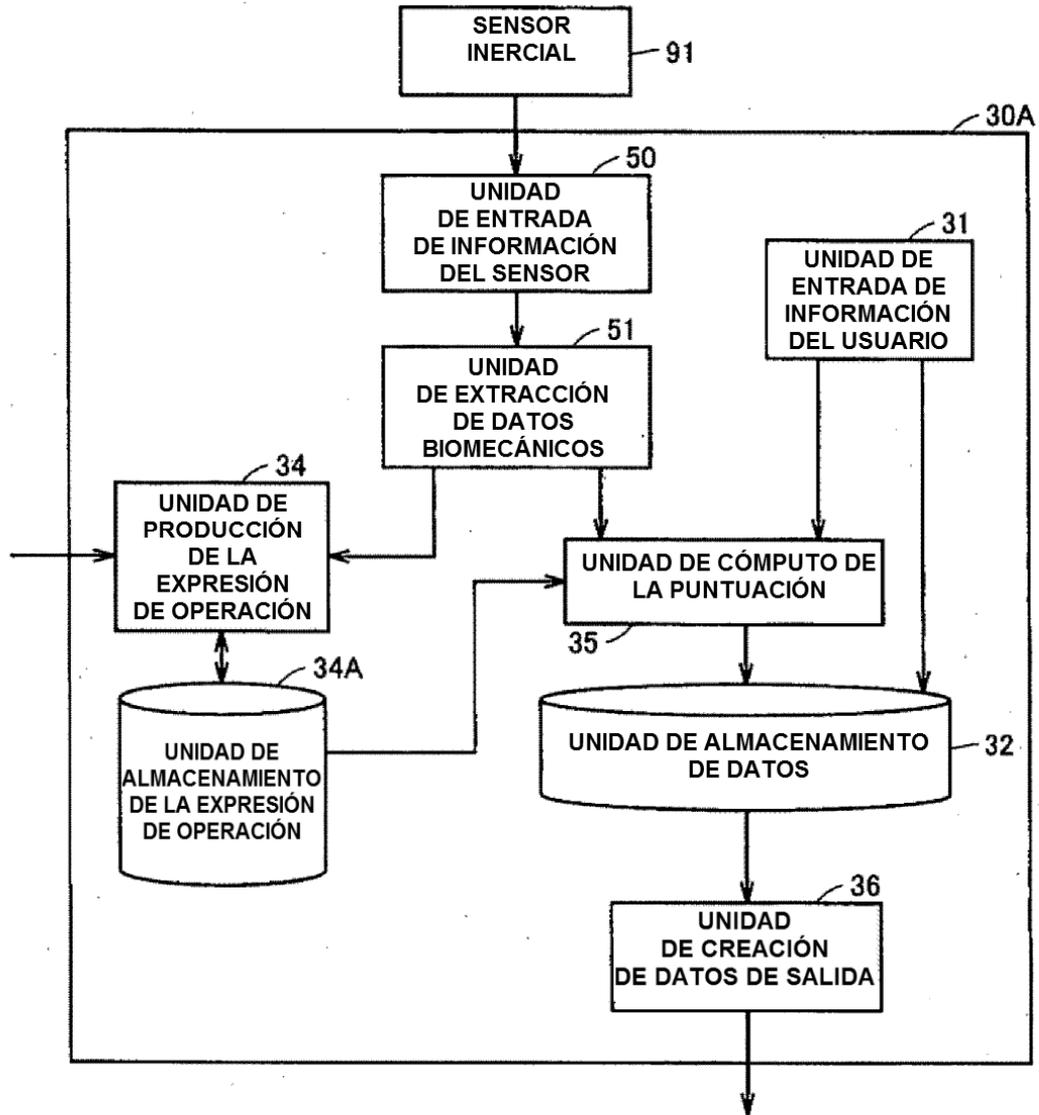


FIG.37

