

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 965 232**

51 Int. Cl.:

G06F 18/213 (2013.01)

G06F 18/2413 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.02.2018** **E 18157358 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2023** **EP 3528166**

54 Título: **Aparato y método para clasificar un movimiento de un dispositivo personal móvil**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
11.04.2024

73 Titular/es:

BRAUN GMBH (100.0%)
Frankfurter Strasse 145
61476 Kronberg im Taunus, DE

72 Inventor/es:

SHERMAN, FAIZ FEISAL y
MAO, XIAOLE

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 965 232 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

Aparato y método para clasificar un movimiento de un dispositivo personal móvil

5 Campo de la invención

Las realizaciones de la presente invención se refieren a un aparato para llevar a cabo la localización de un dispositivo de tratamiento móvil, un método para llevar a cabo la localización de un dispositivo de tratamiento móvil y un programa informático para implementar dicho método para llevar a cabo la localización de un dispositivo de tratamiento móvil cuando se ejecuta en un ordenador o procesador de señales.

Las realizaciones adicionales de la presente invención se refieren a un aparato para clasificar un movimiento de un dispositivo personal móvil, un método para clasificar un movimiento de un dispositivo personal móvil y un programa informático para implementar dicho método para clasificar un movimiento de un dispositivo personal móvil cuando se ejecuta en un ordenador o procesador de señales

Antecedentes de la invención

Los dispositivos de tratamiento móviles pueden usarse para tratar una superficie o similar. Por ejemplo, los dispositivos de tratamiento móviles pueden referirse a dispositivos personales tales como un cepillo para el cabello, una maquinilla de afeitar, una recortadora, un cepillo de dientes, o similares. En estos ejemplos, una superficie a tratar puede ser un cuerpo o al menos una determinada parte o zona de dicho cuerpo.

Otros ejemplos de dispositivos de tratamiento móviles pueden referirse, por ejemplo, a dispositivos domésticos tales como una escoba, una fregona, un cepillo de fregar o similares. En estos ejemplos, la superficie a tratar puede ser un suelo o al menos una determinada parte o zona de dicho suelo.

En algunas aplicaciones, podría ser útil conocer la posición actual del dispositivo de tratamiento móvil. En algunas aplicaciones, podría ser útil clasificar adicional o alternativamente los movimientos del dispositivo de tratamiento móvil, particularmente en el caso de un dispositivo personal.

Hoy en día, se pueden usar técnicas de obtención de imágenes para localizar dispositivos de tratamiento móviles con respecto a una superficie objetivo mediante, por ejemplo, una cámara que captura dicha superficie objetivo. También puede ser conocido el uso de sensores, tales como sensores GPS o similares, para localizar un dispositivo de tratamiento móvil. Las técnicas de obtención de imágenes anteriormente mencionadas pueden también usarse para obtener imágenes del movimiento de un dispositivo de tratamiento móvil y clasificar dicho movimiento capturado.

Estos dispositivos y métodos comunes pueden funcionar adecuadamente bien para la localización y clasificación aproximadas. Sin embargo, pueden existir algunos inconvenientes. Por ejemplo, es posible que los sensores GPS solo funcionen suficientemente bien en condiciones exteriores. El campo de visión de una cámara que captura una superficie objetivo puede obstruirse, a veces incluso por el propio dispositivo de tratamiento móvil. Además, aunque diferentes usuarios utilicen el dispositivo de tratamiento móvil, por ejemplo, el aparato personal, el resultado de los dispositivos y métodos mencionados anteriormente siempre será el mismo para cada usuario, aunque cada usuario pueda tener estilos y preferencias individuales sobre cómo utilizar dicho dispositivo de tratamiento móvil.

Por lo tanto, sería deseable proporcionar aparatos y métodos que permitan la localización precisa de un dispositivo de tratamiento móvil y/o una clasificación precisa de los movimientos de un dispositivo de tratamiento móvil sin los inconvenientes mencionados anteriormente. Además, sería deseable personalizar estos aparatos y métodos proporcionando técnicas entrenadas individualmente para diferentes personas.

HSSAYENIMURTADHA D ET AL, "Automatic assessment of medication states of patients with Parkinson's disease using wearable sensors", 2016 38TH ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY SOCIETY (EMBC), IEEE, (20160816), doi:10.1109/EMBC.2016.7592116, páginas 6082 - 6085, XP032980553 describe un algoritmo específico de cada paciente para clasificar las fluctuaciones motoras de pacientes con enfermedad de Parkinson en estadio medio y avanzado durante diversas actividades.

El documento CN 107-203-753 A describe un método de reconocimiento del movimiento humano basado en redes neuronales difusas y un razonamiento de modelo gráfico.

El documento US 2011/010875 A1 describe un sensor de aceleración triaxial que está montado en el cuerpo de un cepillo de dientes eléctrico. Una CPU detecta la posición tridimensional del cuerpo basándose en una salida del sensor de aceleración y, basándose en la posición del cepillo de dientes, estima qué parte se está cepillando. A continuación, la CPU realiza el control para conmutar entre modos de funcionamiento (tal como la dirección de rotación de un motor y la frecuencia de vibración del cepillo) según la parte estimada que se cepilla.

El documento GB 2549813 A describe un aparato que comprende: memoria configurada para almacenar una métrica de calibración específica del usuario, al menos un núcleo de procesamiento, configurado para determinar un identificador del tipo de actividad de una actividad en la que participa un usuario, y para determinar un nivel de intensidad específico del usuario de la actividad, en el que la determinación del nivel de intensidad específico del usuario se basa al menos en parte en el identificador del tipo de actividad, la métrica de calibración específica del usuario y los datos obtenidos de un sensor cinemático, y para obtener la métrica de calibración específica del usuario mediante la realización de un procedimiento de calibración que incluye la comunicación de datos cinemáticos o de velocidad a un servidor. El sensor cinemático puede ser un sensor de aceleración o un sensor de velocidad angular. El procedimiento de calibración incluye preferiblemente cartografiar un conjunto de datos cinemáticos a niveles de intensidad específicos de usuario.

Yousaf Saeed ET AL, "A Sensor-Augmented Golf Club", (20060101), XP055504372, describe un palo de golf aumentado con sensores para permitir interpretar el gesto de un *swing* de golf.

LÄNGKVIST MARTIN ET AL, "A review of unsupervised feature learning and deep learning for time-series modeling", PATTERN RECOGNITION LETTERS, (20140601), vol. 42, doi:10.1016/J.PATREC.2014.01.008, ISSN 0167-8655, páginas 11-24, XP028831931 proporciona una revisión de los desarrollos en el aprendizaje profundo y el aprendizaje no supervisado de características para los problemas de series temporales.

MARCON MARCO et al., "Smart Toothbrushes: Inertial Measurement Sensors Fusion with Visual Tracking", 3 de noviembre de 2016, ADVANCES IN INTELLIGENT DATA ANALYSIS XIX; [LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE; LECT. NOTES COMPUTER], SPRINGER INTERNATIONAL PUBLISHING, CHAM, PÁGINAS 480-494, XP047566107, ISSN: 0302-9743, ISBN: 978-3-540-69901-9, describe una técnica de rastreo para un cepillo de dientes que utiliza una cámara y datos de unidad de medición interna para permitir identificar diferentes técnicas de cepillado.

Sumario de la invención

Según un aspecto, se proporciona un aparato para clasificar un movimiento de un dispositivo personal móvil según la reivindicación 1.

Según un aspecto, se proporciona un método para clasificar un movimiento de un dispositivo personal móvil que comprende un sensor inercial según la reivindicación 13.

Según un aspecto, se proporciona un medio de almacenamiento digital legible por ordenador según la reivindicación 14

Breve descripción de las figuras

A continuación se describen con más detalle las realizaciones de la presente invención con referencia a las figuras, en las que

La Fig. 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de un aparato de la invención según una realización,

la Fig. 2 muestra un ejemplo de una superficie objetivo a tratar con el dispositivo de tratamiento móvil,

la Fig. 3 muestra otro ejemplo de una superficie objetivo a tratar con el dispositivo de tratamiento móvil,

la Fig. 4 muestra un diagrama de bloques esquemático de una red neuronal recurrente que puede usarse en el aparato de la invención,

la Fig. 5 muestra un diagrama de bloques esquemático de una red neuronal GRU que puede usarse en el aparato de la invención,

la Fig. 6A muestra un diagrama de bloques esquemático de una red neuronal LSTM que puede usarse en el aparato de la invención,

la Fig. 6B muestra un diagrama de bloques esquemático de una red neuronal LSTM con una capa en diferentes instancias de tiempo,

la Fig. 7 muestra un diagrama de bloques esquemático de una red neuronal LSTM con dos capas en diferentes instancias de tiempo,

la Fig. 8 muestra un diagrama de bloques de un método de la invención según una realización,

la Fig. 9 muestra un diagrama de bloques esquemático de un aparato de la invención según una realización,

la Fig. 10 muestra un diagrama de bloques esquemático de un aparato de la invención según una realización adicional,

la Fig. 11 muestra un diagrama de bloques esquemático de un aparato de la invención según una realización adicional, y

5 la Fig. 12 muestra un diagrama de bloques de un método de la invención según una realización.

Descripción detallada de la invención

10 Los elementos iguales o equivalentes o los elementos con funcionalidad igual o equivalente se indican en la siguiente descripción mediante números de referencia iguales o equivalentes.

Un orden de cualquier etapa del método en un método solo puede describirse como un ejemplo no limitativo. En consecuencia, cualquier etapa del método como se describe en la presente descripción puede también ejecutarse en cualquier otro orden diferente al descrito.

15 Aunque algunos aspectos se describirán en el contexto de un aparato o dispositivo, es evidente que estos aspectos también representan una descripción del método correspondiente, en donde un bloque o dispositivo corresponde a una etapa del método o una característica de una etapa del método. Análogamente, los aspectos descritos en el contexto de un método o una etapa del método también representan una descripción de un bloque o elemento o característica correspondiente de un aparato o dispositivo correspondiente.

20 Un primer aspecto que no forma parte de la presente invención se refiere a un aparato que está configurado para localizar un dispositivo de tratamiento móvil, en particular para localizar el dispositivo de tratamiento móvil con respecto a una superficie a tratar con dicho dispositivo de tratamiento.

25 En la realización de la invención, el dispositivo de tratamiento móvil es un dispositivo personal. Un dispositivo personal puede ser, por ejemplo, un cepillo de pelo, una maquinilla de afeitar, una recortadora, un cepillo de dientes o similares. En estos ejemplos, la superficie a tratar puede ser un cuerpo o al menos una determinada parte o zona de dicho cuerpo.

30 Otros ejemplos de dispositivos de tratamiento móviles pueden referirse, por ejemplo, a dispositivos domésticos tales como una escoba, una fregona, un cepillo de fregar o similares. En estos ejemplos, la superficie a tratar puede ser un suelo o al menos una determinada parte o zona de dicho suelo.

35 La Figura 1 muestra un aparato 10 según una realización de la presente invención. Además, se representa un dispositivo móvil 11 de tratamiento. El dispositivo móvil 11 de tratamiento comprende un sensor inercial 13. Además, el dispositivo móvil 11 de tratamiento puede configurarse para tratar una superficie objetivo 12.

40 Como puede verse, el dispositivo móvil 11 de tratamiento puede ubicarse en una determinada posición con respecto a una superficie objetivo 12, por ejemplo, en, sobre o junto a la superficie objetivo 12. La propia superficie objetivo 12 puede dividirse en una o más zonas 21₁, 21₂, 21₃, ..., 21_n. El dispositivo móvil 11 de tratamiento puede moverse o ubicarse en una posición relativa con respecto a al menos una de dichas zonas 21₁, 21₂, 21₃, ..., 21_n.

45 El aparato 10 de la invención, como se ilustra en la Figura 1, está configurado para realizar la localización del dispositivo móvil 11 de tratamiento con respecto a la superficie objetivo 12.

El aparato 10 comprende un dispositivo 14 de reconocimiento de patrones de movimiento. El dispositivo 14 de reconocimiento de patrones de movimiento está configurado para discriminar entre dos o más patrones 15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n de movimiento que están contenidos en un conjunto 15 de patrones de movimiento del dispositivo móvil 11 de tratamiento. En otras palabras, el dispositivo móvil 11 de tratamiento puede moverse, por ejemplo, por un usuario usando dicho dispositivo móvil 11 de tratamiento en diferentes direcciones lineales y/o de rotación. Por consiguiente, cada movimiento del dispositivo móvil 11 de tratamiento puede representar un patrón de movimiento respectivo o individual. El dispositivo 14 de reconocimiento de patrones de movimiento puede comprender un conjunto 15 de diferentes patrones de movimiento. El conjunto 15 de patrones de movimiento comprende dos o más de dichos patrones 15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n de movimiento anteriormente mencionados respectivos o individuales. El dispositivo 14 de reconocimiento de patrones de movimiento está configurado para discriminar entre estos dos o más patrones 15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n de movimiento. Es decir, el dispositivo 14 de reconocimiento de patrones de movimiento puede configurarse para distinguir un primer patrón de movimiento 15₁ de un segundo patrón de movimiento 15₂.

60 El movimiento del dispositivo móvil 11 de tratamiento puede detectarse por medio del al menos un sensor inercial 13 que comprende el dispositivo 11 de tratamiento móvil. El sensor inercial 13 es un sensor basado en inercia y puede comprender al menos uno de un acelerómetro, un giroscopio y un magnetómetro. El sensor inercial 13 puede proporcionar datos del sensor que representan al menos una velocidad lineal, una velocidad angular, una aceleración lineal, una aceleración angular y una fuerza g. El sensor inercial 13 puede ser parte de una unidad de medición inercial que comprende uno o más sensores inerciales.

El aparato 10 comprende una interfaz 16 para recibir los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ de al menos un sensor inercial desde el sensor inercial 13 y para proporcionar los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial al dispositivo 14 de reconocimiento de patrones de movimiento. Los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial representan un movimiento del dispositivo móvil 11 de tratamiento. En otras palabras, cuando el dispositivo móvil 11 de tratamiento se mueve, el sensor inercial 13 detecta este movimiento y crea los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ de al menos un sensor inercial. En consecuencia, los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial representan el movimiento respectivo del dispositivo móvil 11 de tratamiento.

Según la invención, el dispositivo 14 de reconocimiento de patrones de movimiento comprende una red neuronal 18. La red neuronal 18 puede ser una red de aprendizaje profundo. La red neuronal 18 puede estar configurada para recibir los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial y para cartografiar los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial según al menos uno de los patrones $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$ de movimiento contenidos en el conjunto 15 de patrones de movimiento. Esta cartografía se indica en la Figura 1 por medio de las flechas $19_1, 19_2, 19_3, 19_4$ discontinuas y continuas. La flecha 19_3 que se dibuja en línea continua puede indicar de manera ilustrativa que la red neuronal 18 cartografió correctamente los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial según el tercer patrón 15_3 de movimiento.

Los diferentes patrones $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$ de movimiento que están contenidos en el conjunto 15 se simbolizan de manera ilustrativa mediante diferentes formas geométricas (círculo, rectángulo, triángulo, estrella) meramente con fines ilustrativos. Los patrones de movimiento del dispositivo móvil 11 de tratamiento no se limitan, por supuesto, a estas formas geométricas específicas.

Según el principio de la invención, cada uno de los patrones $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$ de movimiento está asociado con una o más zonas $21_1, 21_2, 21_3, \dots, 21_n$ diferentes de la superficie objetivo 12. Esto se indica mediante las flechas $20_1, 20_2, 20_3, \dots, 20_n$ discontinuas y continuas. Como se puede ver, el primer patrón 15_1 de movimiento puede asociarse con una primera zona 21_1 de la superficie objetivo 12, como se indica mediante la flecha discontinua 20_1 . El segundo patrón 15_2 de movimiento puede asociarse con una segunda zona 21_2 de la superficie objetivo 12, como se indica mediante la flecha 20_2 discontinua. El tercer patrón 15_3 de movimiento puede asociarse con una tercera zona 21_3 de la superficie objetivo 12, como se indica mediante la flecha 20_3 que se dibuja en línea continua. El cuarto patrón 15_4 de movimiento puede asociarse con una cuarta zona 21_4 de la superficie objetivo 12, como se indica mediante la flecha 20_4 discontinua.

La flecha 20_3 que se dibuja en línea continua puede indicar de manera ilustrativa que el tercer patrón 15_3 de movimiento, según el cual se han cartografiado correctamente los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial mediante la red neuronal 18, está asociado con la tercera zona 21_3 de la superficie objetivo 12.

En consecuencia, la cartografía de los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial con el al menos un patrón $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$ de movimiento indica una estimación de la ubicación del dispositivo de tratamiento móvil 11 con respecto a la una o más zonas $21_1, 21_2, 21_3, \dots, 21_n$ de la superficie objetivo 12. En el presente ejemplo, la cartografía de los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial con el tercer patrón 15_3 de movimiento indica una estimación de la ubicación del dispositivo móvil 11 de tratamiento con respecto a la tercera zona 21_3 de la superficie objetivo 12.

En otras palabras, la red neuronal 18 cartografió correctamente los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ de al menos un sensor inercial según el tercer patrón 15_3 de movimiento. Dado que, según este ejemplo, el tercer patrón de movimiento 15_3 está asociado con la tercera zona 21_3 , el aparato 10 recupera la información de que el dispositivo móvil 11 de tratamiento está ubicado en la tercera zona 21_3 o de que el dispositivo móvil 11 de tratamiento estuvo ubicado al menos en la tercera zona 21_3 en el momento en que se crearon los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial.

Por lo tanto, el aparato 10 puede configurarse para localizar el dispositivo móvil 11 de tratamiento con respecto a la superficie objetivo 12 simplemente por el movimiento ejecutado, o el patrón de movimiento, del dispositivo móvil 11 de tratamiento.

Según la realización, el dispositivo móvil 11 de tratamiento es un dispositivo personal y la superficie objetivo 12 puede ser una porción de cuerpo para ser tratada por el dispositivo móvil 11 de tratamiento.

Por ejemplo, el dispositivo móvil 11 de tratamiento puede ser una maquinilla de afeitar o una recortadora para afeitar o recortar una porción del cuerpo de un usuario. El cuerpo del usuario puede ser en este caso la superficie objetivo 12. El cuerpo 12 del usuario puede separarse en diferentes zonas, por ejemplo, una zona izquierda de la mejilla, una zona derecha de la mejilla, una zona de la barbilla y así sucesivamente. Al ejecutar un patrón de movimiento predeterminado con la maquinilla de afeitar 11, el aparato 10 puede localizar la maquinilla de afeitar 11 en relación con el cuerpo del usuario. Por ejemplo, si la maquinilla de afeitar 11 ejecuta un patrón de movimiento que se dirige hacia una esquina superior izquierda con la maquinilla de afeitar 11 inclinada a la izquierda, el aparato 10 puede localizar la maquinilla de afeitar 11 como ubicada en la zona izquierda de la mejilla, por ejemplo. En consecuencia, el aparato 10 puede localizar la maquinilla de afeitar 11 en la cara del usuario simplemente mediante su patrón de movimiento ejecutado.

Como ejemplo adicional, el dispositivo móvil 11 de tratamiento puede ser un dispositivo doméstico y la superficie objetivo 12 puede ser una superficie de un piso, una pared, un mueble o similares. Por ejemplo, el dispositivo móvil 11 de tratamiento puede ser una aspiradora y la superficie objetivo 12 puede ser el suelo de una habitación. La habitación 12 puede separarse en diferentes zonas, por ejemplo, una esquina superior izquierda de la habitación, una esquina inferior derecha de la habitación, un centro de la habitación, debajo de una cama ubicada dentro de la habitación, y así sucesivamente. Al ejecutar un patrón de movimiento predeterminado con la aspiradora 11, el aparato 10 puede localizar la aspiradora 11 con respecto al suelo de la habitación. Por ejemplo, si la aspiradora 11 ejecuta un patrón de movimiento que se dirige simplemente hacia adelante y hacia atrás con la lanza de la aspiradora 11 bajada cerca del suelo, el aparato 10 puede localizar la aspiradora 11 como ubicada en la zona “debajo de la cama”, por ejemplo. Por consiguiente, el aparato 10 puede localizar la aspiradora 11 dentro de la habitación simplemente mediante su patrón de movimiento ejecutado.

Según una realización adicional, el dispositivo móvil 11 de tratamiento puede ser un dispositivo de cuidado bucal y la superficie objetivo 12 puede ser una dentición, en donde la dentición 12 se separa en diferentes zonas dentales 21_1 , 21_2 , 21_3 , ..., 21_n , en donde la cartografía de los datos 17_1 , 17_2 , 17_3 , ..., 17_n del al menos un sensor inercial con el al menos un patrón 15_1 , 15_2 , 15_3 , ..., 15_n de movimiento indica una estimación de la ubicación del dispositivo 11 de cuidado bucal con respecto a la una o más zonas dentales 21_1 , 21_2 , 21_3 , ..., 21_n de la dentición 12.

El dispositivo para el cuidado bucal puede ser un cepillo de dientes, en particular un cepillo de dientes eléctrico. El dispositivo para el cuidado bucal también puede ser al menos uno de un hilo dental, un dispositivo de eliminación de placa, un dispositivo de ultrasonidos y un dispositivo de chorro de agua.

Según este ejemplo, al ejecutar un patrón de movimiento predeterminado con el dispositivo 11 de cuidado bucal, el aparato 10 puede localizar el dispositivo 11 de cuidado bucal con respecto a la dentición. Por ejemplo, si el dispositivo 11 de cuidado bucal ejecuta un patrón de movimiento que se dirige meramente hacia arriba y hacia abajo con el dispositivo 11 de cuidado bucal inclinado hacia la izquierda, el aparato 10 puede localizar el dispositivo 11 de cuidado bucal como ubicado, por ejemplo, en una zona dental superior izquierda del maxilar superior. Por consiguiente, el aparato 10 puede localizar el dispositivo 11 de cuidado bucal con respecto a la dentición del usuario simplemente mediante su patrón de movimiento ejecutado.

Según una realización, la dentición puede estar separada en nueve zonas dentales, en las que una primera zona dental corresponde a la cara bucal izquierda del maxilar superior e inferior de la dentición, una segunda zona dental corresponde a la cara oclusal izquierda y derecha del maxilar superior de la dentición, una tercera zona corresponde a la cara oclusal izquierda y derecha del maxilar inferior de la dentición, una cuarta zona dental corresponde a la cara lingual izquierda del maxilar superior e inferior de la dentición, una quinta zona dental corresponde a la cara bucal derecha del maxilar superior e inferior de la dentición, una sexta zona dental corresponde a la cara lingual derecha del maxilar superior e inferior de la dentición, una séptima zona dental corresponde a la cara labial del maxilar superior e inferior de la dentición, una octava zona dental corresponde a la cara palatina del maxilar superior de la dentición, una novena zona dental corresponde a la cara bucal del maxilar inferior anterior de la dentición.

Según una realización adicional, al menos un patrón 15_{NB} de movimiento predeterminado que puede estar contenido adicionalmente en el conjunto 15 de patrones de movimiento puede estar asociado con una zona 21_{NB} fuera de la superficie objetivo 12, o no relacionada con la superficie objetivo 12, en donde la cartografía de los datos 17_1 , 17_2 , 17_3 , ..., 17_n del al menos un sensor inercial con el al menos un patrón 15_{NB} de movimiento predeterminado indica que el dispositivo móvil 11 de tratamiento está ubicado en dicha zona 21_{NB} que está fuera de la superficie objetivo 12, o no está relacionada con la superficie objetivo 12.

En otras palabras, la zona 21_{NB} fuera de la superficie objetivo 12 puede ser una zona que no esté directamente relacionada con la superficie objetivo 12. Por ejemplo, si el dispositivo móvil 11 de tratamiento puede ser un cepillo de dientes, entonces dicha zona 21_{NB} fuera de la superficie objetivo 12 puede ser una zona fuera de la dentición. Por consiguiente, esta zona 21_{NB} puede indicar que el usuario no está cepillando sus dientes. Por lo tanto, esta zona también puede denominarse como una zona “Sin cepillado”, abreviada por “NB”. Esta zona 21_{NB} puede ser la al menos una zona de la superficie objetivo 12, o esta zona 21_{NB} puede ser una zona adicional además de la una o más zonas 21_1 , 21_2 , 21_3 , ..., 21_n de la superficie objetivo. Sin embargo, esta zona 21_{NB} concreta fuera de la superficie objetivo 12 no se limita al ejemplo descrito anteriormente de cepillado de dientes.

La Figura 2 muestra una dentición 12 para ilustrar el ejemplo descrito anteriormente. La dentición 12 puede ser la superficie objetivo. La dentición 12 puede separarse en nueve zonas dentales 1a a 9a. Opcionalmente, puede existir una décima zona NB. Esta décima zona NB es una zona fuera de la dentición 12. Por lo tanto, esta décima zona NB no se ilustra explícitamente en la Figura 2. Dado que esta décima zona NB no está relacionada con una de las zonas dentales de la dentición 12, y por lo tanto no se refiere al cepillado de los dientes de la dentición 12, esta décima zona NB también puede denominarse zona “Sin cepillado”.

Como se puede ver en la Figura 2, una primera zona dental 1a puede corresponder a la cara bucal izquierda del maxilar superior e inferior de la dentición 12. Una segunda zona dental 2a puede corresponder a la cara oclusal

izquierda y derecha del maxilar superior de la dentición 12. Una tercera zona 3a puede corresponder a la cara oclusal izquierda y derecha del maxilar inferior de la dentición 12. Una cuarta zona dental 4a puede corresponder a la cara lingual izquierda del maxilar superior e inferior de la dentición 12. Una quinta zona dental 5a puede corresponder a la cara bucal derecha del maxilar superior e inferior de la dentición 12. Una sexta zona dental 6a puede corresponder a la cara lingual derecha del maxilar superior e inferior de la dentición 12. Una séptima zona dental 7a puede corresponder a la cara labial del maxilar superior e inferior de la dentición 12. Una octava zona dental 8a puede corresponder a la cara palatina del maxilar superior de la dentición 12. Una novena zona dental 9a puede corresponder a la cara bucal del maxilar inferior anterior de la dentición 12.

La Figura 3 muestra una dentición 12 para ilustrar otro ejemplo. La dentición 12 puede ser la superficie objetivo. La dentición 12 puede separarse en dieciséis zonas dentales 1b a 16b. Opcionalmente, puede existir una decimoséptima zona NB. Esta decimoséptima zona NB es una zona fuera de la dentición 12. Por lo tanto, esta decimoséptima zona NB no se ilustra explícitamente en la Figura 3. Dado que esta decimoséptima zona NB no está relacionada con una de las zonas dentales de la dentición 12 y, por lo tanto, no se refiere al cepillado de los dientes de la dentición 12, esta decimoséptima zona NB también puede denominarse zona "Sin cepillado".

Como puede verse en la Figura 3, una primera zona dental 1b puede corresponder a la cara bucal izquierda del maxilar superior de la dentición 12. Una segunda zona dental 2b puede corresponder a la cara oclusal del lado izquierdo del maxilar superior de la dentición 12. Una tercera zona dental 3b puede corresponder a la cara oclusal del lado izquierdo del maxilar inferior de la dentición 12. Una cuarta zona dental 4b puede corresponder a la cara lingual izquierda del maxilar superior e inferior de la dentición 12. Una quinta zona dental 5b puede corresponder a la cara bucal derecha del maxilar superior e inferior de la dentición 12. Una sexta zona dental 6b puede corresponder a la cara oclusal del lado derecho del maxilar superior de la dentición 12. Una séptima zona dental 7b puede corresponder a la cara oclusal del lado derecho del maxilar inferior de la dentición 12. Una octava zona dental 8b puede corresponder a la cara palatina del maxilar superior de la dentición 12. Una novena zona dental 9b puede corresponder a la cara labial del maxilar superior de la dentición 12. Una décima zona dental 10b puede corresponder a la cara labial del maxilar inferior de la dentición 12. Una undécima zona dental 11b puede corresponder a la cara palatina del maxilar superior de la dentición 12. Una duodécima zona dental 12b puede corresponder a la cara bucal del maxilar inferior anterior de la dentición 12. Una decimotercera zona dental 13b puede corresponder a la cara bucal izquierda del maxilar inferior de la dentición 12. Una decimocuarta zona dental 14b puede corresponder a la cara lingual izquierda del maxilar inferior de la dentición 12. Una decimoquinta zona dental 15b puede corresponder a la cara bucal derecha del maxilar inferior de la dentición 12. Una decimosexta zona dental 16b puede corresponder a la cara lingual derecha del maxilar inferior de la dentición 12.

Las Figuras 2 y 3 se han descrito solo como ejemplos no limitativos. La superficie objetivo 12 puede comprender también más o menos de las nueve o dieciséis zonas dentales ilustrativas descritas. Además, la décima/decimoséptima zona dental NB fuera de la superficie objetivo 12 es opcional. La distribución exacta de la una o más zonas dentales de la dentición 12 puede variar de los ejemplos descritos anteriormente.

Una de las diversas ventajas de la presente invención es el hecho de que el aparato 10 tiene autoaprendizaje en cuanto a la localización del dispositivo de tratamiento móvil con respecto a la superficie objetivo 12. El aparato 10 puede utilizar inteligencia artificial, por ejemplo, aprovechando redes de aprendizaje profundo. En consecuencia, el aparato 10 para realizar la localización del dispositivo móvil 11 de tratamiento con respecto a la superficie objetivo 12 puede mejorar su rendimiento a lo largo del tiempo mediante el uso de la red neuronal 18.

Según una realización, la red neuronal 18 puede ser una red neuronal recurrente (RNN, *Recurrent Neural Network*). Por ejemplo, la red neuronal puede ser una red de memoria a corto plazo (LSTM, *Long Short Term Memory*) o una unidad neuronal recurrente clasificada (GRU, *Gated Recurrent Unit*).

Las RNN pueden sufrir el llamado problema del gradiente evanescente, en el que los gradientes desaparecen rápidamente con un mayor número de capas. La desaparición de los gradientes puede dar lugar a ritmos de entrenamiento bastante lentos. Por lo tanto, las redes LSTM y/o las redes GRU pueden usarse para evitar el problema del gradiente evanescente.

Una red LSTM es una red neuronal artificial que contiene bloques LSTM además de unidades de red regulares. Un bloque LSTM contiene puertas que determinan cuándo la entrada es lo suficientemente significativa como para recordarla, cuándo debe seguir recordando o cuándo debe olvidar el valor, y cuándo debe emitir el valor.

La Figura 4 muestra un ejemplo de una RNN en su forma más general. Una unidad neuronal 40 puede alimentarse con una entrada 41 en un determinado instante de tiempo t . La entrada 41 puede ser un valor único o un vector que comprende dos o más valores. La entrada 41 en el instante de tiempo determinado t puede simbolizarse también con X_t .

La unidad neuronal 40 puede comprender también opcionalmente una entrada adicional 42. Esta entrada adicional 42 puede proporcionarse desde una unidad neuronal (no representada aquí) en un instante de tiempo anterior $t-1$.

La unidad neuronal 40 puede comprender al menos una puerta 43, que puede proporcionar una operación matemática. En este ejemplo, la puerta 43 es una puerta *tanh* única.

La unidad neuronal 40 puede comprender al menos una salida 46. La salida 46 puede comprender el resultado del funcionamiento de la puerta *tanh* 43 que ha sido alimentada con la entrada 41 y opcionalmente la entrada adicional 42. La salida 46 puede conducir a un estado oculto 45, que se explicará posteriormente.

La unidad neuronal 40 puede comprender opcionalmente una rama de salida adicional 46 que se ramifica desde el resultado de salida mencionado anteriormente del funcionamiento de la puerta *tanh* 43 alimentada con la entrada 41 y opcionalmente la entrada adicional 42.

En la Figura 4, cada línea representada puede transportar un vector completo, desde la salida de un nodo a las entradas de otros. Las líneas que se fusionan, por ejemplo en 47, denotan concatenación, mientras que una línea que se bifurca, por ejemplo en 48, denota que su contenido se copia y las copias van a diferentes lugares. Esto también es válido para las otras redes neuronales que se describirán a continuación con referencia a las siguientes figuras.

La Figura 5 muestra un ejemplo de una red GRU. La red GRU comprende una unidad neuronal 50. Además de la unidad neuronal 40 de RNN anteriormente descrita, la unidad neuronal 50 de GRU puede comprender dos puertas adicionales, concretamente, una primera puerta sigmoidea 53 y una segunda puerta sigmoidea 54. Además, la unidad neuronal 50 de GRU puede comprender operaciones puntuales 55, 56, 57, 58, 59, como la suma de vectores 58, por ejemplo.

La Figura 6A muestra un ejemplo de una red LSTM que puede aprovecharse como red neuronal 18 en el aparato 10 según la invención. La LSTM puede comprender una unidad neuronal 60 que puede, en el caso de redes LSTM, denominarse también bloque LSTM. Además de las unidades neuronales 40, 50 descritas anteriormente, la unidad neuronal 60 de la red LSTM representada puede comprender un estado de celda, que es la línea horizontal 61 que se extiende a través de la parte superior de la unidad neuronal 60. La unidad neuronal 60 puede recibir una entrada 62 del estado de celda y puede crear una salida 66 del estado de celda.

La unidad neuronal 60 puede comprender además cuatro puertas 43, 53, 54, 63. Por ejemplo, puede comprender una puerta sigmoidea 63 adicional en comparación con la red GRU descrita anteriormente. La información puede eliminarse o añadirse al estado de celda (línea horizontal 61) mediante estas puertas 43, 53, 54, 63.

La Figura 6B muestra un ejemplo adicional en el que se representan estados anteriores y posteriores (con respecto al instante de tiempo t) de la unidad neuronal. En concreto, se representa una unidad neuronal 60_{t-1} en un instante de tiempo anterior $t-1$. Adicionalmente, se representa una unidad neuronal 60_{t+1} adicional en un instante de tiempo posterior $t+1$. Las unidades neuronales 60_{t-1} , 60_t , 60_{t+1} representadas pueden representar la misma unidad neuronal pero en diferentes momentos, concretamente en el instante de tiempo t , en un instante de tiempo anterior $t-1$ y en un instante de tiempo posterior $t+1$.

La entrada 41 descrita anteriormente, también simbolizada por la letra X , puede comprender los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor del sensor inercial 13. La entrada X puede depender del tiempo, por lo tanto $X=X(t)$. En particular, la entrada X_t ilustrada puede comprender los datos 17_2 de un sensor adquiridos durante el instante de tiempo t considerado, la entrada X_{t-1} ilustrada puede comprender los datos 17_1 de un sensor adquiridos durante un instante de tiempo $t-1$ anterior y la entrada X_{t+1} ilustrada puede comprender los datos 17_3 de un sensor adquiridos durante un instante de tiempo $t+1$ posterior.

Como se puede ver además en la Figura 6B, la unidad neuronal 60_{t-1} , 60_t , 60_{t+1} puede, en cada instante de tiempo representado $t-1$, t , $t+1$, proporcionar, por ejemplo mediante predicción, un valor de salida y_{t-1} , y_t , y_{t+1} respectivo. El valor de salida $y(t)$ puede ser un valor único o un vector que comprende uno o más elementos vectoriales.

El valor de salida $y(t)$ puede calcularse como:

$$y_t = \text{softmax}(W_{hy} \cdot h_t + b)$$

El valor de salida $y(t)$ puede comprender, por ejemplo, valores probabilísticos, como se explicará con más detalle con respecto a la Figura 7. Por ejemplo, el valor de salida $y(t)$ puede ser un vector que comprende uno o más elementos vectoriales, en donde cada elemento vectorial puede representar uno de los patrones $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$, de movimiento o, más detalladamente, en donde cada elemento vectorial puede representar un valor probabilístico que indica cuál es la probabilidad de que la entrada $X(t)$, es decir, los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del sensor inercial pueden corresponder a uno de los patrones $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$ de movimiento.

Además, las unidades neuronales 60_{t-1} , 60_t , 60_{t+1} representadas pueden disponerse en la misma capa, concretamente en una primera capa. Algunos ejemplos de la invención pueden comprender una o más capas adicionales, en donde cada capa puede comprender su(s) propia(s) unidad(es) neuronal(es). Dichos ejemplos pueden describirse, por

ejemplo, más adelante con referencia a la Figura 7. Sin embargo, los ejemplos y realizaciones con al menos una primera capa se describirán con referencia adicional a la Figura 6B.

Según esta realización, la red neuronal 18 puede comprender una primera capa, en donde dicha primera capa comprende una unidad neuronal 60_t , en donde en un primer instante de tiempo t los datos 17_2 del al menos un sensor inercial X_t se introducen en la unidad neuronal 60_t de la primera capa. En un segundo instante de tiempo posterior $t+1$, los datos 17_3 de un segundo sensor inercial X_{t+1} y al menos una salida h_t 46 de la unidad neuronal 60_t del primer instante de tiempo t anterior se introducen en la unidad neuronal 60_{t+1} de la primera capa.

La Figura 7 muestra otro ejemplo, en donde la red neuronal 18 puede comprender al menos dos capas, concretamente, una primera capa 71 y una segunda capa 72. La primera capa 71 comprende al menos una primera unidad neuronal 60_t , y la segunda capa 72 comprende al menos una segunda unidad neuronal 70_t .

Como se puede ver, los datos 17_1 , 17_2 , 17_3 del sensor que se adquieren durante diferentes instancias de tiempo $t-1$, t , $t+1$ pueden alimentarse como entrada X_{t-1} , X_t , X_{t+1} a la unidad neuronal 60_{t-1} , 60_t , 60_{t+1} respectiva de la primera capa 71.

La salida 46_{t-1} , 46_t , 46_{t+1} de cada unidad neuronal 60_{t-1} , 60_t , 60_{t+1} de la primera capa 71 puede alimentarse como una entrada a las unidades neuronales 70_{t-1} , 70_t , 70_{t+1} respectivas de la segunda capa 72.

Las unidades neuronales 60_{t-1} , 60_t , 60_{t+1} de la primera capa 71 y las unidades neuronales 70_{t-1} , 70_t , 70_{t+1} de la segunda capa 72 pueden ser idénticas. Alternativamente, la estructura interna de las unidades neuronales 60_{t-1} , 60_t , 60_{t+1} de la primera capa 71 y las unidades neuronales 70_{t-1} , 70_t , 70_{t+1} de la segunda capa 72 pueden diferir entre sí.

Según la realización que se muestra en la Figura 7, la red neuronal 18 puede comprender al menos una primera capa 71 y una segunda capa 72, en donde la primera capa 71 puede comprender una primera unidad neuronal 60_t y en donde la segunda capa 72 puede comprender una segunda unidad neuronal 70_t , en donde para un primer instante de tiempo t los datos 17_2 del al menos un sensor inercial X_t se introducen en la primera unidad neuronal 60_t de la primera capa 71, y en donde se introduce una salida h_t 46 de la primera unidad neuronal 60_t en la unidad neuronal 70_t de la segunda capa 72.

Hasta ahora, se ha descrito una ruta de señalización en una dirección vertical, es decir, desde una primera capa inferior 71 hasta una segunda capa superior 72. Sin embargo, en la realización de la Figura 7 se muestra también una ruta de señalización en una dirección horizontal.

Como puede verse, la salida C_t 66 del estado de celda de una primera unidad neuronal 60_t en un primer instante de tiempo t y/o la salida h_t 46 de la primera unidad neuronal 60_t en el primer instante de tiempo t pueden alimentarse como una entrada a la primera unidad neuronal 60 de nuevo, concretamente a la primera unidad neuronal 60_{t+1} en un instante de tiempo $t+1$ posterior. Como ya se ha mencionado anteriormente, la unidad neuronal 60 en sí misma puede ser la misma unidad neuronal pero solo puede representarse en las Figuras como una pluralidad de unidades neuronales 60_{t-1} , 60_t , 60_{t+1} concatenadas para facilitar la ilustración de los estados de la unidad neuronal 60 en las diferentes instancias de tiempo $t-1$, t , $t+1$. En otras palabras, la ruta de señalización horizontal puede describir la ruta de señalización de la unidad neuronal 60 en diferentes instancias de tiempo $t-1$, t , $t+1$ posteriores. Lo mismo es válido para la segunda capa 72 y cualquier capa adicional.

Por consiguiente, las instancias de tiempo $t-1$, t , $t+1$ posteriores ilustradas pueden representar una longitud 77, durante la cual, la red neuronal 18 puede muestrear y procesar los datos 17_1 , 17_2 , 17_3 , ..., 17_n adquiridos por el sensor. Por lo tanto, dicha longitud 77 puede denominarse longitud de ciclo, longitud de muestra o período de muestra. Por ejemplo, la longitud de muestra 77 puede corresponder a un segundo, en donde las instancias de tiempo $t-1$, t , $t+1$ pueden ser fracciones de dicho segundo. Por ejemplo, un período de muestra 77 puede tener una longitud de cincuenta muestras, es decir, de cincuenta instancias de tiempo. La red neuronal 18 puede ejecutarse una vez durante un período de muestra, o bien la red neuronal 18 puede ejecutarse permanentemente durante dos o más períodos de muestra.

Por lo tanto, según una realización adicional, la red neuronal 18 puede comprender al menos una primera capa 71 y una segunda capa 72, en donde la primera capa 71 puede comprender una primera unidad neuronal 60_t y en donde la segunda capa 72 puede comprender una segunda unidad neuronal 70_t , en donde en un primer instante de tiempo t los datos 17_2 del al menos un sensor inercial X_t pueden introducirse en la primera unidad neuronal 60_t de la primera capa 71, y en donde al menos una salida h_t 46 de la primera unidad neuronal 60_t puede introducirse en la unidad neuronal 70_t de la segunda capa 72. Hasta ahora, puede ser el mismo que el descrito anteriormente. Sin embargo, adicionalmente, en un segundo instante de tiempo posterior $t+1$, los datos 17_3 de un segundo sensor inercial X_{t+1} y al menos una salida h_t 46 de la primera unidad neuronal 60_t en el primer instante de tiempo t se introducen en la primera unidad neuronal 60_{t+1} en el segundo instante de tiempo $t+1$ posterior.

Como se ha mencionado anteriormente, la red neuronal 18 puede ejecutar varias operaciones matemáticas, por ejemplo, en las puertas 43, 53, 54, 63. En el ejemplo que se muestra en la Figura 7, pueden ejecutarse las siguientes operaciones matemáticas en las diferentes etapas:

$$\left| \begin{array}{l} \tilde{h}_j = \sum_{k \in C(j)} h_k, \\ i_j = \sigma(W^{(i)}x_j + U^{(i)}\tilde{h}_j + b^{(i)}), \\ f_{jk} = \sigma(W^{(f)}x_j + U^{(f)}\tilde{h}_k + b^{(f)}), \\ o_j = \sigma(W^{(o)}x_j + U^{(o)}\tilde{h}_j + b^{(o)}), \\ u_j = \tanh(W^{(u)}x_j + U^{(u)}\tilde{h}_j + b^{(u)}), \\ c_j = i_j \odot u_j + \sum_{k \in C(j)} f_{jk} \odot c_k, \\ h_j = o_j \tanh \odot(c_j), \end{array} \right|$$

en donde

- $i(t)$ es el vector de activación de la puerta de entrada
- $f(t)$ es el vector de activación de la puerta de eliminación de elementos de la memoria
- $o(t)$ es el vector de activación de la puerta de salida
- $c(t)$ es el vector de estado de celda
- $h(t)$ es el vector de salida de un bloque LSTM o unidad neuronal

Según este ejemplo, los datos 17₂ del sensor de entrada X_t pueden ser un vector de elementos $X_t \in \mathbb{R}^6$. Por ejemplo, puede ser un tensor de entrada $X_t \in \mathbb{R}^6, [A_x, A_y, A_z, G_x, G_y, G_z]^T$

Además, los valores de ponderación $W(t)$ y de sesgo $b(t)$ se han ilustrado en la Figura 7, en donde en este ejemplo:

- Ponderaciones $W_{hy} \in \mathbb{R}^{12 \times 256}$
- Sesgo $b_t \in \mathbb{R}^{12}$

Además, el vector de salida $y(t)$ puede calcularse como:

$$y_t = \text{softmax}(W_{hy} \cdot h_t + b)$$

Los estados ocultos $h(t)$ ilustrados pueden ser también vectores de elementos, por ejemplo vectores de elementos que comprenden 256 elementos $h_t \in \mathbb{R}^{256}$.

Además, los estados ocultos representados $C(t)$ pueden ser también vectores de elementos, por ejemplo vectores de elementos que comprenden 256 elementos $C_t \in \mathbb{R}^{256}$.

Como se ha mencionado anteriormente, los datos 17₂ del sensor inercial de entrada X_t pueden ser un vector de elementos $X_t \in \mathbb{R}^6$ que comprende seis elementos vectoriales, por ejemplo un tensor de entrada $X_t \in \mathbb{R}^6, [A_x, A_y, A_z, G_x, G_y, G_z]^T$. Estos elementos vectoriales $[A_x, A_y, A_z, G_x, G_y, G_z]^T$ se pueden denominar también porciones de datos del sensor inercial.

Según una realización, los datos 17₁ del al menos un sensor inercial pueden comprender al menos tres porciones de datos del sensor inercial del grupo que comprende una velocidad lineal en la dirección x, y, y z, una velocidad angular con respecto a los ejes x, y, y z, una aceleración lineal en la dirección x, y, y z, y una aceleración angular con respecto a los ejes x, y, y z.

En otras palabras, el sensor inercial 13 puede proporcionar datos 17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n del sensor inercial en la una o más instancias de tiempo $t-1$, t , $t+1$, en donde los datos 17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n del sensor inercial pueden depender de la orientación y el movimiento actuales del dispositivo móvil 11 de tratamiento en una instancia de tiempo observada $t-1$, t , $t+1$. Cada uno de los datos 17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n del sensor inercial puede ser un vector que comprende al menos tres o bien, en otros ejemplos, al menos seis elementos vectoriales, en donde dichos elementos vectoriales representan las porciones de datos del sensor inercial mencionadas anteriormente, en donde al menos una de dichas porciones de datos del sensor inercial puede ser cero.

En consecuencia, los datos 17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n del sensor inercial (vectores) y, en particular las porciones de datos del sensor (elementos vectoriales), pueden representar el patrón de movimiento real del dispositivo móvil 11 de

tratamiento muestreado durante un período de muestra 77 que comprende una o más instancias de tiempo $t-1$, t , $t+1$ posteriores.

Según una realización ilustrada en la Figura 7, los datos 17_2 del al menos un sensor inercial (vector) pueden comprender una o más porciones de datos del sensor inercial (elementos vectoriales), en donde una entrada de la unidad neuronal 60 en un primer instante de tiempo t es un dato 17_2 del sensor inercial respectivo que comprende la una o más porciones de datos del sensor inercial recuperadas durante dicho primer instante de tiempo t . Los datos 17_1 , 17_2 , 17_3 , ..., 17_n de al menos un sensor inercial se pueden muestrear durante un tiempo de muestreo 77.

La red neuronal 18 puede cartografiar los datos 17_1 , 17_2 , 17_3 , ..., 17_n del al menos un sensor inercial muestreado que se han muestreado durante el tiempo de muestra 77 según al menos un patrón 15_1 , 15_2 , 15_3 , ..., 15_n de movimiento contenido en el conjunto 15 de patrones de movimiento, como se ha descrito inicialmente con referencia a la Figura 1. Después de la cartografía, el un patrón de movimiento seleccionado puede denominarse patrón de movimiento cartografiado.

En otras palabras, la red neuronal 18 puede recibir los datos 17_1 , 17_2 , 17_3 , ..., 17_n del sensor inercial como entrada $x(t)$ y puede emitir uno o más valores de probabilidad como salida $y(t)$. Como se ha mencionado anteriormente, en el ejemplo mostrado en la Figura 7, el valor de salida $y(t)$ también puede ser un vector de elementos que comprende por ejemplo, al menos tres, o al menos seis, o al menos doce elementos vectoriales. Cada elemento vectorial del vector de salida $y(t)$ puede representar un valor probabilístico de un patrón 15_1 , 15_2 , 15_3 , ..., 15_n de movimiento que puede asociarse con una clase o una zona 21_1 , 21_2 , 21_3 , ..., 21_n . En algunas realizaciones, el valor de salida $y(t)$ puede ser un vector de elemento que comprende, por ejemplo, al menos de dos a tantas clases o zonas como sean necesarias, por ejemplo nueve zonas, doce zonas o dieciséis zonas.

En consecuencia, el vector de salida $y(t)$ puede representar las diferentes zonas 21_1 , 21_2 , 21_3 , ..., 21_n de la superficie objetivo 12. Por ejemplo, si la superficie objetivo 12 puede comprender doce zonas (p. ej., once zonas dentales y una duodécima zona "NB" sin cepillado), entonces el vector de salida del elemento $y(t)$ puede comprender doce elementos vectoriales, tal como se muestra en el ejemplo de la Figura 7, en donde $y(t) \in \mathbb{R}^{12}$. En consecuencia, cada elemento vectorial puede representar una de las diferentes zonas 21_1 , 21_2 , 21_3 , ..., 21_n de la superficie objetivo 12.

Como se ha mencionado anteriormente, los elementos vectoriales pueden representar valores de probabilidad. Estos valores de probabilidad pueden representar el valor probabilístico de cada una de las diferentes zonas 21_1 , 21_2 , 21_3 , ..., 21_n de la superficie objetivo 12. En otras palabras, la red neuronal 18 puede recibir los datos 17_1 , 17_2 , 17_3 , ..., 17_n del al menos un sensor inercial y cartografiar los datos 17_1 , 17_2 , 17_3 , ..., 17_n del al menos un sensor inercial según al menos un patrón 15_1 , 15_2 , 15_3 , ..., 15_n de movimiento y dado que cada uno de dichos patrones 15_1 , 15_2 , 15_3 , ..., 15_n de movimiento pueden asociarse con una o más zonas 21_1 , 21_2 , 21_3 , ..., 21_n diferentes de la superficie objetivo 12, los valores de probabilidad pueden indicar cuál es la probabilidad de que los datos 17_1 , 17_2 , 17_3 , ..., 17_n adquiridos del al menos un sensor inercial puedan corresponder a una de las diferentes zonas 21_1 , 21_2 , 21_3 , ..., 21_n de la superficie objetivo 12.

Esto se denomina la cartografía de los datos 17_1 , 17_2 , 17_3 , ..., 17_n del al menos un sensor inercial según al menos uno de los patrones 15_1 , 15_2 , 15_3 , ..., 15_n de movimiento.

Como cada patrón de 15_1 , 15_2 , 15_3 , ..., 15_n de movimiento puede asociarse con una o más zonas 21_1 , 21_2 , 21_3 , ..., 21_n diferentes de la superficie objetivo 12, la cartografía de los datos 17_1 , 17_2 , 17_3 , ..., 17_n del al menos un sensor inercial con el al menos un patrón 15_1 , 15_2 , 15_3 , ..., 15_n de movimiento indica una estimación de la ubicación del dispositivo móvil 11 de tratamiento con respecto a la una o más zonas 21_1 , 21_2 , 21_3 , ..., 21_n de la superficie objetivo 12. La ubicación del dispositivo 11 de tratamiento puede estimarse porque la detección de ubicación de la invención puede basarse en los valores de probabilidad mencionados anteriormente en contraste, por ejemplo, con los datos georreferenciados de valor absoluto de un GPS.

En otras palabras, el aparato 10 puede derivar, de la red neuronal 18, una estimación de en qué zona 21_1 , 21_2 , 21_3 , ..., 21_n de la superficie objetivo 12 se ubica el dispositivo móvil 11 de tratamiento simplemente recibiendo datos 17_1 , 17_2 , 17_3 , ..., 17_n del sensor y cartografiando dichos datos 17_1 , 17_2 , 17_3 , ..., 17_n del sensor a los patrones 15_1 , 15_2 , 15_3 , ..., 15_n de movimiento que están asociados con una o más zonas 21_1 , 21_2 , 21_3 , ..., 21_n de la superficie objetivo 12.

Por lo tanto, según una realización, una salida $y(t)$ de la red neuronal 18 puede comprender uno o más valores de probabilidad para la estimación de la ubicación del dispositivo móvil 11 de tratamiento con respecto a la una o más zonas 21_1 , 21_2 , 21_3 , ..., 21_n de la superficie objetivo 12.

Según una realización adicional, el dispositivo 14 de reconocimiento de patrones de movimiento puede configurarse para determinar a partir de los datos 17_1 , 17_2 , 17_3 , ..., 17_n del al menos un sensor inercial un movimiento mutuo del dispositivo móvil 11 de tratamiento y la superficie objetivo 12, y para eliminar el movimiento determinado de la superficie objetivo 12 del movimiento determinado del dispositivo móvil 11 de tratamiento.

Por ejemplo, el dispositivo móvil 11 de tratamiento puede ser un cepillo de dientes y la superficie objetivo 12 puede ser la dentición de un usuario. El usuario puede girar su cabeza mientras se cepilla sus dientes. En este caso, el sensor inercial 13 detectaría el movimiento mutuo de la cabeza del usuario y del cepillo de dientes, ya que el cepillo de dientes se mueve junto con la cabeza. Esto puede conducir a una detección de movimiento incorrecta, por lo tanto a una cartografía incorrecta, y finalmente a la localización incorrecta basada en la cartografía.

Sin embargo, según la realización anterior, el movimiento detectado o determinado de la cabeza 12 del usuario (superficie objetivo) puede eliminarse del movimiento mutuo detectado de la cabeza y del cepillo de dientes. En consecuencia, solo queda el movimiento deseado del cepillo de dientes (dispositivo de tratamiento) 11.

La Figura 8 muestra un diagrama de bloques de un ejemplo de un método inventivo para realizar la localización de un dispositivo móvil 11 de tratamiento con respecto a una superficie objetivo 12, en donde el dispositivo móvil 11 de tratamiento comprende un sensor inercial 13 y en donde el dispositivo móvil 11 de tratamiento está configurado para tratar la superficie objetivo 12.

En el bloque 801, el método comprende una etapa de discriminación entre dos o más patrones $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$ de movimiento contenida en un conjunto 15 de patrones de movimiento del dispositivo móvil 11 de tratamiento.

En el bloque 802, el método comprende una etapa de recibir los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial desde el sensor inercial 13, representando los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial un movimiento del dispositivo móvil 11 de tratamiento.

En el bloque 803, el método comprende una etapa de recepción y procesamiento mediante una red neuronal 18 de los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial y cartografiar los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial según al menos un patrón $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$ de movimiento contenido en el conjunto 15 de patrones de movimiento, en donde cada uno de dichos patrones $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$ de movimiento contenidos en el conjunto 15 de patrones de movimiento está asociado con una o más zonas $21_1, 21_2, 21_3, \dots, 21_n$ diferentes de la superficie objetivo 12 de modo que la cartografía de los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial con el al menos un patrón $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$ de movimiento indica una estimación de la ubicación del dispositivo móvil 11 de tratamiento con respecto a la una o más zonas $21_1, 21_2, 21_3, \dots, 21_n$ de la superficie objetivo 12.

La Figura 9 muestra un aparato 100 según un segundo aspecto que sí forma parte de la invención. El aparato 100 del segundo aspecto puede ser similar al aparato 10 descrito anteriormente del primer aspecto. Además, todas las características descritas anteriormente con respecto al aparato 10 del primer aspecto son combinables con el aparato 100 del segundo aspecto descrito a continuación, y viceversa.

El aparato 100 del segundo aspecto varía con respecto al aparato 10 del primer aspecto (véase la Figura 1) en que los patrones $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$ de movimiento se cartografían para uno o más miembros 101A, 101B, ..., 104A, 104B de clase de diferentes clases 101, 102, 103, 104 en lugar de diferentes zonas $21_1, 21_2, 21_3, \dots, 21_n$ de una superficie objetivo 12.

En consecuencia, el aparato 100 del segundo aspecto está configurado para clasificar un movimiento de un dispositivo personal 11 móvil que comprende un sensor inercial 13. El aparato 100 comprende un dispositivo 14 de reconocimiento de patrones de movimiento configurado para discriminar entre dos o más patrones $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$ de movimiento contenidos en un conjunto 15 de patrones de movimiento del dispositivo personal 11 móvil.

Además, el aparato 100 comprende una interfaz 16 para proporcionar los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ de al menos un sensor inercial procedentes del sensor inercial 13 al dispositivo 14 de reconocimiento de patrones de movimiento, en donde los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial representan un movimiento del dispositivo móvil 11 personal.

Según el segundo aspecto de la invención, el dispositivo 14 de reconocimiento de patrones de movimiento comprende una red neuronal 18 que está configurada para recibir los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial y para cartografiar los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial según al menos un patrón $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$ de movimiento contenido en el conjunto 15 de patrones de movimiento, en donde el al menos un patrón $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$ de movimiento cartografiado está asociado con al menos un miembro 101A, 101B, 102A, 102B, 103A, 103B, 104A, 104B de clase de una o más clases 101, 102, 103, 104 de modo que el al menos un miembro 101A, 101B, ..., 104A, 104B de clase se selecciona según el movimiento del dispositivo personal 11 móvil.

En otras palabras, la red neuronal 18 cartografía los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial según al menos un patrón $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$ de movimiento de una manera descrita anteriormente con referencia a las Figuras 1 a 8. Como cada uno de los patrones $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$ de movimiento cartografiados está asociado con al menos un miembro 101A, 101B, ..., 104A, 104B de clase de una o más clases 101, 102, 103, 104, el al menos un miembro 101A, 101B, ..., 104A, 104B de clase se selecciona según al menos un patrón $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$ de movimiento cartografiado del dispositivo móvil 11 personal, es decir, basándose en el movimiento del dispositivo móvil 11 personal.

El ejemplo no limitante de la Figura 9 muestra cuatro clases 101, 102, 103, 104, en donde cada clase comprende dos miembros de clase 101A, 101B, ..., nA, nB. Sin embargo, puede haber al menos una clase y cada clase puede comprender al menos dos miembros de clase. También puede haber más de dos clases o incluso más de las cuatro clases representadas de manera ilustrativa.

Como se puede ver en el ejemplo de la Figura 9, un primer patrón 15₁ de movimiento cartografiado puede asociarse con un miembro 101A de clase de la primera clase 101. Un n-ésimo patrón 15_n de movimiento cartografiado puede asociarse con un miembro nB de clase de la cuarta clase 104. Un segundo patrón 15₂ de movimiento cartografiado puede asociarse con dos miembros de clase de diferentes clases, por ejemplo, con un miembro 101B de clase de la primera clase 101 y con un miembro 102A de clase de la segunda clase 102. Un tercer patrón 15₃ de movimiento cartografiado puede asociarse con dos miembros de clase de la misma clase, por ejemplo con dos miembros de clase 103A, 103B de la tercera clase.

Generalmente al menos un patrón 15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n de movimiento cartografiado puede asociarse con al menos un miembro 101A, 101B, 102A, 102B, 103A, 103B, 104A, 104B de clase de una o más clases 101, 102, 103, 104.

A continuación, se describirán algunos ejemplos de clases y miembros de clase.

Según una realización, al menos una clase 101 de la una o más clases 101, 102, 103, 104 puede comprender al menos un miembro 101A de clase, en donde dicha clase 101 puede representar un grupo de usuarios, y en donde dicho al menos un miembro 101A de clase puede representar al menos un usuario de dicho grupo de usuarios, en donde el al menos un patrón 15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n de movimiento cartografiado puede asociarse con el al menos un miembro 101A de clase para identificar dicho al menos un usuario basándose en el movimiento del dispositivo personal 11 móvil.

En otras palabras, una de las clases 101, 102, 103, 104 puede representar un grupo de usuarios, es decir, un grupo de usuarios que usan el dispositivo móvil 11 personal. La clase respectiva puede comprender al menos un miembro de clase que puede representar un usuario particular de dicho grupo de usuarios. Por ejemplo, la primera clase 101 puede representar un grupo de usuarios, en donde dicho grupo de usuarios puede ser un único hogar. En este ejemplo, el grupo de usuarios 101 solamente puede contener un miembro 101A de clase, es decir, una persona. El aparato 100 de la invención puede estar configurado para identificar dicho al menos un usuario 101A simplemente basándose en el movimiento del dispositivo móvil 11 personal. Por lo tanto, el aparato 100 de la invención puede personalizar cualquier acción o interacciones con dicho usuario 101A identificado, como se describirá más adelante con algunos ejemplos.

Según una realización adicional, al menos una clase 101 de la una o más clases 101, 102, 103, 104 comprende al menos dos miembros 101A, 101B de clase, en donde dicha clase 01 representa un grupo de usuarios, y en donde dichos al menos dos miembros 101A, 101B de clase pueden representar al menos dos usuarios de dicho grupo de usuarios, en donde el al menos un patrón 15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n de movimiento cartografiado puede asociarse con uno de dichos al menos dos miembros 101A, 101B de clase para identificar al menos un usuario dentro del grupo de usuarios basándose en el movimiento del dispositivo personal 11 móvil.

En otras palabras, una de las clases 101, 102, 103, 104 puede representar un grupo de usuarios, es decir, un grupo de usuarios que usan el dispositivo móvil 11 personal. La clase respectiva puede comprender al menos un miembro de clase que puede representar un usuario particular de dicho grupo de usuarios. Por ejemplo, la primera clase 101 puede representar un grupo de usuarios, en donde dicho grupo de usuarios puede ser una familia. Las clases 101A, 101B de dicha clase 101 pueden representar los miembros de la familia. Por ejemplo, el grupo de usuarios 101 puede comprender uno o más miembros de la familia, en donde un primer miembro 101A de clase puede representar la madre de la familia y un segundo miembro 101B de clase puede representar, por ejemplo, un niño de la familia.

El aparato 100 de la invención puede estar configurado para identificar al menos un usuario simplemente basándose en el movimiento del dispositivo móvil 11 personal. Esto puede lograrse si cada usuario puede usar el dispositivo personal 11 móvil de una manera diferente o individual.

El dispositivo móvil 11 personal es un dispositivo móvil de cuidado bucal, tal como un cepillo de dientes, en particular un cepillo de dientes eléctrico. El dispositivo móvil para el cuidado bucal también puede ser al menos uno de un hilo dental, un dispositivo de eliminación de placa, un dispositivo de ultrasonidos y un dispositivo de chorro de agua.

Para retomar el ejemplo anterior, la madre 101A puede usar el cepillo de dientes 11 de una manera diferente al niño 101B. El sensor inercial 13 del cepillo de dientes 11 puede proporcionar sus datos 17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n del sensor inercial al dispositivo 14 de reconocimiento de patrones de movimiento que comprende la red neuronal 18. La red neuronal 18 puede cartografiar los datos 17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n del sensor inercial según al menos un patrón 15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n de movimiento.

Por ejemplo, como se muestra en la Figura 9, la madre puede tener un estilo de cepillado que corresponde al primer patrón de movimiento 15₁. Este patrón 15₁ de movimiento puede asociarse con el miembro 101A de clase que representa la madre. En cambio, el niño puede tener un estilo de cepillado diferente a la madre, por ejemplo un estilo de cepillado que corresponde al segundo patrón de movimiento 15₂. Este patrón 15₂ de movimiento puede asociarse con el miembro 101B de clase que representa al niño.

Por lo tanto, el aparato 100 de la invención puede identificar un usuario de un grupo de usuarios simplemente basándose en el movimiento del dispositivo móvil 11 personal. Como se ha mencionado anteriormente, el aparato 100 de la invención puede personalizar cualquier acción o interacción con el usuario identificado.

El dispositivo 14 de reconocimiento de patrones de movimiento está configurado para seleccionar, basándose en la etapa de identificar dicho al menos un usuario 101A, un patrón 115 de movimiento específico de usuario preestablecido que comprende dos o más patrones 115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n de movimiento específicos de usuario del dispositivo móvil 11 personal que son característicos de dicho al menos un usuario identificado 101A.

Dicho ejemplo se muestra en la Figura 10. Esta realización puede denominarse también proceso en dos etapas. En una primera etapa 121, se identifica un usuario. El usuario identificado puede tener un patrón 115 de movimiento específico de usuario preestablecido que ha sido entrenado individualmente por la red neuronal 18. En una segunda etapa 122, la red neuronal 18 usa los patrones 115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n de movimiento específicos del usuario procedente del patrón 115 de movimiento específico de usuario predeterminado. Por lo tanto, el aparato 100 de la invención puede actuar e interactuar con cada usuario identificado individualmente.

En la Figura 10 se muestra una primera etapa 121 en la que la red neuronal 18 recibe los datos 17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n del al menos un sensor inercial y cartografía análogamente al menos uno de los patrones 15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n de movimiento que están contenidos en el conjunto 15 de patrones de movimiento. El al menos un patrón de movimiento cartografiado, por ejemplo, el n^o patrón de movimiento 15₄, puede asociarse con un miembro 101B de clase de una primera clase 101. Este procedimiento puede corresponder al procedimiento descrito anteriormente con referencia a la Figura 9.

La clase 101 puede ser un grupo de usuarios y el miembro 101B de clase puede ser un usuario de dicho grupo de usuarios. Para tomar el ejemplo anterior, el usuario 101B identificado puede ser el niño de la familia. El aparato 100 puede tener patrones de movimiento específicos de usuario almacenados. Es decir, el usuario identificado, es decir, el niño 101B, puede tener su propio preajuste 115 específico de usuario individual de los patrones 115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n de movimiento almacenado en el aparato 100. Para cualesquiera acciones adicionales tras la identificación en la primera etapa 121, el dispositivo 14 de reconocimiento de patrones de movimiento y, en particular la red neuronal 18, pueden usar estos patrones 115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n de movimiento específicos de usuario que pertenecen al usuario identificado anteriormente.

De esta manera, la red neuronal 18 selecciona tras la etapa 121 de identificación de dicho al menos un usuario 101B, al menos un patrón 115 de movimiento específico del usuario predeterminado que comprende dos o más patrones de movimiento específicos del usuario 115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n del dispositivo móvil 11 personal que son característicos de dicho al menos un usuario 101B identificado.

Por consiguiente, en una segunda etapa 122 tras la primera etapa 121 de identificación del usuario, la red neuronal 18 puede usar el preajuste 115 específico del usuario de los patrones 115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n de movimiento específicos del usuario en sustitución del conjunto 15 de patrones 15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n de movimiento. Es decir, todas las acciones descritas en la presente descripción que pueden ser ejecutadas por los aparatos 10, 100 aprovechando el conjunto 15 de patrones 15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n de movimiento, se pueden ejecutar también individualizados o personalizados para cada usuario identificado por los aparatos 10, 100 aprovechando el preajuste 115 específico del usuario de los patrones 115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n de movimiento en lugar del conjunto 15 de patrones 15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n de movimiento.

De esta manera, según una realización, la red neuronal 18 puede configurarse para reemplazar, tras la primera etapa 121 de identificar dicho al menos un usuario 101B, el conjunto 15 de patrones de movimiento por el patrón 115 de movimiento seleccionado específico de usuario preestablecido, y para reemplazar los dos o más patrones 15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n de movimiento contenidos en el conjunto 15 de patrones de movimiento por los dos o más patrones 115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n de movimiento específicos de usuario contenidos en el patrón 115 de movimiento específico de usuario preestablecido.

De forma adicional o alternativa, el aparato 100 puede comprender al menos una segunda red neuronal. La Figura 11 muestra dicho ejemplo.

El ejemplo del aparato 100 de la Figura 11 puede corresponder sustancialmente al aparato 100 del ejemplo mostrado en la Figura 10. El aparato de la Figura 11 difiere del aparato de la Figura 10 porque el aparato de la Figura 11 puede comprender una segunda red neuronal 18₂.

Como se puede ver en la Figura 11, en una primera etapa 121, una primera red neuronal 18₁ puede ejecutar las acciones que se han descrito anteriormente identificando, por ejemplo, a un usuario 101B de un grupo de usuarios 101. Sin embargo, en una segunda etapa 122, los datos 17₁, 17₂, 17₃, ... 17_n del sensor inercial pueden alimentarse a dicha segunda red neuronal 18₂. La segunda red neuronal 18₂ puede usar el preajuste 115 específico del usuario de los patrones 115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n de movimiento como se ha descrito anteriormente.

En otras palabras, tras la primera etapa 121 de identificar dicho al menos un usuario 101B, el dispositivo 14 de reconocimiento de patrones de movimiento puede usar la segunda red neuronal 18₂, en donde la segunda red neuronal 18₂ puede configurarse para recibir los datos 17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n del al menos un sensor inercial y para cartografiar los datos 17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n del al menos un sensor inercial según al menos un patrón 115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n de movimiento específico de usuario contenidos en el preajuste 115 específico del usuario de patrones de movimiento, en donde dichos patrones 115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n de movimiento específicos del usuario están asociados cada uno con al menos un miembro 102A, 102B de clase de una o más clases 101, ..., 104 de manera que el al menos un miembro 102A, 102B de clase se selecciona según el movimiento del dispositivo personal 11 móvil. En otras palabras, la red neuronal 18 puede ser una red neuronal específicamente entrenada por un usuario.

Por consiguiente, el dispositivo 14 de reconocimiento de patrones de movimiento puede configurarse para usar el preajuste 115 específico del usuario de los patrones 115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n de movimiento específicos del usuario para clasificar específicamente el movimiento del dispositivo 11 personal por medio de los datos 17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n del al menos un sensor inercial.

Como se muestra en los ejemplos de las Figuras 10 y 11, el aparato 100 puede comprender al menos una clase 102 con fines de clasificación en la segunda etapa 122. Sin embargo, el aparato 100 puede comprender más de una clase en la segunda etapa 122, como se muestra en el ejemplo de la Figura 9.

En dicha segunda etapa 122, por ejemplo tras haber identificado un usuario concreto en la primera etapa 121, el dispositivo 11 personal puede realizar diferentes acciones. Por ejemplo, el dispositivo 11 personal puede cambiar su modo de operación según el usuario identificado. Por ejemplo, el dispositivo 11 personal puede ser accionado eléctricamente y puede comprender un motor, en donde el dispositivo 11 personal puede cambiar una o más características específicas del motor, tales como frecuencia, amplitud o pulsación, según el usuario identificado. De forma adicional o alternativa, el dispositivo 11 personal puede comprender uno o más elementos para comunicarse con o proporcionar retroalimentación a un usuario, por ejemplo, un elemento visual, tal como una luz, por ejemplo, un LED, o un elemento háptico, tal como un motor vibratorio. Por ejemplo, el dispositivo 11 personal puede cambiar una experiencia del usuario basándose en el usuario identificado cambiando el modo de operación de dichos elementos para comunicarse, por ejemplo, cambiando luces LED a un color diferente o proporcionando retroalimentación de diferentes impulsos por el motor vibratorio, basándose en el usuario identificado.

De forma adicional o alternativa para identificar un usuario concreto de un grupo de usuarios, por ejemplo un miembro de la familia de una familia, el aparato 100 puede configurarse para identificar un tipo de usuario concreto. Por ejemplo, si el dispositivo 11 personal era un cepillo de dientes, algunas personas comienzan a cepillar sus dientes por sus dientes anteriores o incisivos mientras que algunas otras personas pueden empezar a cepillar sus dientes por sus dientes posteriores o molares. En otro ejemplo, si el dispositivo personal era una maquinilla de afeitarse, algunas personas pueden afeitarse a favor de la fibra mientras que algunas otras personas pueden afeitarse a contrapelo. Resumiendo, un tipo de usuario puede ser un tipo de usuario que utiliza el dispositivo 11 personal de una manera particular. Puede haber dos o más usuarios que pueden agruparse en grupos de tipos de usuario. El ejemplo anteriormente descrito de identificación de usuario identifica cada usuario individualmente.

Según una realización para identificar tipos de usuarios, al menos una clase 104 de la una o más clases 101, 102, 103, 104 puede comprender al menos dos miembros nA, nB de clase, en donde dicha clase 104 puede representar un tipo de usuario del dispositivo móvil 11 personal, en donde un primer miembro nA de clase puede representar un primer tipo de usuario del dispositivo móvil 11 personal y en donde un segundo miembro nB de clase puede representar un segundo tipo de usuario del dispositivo móvil 11 personal, en donde el al menos un patrón 15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n de movimiento cartografiado puede asociarse con el primer o el segundo miembro nA, nB de clase para identificar un tipo de usuario del dispositivo móvil 11 personal según el movimiento del dispositivo móvil 11 personal.

Según una realización adicional, el dispositivo 14 de reconocimiento de patrones de movimiento puede configurarse para seleccionar, tras la etapa de identificar dicho tipo de usuario, un patrón 115 de movimiento específico de tipo de usuario preestablecido que comprende dos o más patrones 115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n de movimiento específicos de tipo de usuario del dispositivo móvil 11 personal que son característicos de dicho tipo de usuario identificado, y en donde la red neuronal 18 puede configurarse para reemplazar, tras la etapa de identificar dicho tipo de usuario, el conjunto 15 de patrones de movimiento por el patrón 115 de movimiento seleccionado específico de tipo de usuario preestablecido y para reemplazar los dos o más patrones 15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n de movimiento contenidos en el conjunto 15 de patrones de movimiento por los dos o más patrones 115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n de movimiento específicos del tipo de usuario.

Todo lo que se ha explicado anteriormente con respecto al preajuste 115 específico del usuario de los patrones 115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n de movimiento específicos del usuario también es válido para el preajuste 115 específico de tipo de usuario de los patrones 115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n de movimiento específicos del tipo de usuario.

5 Como se ha mencionado anteriormente, los tipos de usuario identificados pueden agruparse en una agrupación o grupo de tipos de usuario. Por lo tanto, el aparato 100 puede realizar un análisis de agrupación en el que un usuario puede usar el dispositivo 11 personal durante un número predeterminado de veces antes de que este usuario se agrupe en un grupo de tipo de usuario concreto. Por ejemplo, un usuario puede usar su maquinilla de afeitarse cinco veces en cinco días posteriores. En cuatro de los cinco días, el usuario puede afeitarse a contrapelo. Por lo tanto, tras el quinto día, el aparato 100 puede agrupar este usuario en un grupo de tipo de usuario en el que se agrupan todos los usuarios que se afeitan a contrapelo.

15 El análisis de agrupamiento también se puede realizar a intervalos de tiempo más cortos, es decir, el encendido y apagado del cepillo de dientes 11 se puede realizar de manera directa sucesivamente. Por ejemplo, el usuario puede encender su cepillo de dientes 11 eléctrico una primera vez, apagarlo y encenderlo una segunda vez para reiniciar nuevamente el cepillo de dientes 11. En el momento de reiniciar el cepillo de dientes 11, el aparato de la invención 100, y en particular la red neuronal 18, también se pueden reiniciar. Cuando el cepillo de dientes 11 está encendido, puede recoger información para el análisis de agrupamiento. Sin embargo, al menos la red neuronal 18 se reiniciará cada vez que se recopila nueva información para el análisis de agrupación. Resumiendo, el aparato 100 puede realizar repetidamente (por ejemplo cinco veces) el análisis de agrupamiento antes de agrupar finalmente el usuario en un grupo de tipo de usuario concreto.

25 Después que el usuario ha sido agrupado en un grupo específico de tipo de usuario concreto, la red neuronal 18 puede usar el preajuste 115 específico de tipo de usuario asociado de los patrones 115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n de movimiento específicos de tipo de usuario.

Según dicha realización, el dispositivo 14 de reconocimiento de patrones de movimiento puede configurarse para realizar repetidamente un análisis de agrupación durante un número predeterminado de veces, en donde en cada mencionado análisis de agrupamiento, la red neuronal 18 puede configurarse para reiniciar y realizar, tras el reinicio, la etapa de recibir los datos 17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n del al menos un sensor inercial y cartografiar los datos 17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n del al menos un sensor inercial según al menos un patrón 15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n de movimiento contenidos en el conjunto 15 de patrones de movimiento, y en donde la red neuronal 18 puede configurarse para seleccionar el patrón 115 de movimiento preestablecido específico de tipo de usuario tras realizar el análisis de agrupación durante el número predeterminado de veces.

35 El aparato 100 de la invención puede proporcionar incluso más escenarios para clasificar un movimiento del dispositivo móvil 11 personal. Por lo tanto, se hará referencia a la Figura 9 de nuevo.

40 Según una realización, al menos una clase 102 de la una o más clases 101, 102, 103, 104 puede comprender al menos dos miembros 102A, 102B de clase, en donde dicha clase 102 puede representar una evaluación de la manipulación del dispositivo móvil 11 personal, en donde un primer miembro 102A de clase puede representar un manejo correcto del dispositivo móvil 11 personal y en donde un segundo miembro 102B de clase puede representar un manejo incorrecto del dispositivo móvil 11 personal, en donde el al menos un patrón 15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n de movimiento cartografiado puede asociarse con el primer o el segundo miembro 102A, 102B de clase para evaluar el manejo del dispositivo móvil 11 personal según el movimiento del dispositivo móvil 11 personal.

En otras palabras, el aparato 100 puede configurarse para verificar si un usuario del dispositivo móvil 11 personal puede usar el dispositivo móvil 11 personal correctamente o no. Por supuesto, dicha clase 102 que representa la evaluación de la manipulación también puede usarse como una clase en la segunda etapa 122 de los procedimientos en dos etapas descritos anteriormente de las Figuras 10 y 11, por ejemplo, tras identificar un usuario y/o un tipo de usuario.

55 Según una realización adicional, al menos una clase 103 de la una o más clases 101, 102, 103, 104 puede comprender al menos dos miembros 103A, 103B de clase, en donde dicha clase 103 puede representar una calidad de ejecución de movimiento del dispositivo móvil 11 personal, en donde un primer miembro 103A de clase puede representar una buena ejecución de movimiento del dispositivo móvil 11 personal y en donde un segundo miembro 103B de clase puede representar una mala ejecución de movimiento del dispositivo móvil 11 personal, en donde el al menos un patrón 15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n de movimiento cartografiado puede asociarse con el primer o el segundo miembro 103A, 103B de clase para evaluar una calidad de ejecución de movimiento del dispositivo móvil 11 personal según el movimiento del dispositivo móvil 11 personal.

60 En otras palabras, el aparato 100 puede configurarse para verificar si un usuario del dispositivo móvil 11 personal puede usar el dispositivo móvil 11 personal de forma correcta o incorrecta. Una forma correcta puede ser una manera de realizar el movimiento del dispositivo personal móvil como está previsto, mientras que una forma incorrecta puede ser una manera de realizar el movimiento del dispositivo móvil 11 personal como no se pretende. Por ejemplo, si el dispositivo 11 personal era un cepillo de dientes, entonces el aparato puede comprobar si el usuario puede tener una técnica de cepillado buena o mala.

Por supuesto, dicha clase 103 que representa la calidad de ejecución de movimiento también puede usarse como una clase en la segunda etapa 122 de los procedimientos en dos etapas descritos anteriormente de las Figuras 10 y 11, por ejemplo, tras identificar un usuario y/o un tipo de usuario.

Otra realización adicional del aparato 100 puede ser similar al aparato 10 que se describe con referencia a las Figuras 1 a 8.

Según dicha realización, al menos una clase 104 de la una o más clases 101, 102, 103, 104 puede comprender al menos dos miembros nA, nB de clase, en donde dicha clase 104 puede representar una ubicación del dispositivo móvil 11 personal con respecto a una superficie objetivo 12, en donde un primer miembro nA de clase puede representar una primera zona de ubicación 21_1 del dispositivo móvil 11 personal con respecto a la superficie objetivo 12 y en donde un segundo miembro nB de clase puede representar una segunda zona 21_2 de ubicación del dispositivo móvil 11 personal con respecto a la superficie objetivo 12, en donde el al menos un patrón $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$ de movimiento cartografiado puede asociarse con al menos uno del primer y el segundo miembro nA, nB de clase para localizar el dispositivo móvil 11 personal dentro de al menos una de la primera y la segunda zonas de ubicación $21_1, 21_2$ según el movimiento del dispositivo móvil 11 personal.

En otras palabras, la una clase 104 puede representar una superficie objetivo 12. Los miembros nA, nB de clase de dicha clase 104 pueden representar diferentes zonas $21_1, 21_2$ de dicha superficie objetivo 12. Por consiguiente, la localización del dispositivo móvil 11 personal con respecto a la superficie objetivo 12 puede ser ejecutada por el aparato 10 de la misma manera o al menos de una manera similar a la descrita anteriormente con respecto al aparato 10 con referencia a las Figuras 1 a 8.

Por supuesto, dicha clase 104 que representa la ubicación del dispositivo móvil 11 personal con respecto a la superficie objetivo 12 también puede usarse como una clase en la segunda etapa 122 de los procedimientos en dos etapas descritos anteriormente de las Figuras 10 y 11, por ejemplo, tras identificar un usuario y/o un tipo de usuario.

La red neuronal 18 del aparato 100 puede comprender características iguales o similares a la red neuronal 18 del aparato 10 que se ha descrito con referencia a las Figuras 4 a 7. Por lo tanto, se hará referencia brevemente de nuevo a la Figura 7.

Según una realización, la red neuronal 18 puede comprender al menos una primera y una segunda capa 71, 72, en donde cada capa puede comprender una unidad neuronal 60, 70, en donde en un primer instante de tiempo t los datos 17_2 del al menos un sensor inercial X_t pueden introducirse en la unidad neuronal 60 de la primera capa 71, y en donde en un segundo instante de tiempo posterior $t+1$ los datos 17_3 de un segundo sensor inercial X_{t+1} y al menos una salida h_t 46 del primer instante de tiempo anterior t puede introducirse en la unidad neuronal 60 de la primera capa 71, y/o en donde en el segundo instante de tiempo posterior $t+1$ la al menos una salida h_t 46 del primer instante de tiempo t puede introducirse en la unidad neuronal 71 de la segunda capa 72.

Todo lo que se ha descrito anteriormente con respecto a cualquier característica de la red neuronal 18 del aparato 10 como se muestra en las Figuras 4 a 7 también es válido para la red neuronal 18 del aparato 100 como se describe con referencia a las Figuras 9 a 11.

La Figura 12 muestra un diagrama de bloques de un método de la invención para clasificar un movimiento de un dispositivo móvil 11 personal que comprende un sensor inercial 13.

En el bloque 1201, el método comprende una etapa de discriminación entre dos o más patrones $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$ de movimiento contenidos en un conjunto 15 de patrones de movimiento del dispositivo personal 11 móvil.

En el bloque 1202, el método comprende una etapa de proporcionar datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ de al menos un sensor inercial procedentes del sensor inercial 13 al dispositivo 14 de reconocimiento de patrones de movimiento, representando los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial un movimiento del dispositivo móvil 11 personal.

En el bloque 1203, el método comprende una etapa de recepción y procesamiento, mediante una red neuronal 18, de los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial y cartografiar los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial según al menos un patrón $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$ de movimiento contenido en el conjunto 15 de patrones de movimiento, en donde el al menos un patrón $15_1, 15_2, 15_3, \dots, 15_n$ de movimiento cartografiado está asociado con al menos un miembro 101A, 101B, 102A, 102B, ..., nA, nB de clase de al menos una clase 101, 102, 103, 104 de manera que el al menos un miembro 101A, 101B, 102A, 102B, ..., nA, nB de clase se selecciona según el movimiento del dispositivo móvil 11 personal.

Según otro ejemplo más del aparato 10, 100 de la invención, el dispositivo móvil 11 de tratamiento puede ser un dispositivo personal y la superficie 12 objetivo puede ser una porción de cuerpo para ser tratada por el dispositivo móvil 11 de tratamiento.

Según otro ejemplo más del aparato 10, 100 de la invención, el dispositivo móvil 11 de tratamiento o el dispositivo móvil 11 personal puede comprender un sensor de presión para detectar una presión aplicada sobre una zona objetivo por el dispositivo personal y/o un sensor de carga para detectar una carga del motor de un motor que puede accionar el dispositivo personal.

Los respectivos datos de sensor del sensor de presión y/o el sensor de carga pueden alimentarse como entrada a la unidad neuronal 18, de forma adicional o alternativa a los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del al menos un sensor inercial.

Según otro ejemplo más del aparato 10 de la invención, el aparato 10 puede comprender una interfaz de salida para enviar a un usuario la una o más zonas $21_1, 21_2, 21_3, \dots, 21_n$ de la superficie objetivo 12 donde se ubica el dispositivo móvil 11 de tratamiento.

Según otro ejemplo más del aparato 100 de la invención, el aparato 100 puede comprender una interfaz de salida para enviar información a un usuario, estando dicha información relacionada con la una o más clases 101, 102, 103, 104 y/o con el uno o más miembros de clase 101A, 101B, ..., nA, nB de una o más clases 101, 102, 103, 104.

En cada una de las realizaciones descritas en la presente descripción, los datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del sensor pueden almacenarse en el dispositivo móvil 11 personal o de tratamiento y más tarde pueden alimentarse al aparato 10, 100, de una manera tal como se ha descrito anteriormente. Cualquier procesamiento posterior de estos datos $17_1, 17_2, 17_3, \dots, 17_n$ del sensor almacenados en diferentes zonas o clases se pueden usar para mostrar a un consumidor o usuario en un tablero de instrumentos lo bien y qué zonas se trataron, cuáles se olvidaron, cuáles formaban parte del objetivo y cuáles no. Estos datos pueden mostrarse como un uso o usos agregados a lo largo del tiempo (es decir, mostrar al consumidor o usuario en un panel informativo cómo se han cepillado a lo largo de la semana).

La invención puede comprender además las siguientes características:

- Mecanismo de atención (agregado al RNN)
- Trabajo de prefiltrado
- Eliminar la dependencia de la posición de la cabeza (según el accionamiento lineal)
- Distorsión de tiempo dinámica para ID de usuario (huella dactilar)
- Muestreo local de frecuencias altas y FFT de 8 bits para diferenciar entre lingual y bucal (basado en la amortiguación de la señal en las mejillas - esto se haría mediante un simple clasificador en el dispositivo seguido de la señal sin procesar + clasificador del dispositivo en RNN)
- No solo entrenar un predictor de posición, sino también entrenar un "cepillado correcto vs no"
- Hacer análisis de grupos (hacer que el usuario se cepille de 1-5 veces antes de colocarlo en un cubo) para colocar al usuario en un espacio definido que utilice una RNR entrenada a medida para ese tipo de usuario

Aunque algunos aspectos se han descrito en el contexto de un aparato, es evidente que estos aspectos también representan una descripción del método correspondiente, en donde un bloque o dispositivo corresponde a una etapa del método o una característica de una etapa del método. Análogamente, los aspectos descritos en el contexto de una etapa del método también representan una descripción de un bloque o elemento o característica correspondiente de un aparato correspondiente. Algunas o todas las etapas del método pueden ejecutarse en (o usando) un aparato de hardware, como por ejemplo, un microprocesador, un ordenador programable o un circuito electrónico. En algunas realizaciones, una o más de las etapas del método más importantes pueden ejecutarse en un aparato de este tipo.

Dependiendo de determinados requisitos de implementación, las realizaciones de la invención pueden implementarse como hardware (componentes físicos) o como software (programas informáticos) o al menos parcialmente como hardware (componentes físicos) o al menos parcialmente como software (programas informáticos). La implementación puede realizarse utilizando un medio de almacenamiento digital, por ejemplo, un disco flexible (disquete), un DVD, un Blu-Ray, un CD, una ROM, una PROM, una EPROM, una EEPROM o una memoria FLASH que tienen señales de control electrónicamente legibles almacenadas en las mismas, que cooperan (o son capaces de cooperar) con un sistema informático programable para realizar el método respectivo. Por lo tanto, el medio de almacenamiento digital puede ser legible por ordenador.

Algunas realizaciones según la invención comprenden un soporte de datos que tienen señales de control electrónicamente legibles, que pueden cooperar con un sistema informático programable, de forma que se realiza uno de los métodos descritos en la presente descripción.

Generalmente, las realizaciones de la presente invención se pueden implementar como un producto de programa informático con un código de programación, siendo el código de programación operativo para realizar uno de los métodos cuando el producto de programa informático se ejecuta en un equipo. El código de programación puede almacenarse, por ejemplo, en un soporte legible automáticamente.

Otras realizaciones comprenden el programa informático para realizar uno de los métodos descritos en la presente descripción, almacenado en un soporte legible automáticamente.

En otras palabras, una realización del método de la invención es, por lo tanto, un programa informático que tiene un código de programación para realizar uno de los métodos descritos en la presente descripción, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

Una realización adicional de los métodos de la invención es, por lo tanto, un soporte de datos (o un medio de almacenamiento digital, o un medio legible por ordenador) que comprende, registrado en el mismo, el programa informático para realizar uno de los métodos descritos en la presente descripción. El soporte de datos, el medio de almacenamiento digital o el medio grabado son, por lo general, tangibles y/o no transitorios.

Una realización adicional del método de la invención es, por lo tanto, una corriente de datos o una secuencia de señales que representan el programa informático para realizar uno de los métodos descritos en la presente descripción. La corriente de datos o la secuencia de señales pueden configurarse, por ejemplo, para su transferencia a través de una conexión de comunicación de datos, por ejemplo, a través de Internet, a través de Bluetooth de baja energía (BLE), a través de WiFi, o mediante cualquier tipo de red, por ejemplo, a través de una red de malla.

Una realización adicional comprende un medio de procesamiento, por ejemplo un ordenador, o un dispositivo lógico programable, configurado o adaptado para realizar uno de los métodos descritos en la presente descripción.

Una realización adicional comprende un ordenador que tiene instalado en el mismo el programa informático para realizar uno de los métodos descritos en la presente descripción.

Una realización adicional según la invención comprende un aparato o sistema configurado para transferir (por ejemplo, electrónicamente u ópticamente) un programa informático para realizar uno de los métodos descritos en la presente descripción a un receptor. El receptor puede ser, por ejemplo, un ordenador, un dispositivo móvil, un dispositivo de memoria o similares. El aparato o sistema puede comprender, por ejemplo, un servidor de archivos para transferir el programa informático al receptor.

En algunas realizaciones, puede usarse un dispositivo lógico programable (por ejemplo, una matriz de puertas lógicas programable en campo) para realizar parte o todas las funcionalidades de los métodos descritos en la presente descripción. En algunas realizaciones, una matriz de puertas lógicas programable en campo puede cooperar con un microprocesador para realizar uno de los métodos descritos en la presente descripción. En general, los métodos se llevan a cabo preferiblemente mediante cualquier aparato de hardware.

El aparato descrito en la presente descripción puede implementarse usando un aparato de hardware, o usando un ordenador, o utilizando una combinación de un aparato de hardware y un ordenador.

Los métodos descritos en la presente descripción se pueden realizar usando un aparato de hardware, o usando un ordenador, o utilizando una combinación de un aparato de hardware y un ordenador.

Las realizaciones anteriormente descritas son meramente ilustrativas de los principios de la presente invención. Se entiende que las modificaciones y variaciones de las disposiciones y los detalles descritos en la presente descripción serán evidentes para otros expertos en la técnica. Por lo tanto, el propósito está limitado solamente por el alcance de las reivindicaciones de patentes próximas y no por los detalles específicos presentados en forma de descripción y explicación de las realizaciones de la presente descripción.

Además, las dimensiones y valores descritos en la presente descripción no deben entenderse como estrictamente limitados a los valores numéricos exactos indicados. En vez de eso, a menos que se especifique lo contrario, se pretende que cada una de tales dimensiones signifique tanto el valor mencionado como un intervalo funcionalmente equivalente en torno a ese valor. Por ejemplo, se pretende que una dimensión descrita como "40 mm" signifique "aproximadamente 40 mm".

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (100) para clasificar un movimiento de un dispositivo móvil (11) personal que comprende un sensor inercial (13), en donde el dispositivo móvil (11) personal es un dispositivo de cuidado bucal móvil, comprendiendo el aparato (10) un dispositivo (14) de reconocimiento de patrones de movimiento configurado para discriminar entre dos o más patrones (15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n) de movimiento contenidos en un conjunto (15) de patrones de movimiento del dispositivo móvil (11) personal, y una interfaz (16) para proporcionar datos (17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n) de al menos un sensor inercial procedentes del sensor inercial (13) al dispositivo (14) de reconocimiento de patrones de movimiento, representando los datos (17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n) del al menos un sensor inercial un movimiento del dispositivo móvil (11) personal, en donde el dispositivo (14) de reconocimiento de patrones de movimiento comprende una red neuronal (18) configurada para recibir los datos (17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n) del al menos un sensor inercial y cartografiar los datos (17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n) del al menos un sensor inercial según al menos un patrón (15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n) de movimiento contenido en el conjunto (15) de patrones de movimiento para generar al menos un patrón de movimiento cartografiado, en donde el al menos un patrón de movimiento cartografiado está asociado con al menos un miembro (101A, 101B, 102A, 102B, ..., nA, nB) de clase de una o más clases (101, 102, 103, 104) de manera que el al menos un miembro (101A, 101B, 102A, 102B, ..., nA, nB) de clase se selecciona según el movimiento del dispositivo móvil (11) personal; en donde una clase (101) de la una o más clases (101, 102, 103, 104) comprende al menos un miembro (101A) de clase, en donde dicha clase (101) representa un grupo de usuarios, y en donde dicho al menos un miembro (101A) de clase representa al menos un usuario de dicho grupo de usuarios, en donde el al menos un patrón (15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n) de movimiento cartografiado está asociado con el al menos un miembro (101A) de clase para identificar dicho al menos un usuario basándose en el movimiento del dispositivo móvil (11) personal; y en donde el dispositivo (14) de reconocimiento de patrones de movimiento está configurado para seleccionar, después de identificar dicho al menos un usuario (101A), un patrón (115) de movimiento específico de usuario predeterminado que comprende dos o más patrones (115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n) de movimiento específicos de usuario del dispositivo móvil (11) personal que son característicos de dicho al menos un usuario identificado.
2. El aparato (100) de la reivindicación 1, en donde una clase (101) de la una o más clases (101, 102, 103, 104) comprende al menos dos miembros (101A, 101B) de clase, en donde dicha clase (101) representa un grupo de usuarios, y en donde dichos al menos dos miembros (101A, 101B) de clase representan al menos dos usuarios de dicho grupo de usuarios, en donde el al menos un patrón (15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n) de movimiento cartografiado está asociado con uno de dichos al menos dos miembros (101A, 101B) de clase para identificar al menos un usuario dentro del grupo de usuarios basándose en el movimiento del dispositivo móvil (11) personal.
3. El aparato (100) de la reivindicación 1, en donde la red neuronal (18) está configurada para reemplazar, tras identificar dicho al menos un usuario, el conjunto (15) de patrones de movimiento por el patrón (115) de movimiento seleccionado específico de usuario preestablecido, y para reemplazar los dos o más patrones (15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n) de movimiento contenidos en el conjunto (15) de patrones de movimiento por los dos o más patrones (115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n) de movimiento específicos de usuario.
4. El aparato (100) de una de las reivindicaciones anteriores, en donde una clase (102) de la una o más clases (101, 102, 103, 104) comprende al menos dos miembros (102A, 102B) de clase, en donde dicha clase (102) representa una evaluación de la manipulación del dispositivo móvil (11) personal, en donde un primer miembro (102A) de clase representa un manejo correcto del dispositivo móvil (11) personal y en donde un segundo miembro (102B) de clase representa un manejo incorrecto del dispositivo móvil (11) personal, en donde el al menos un patrón (15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n) de movimiento cartografiado está asociado con el primer o el segundo miembro (102A, 102B) de clase para evaluar el manejo del dispositivo móvil (11) personal según el movimiento del dispositivo móvil (11) personal.
5. El aparato (100) de una de las reivindicaciones anteriores, en donde una clase (103) de la una o más clases (101, 102, 103, 104) comprende al menos dos miembros (103A, 103B) de clase, en donde dicha clase (103) representa una calidad de ejecución de movimiento del dispositivo móvil (11) personal, en donde un primer miembro (103A) de clase representa una buena ejecución de movimiento del dispositivo móvil (11) personal y en donde un segundo miembro (103B) de clase representa una mala ejecución de movimiento del dispositivo móvil (11) personal, en donde el al menos un patrón (15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n) de movimiento cartografiado está asociado con el primer o el segundo miembro (103A, 103B) de clase para evaluar una calidad de ejecución de movimiento del dispositivo móvil (11) personal según el movimiento del dispositivo móvil (11) personal.

6. El aparato (100) de una de las reivindicaciones anteriores, en donde una clase (104) de la una o más clases (101, 102, 103, 104) comprende al menos dos miembros (nA, nB) de clase, en donde dicha clase (104) representa una ubicación del dispositivo móvil (11) personal con respecto a una superficie objetivo, en donde un primer miembro (nA) de clase representa una primera zona de ubicación del dispositivo móvil (11) personal con respecto a la superficie objetivo y en donde un segundo miembro (nB) de clase representa una segunda zona de ubicación del dispositivo móvil (11) personal con respecto a la superficie objetivo, en donde el al menos un patrón (15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n) de movimiento cartografiado está asociado con al menos uno del primer y el segundo miembro (nA, nB) de clase para localizar el dispositivo móvil (11) personal dentro de al menos una de la primera y la segunda zonas de ubicación según el movimiento del dispositivo móvil (11) personal.
7. El aparato (100) de una de las reivindicaciones anteriores, en donde una clase (104) de la una o más clases (101, 102, 103, 104) comprende al menos dos miembros (nA, nB) de clase, en donde dicha clase (104) representa un tipo de usuario del dispositivo móvil (11) personal, en donde un primer miembro (nA) de clase representa un primer tipo de usuario del dispositivo móvil (11) personal y en donde un segundo miembro (nB) de clase representa un segundo tipo de usuario del dispositivo móvil (11) personal, en donde el al menos un patrón (15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n) de movimiento cartografiado está asociado con el primer o el segundo miembro (nA, nB) de clase para identificar un tipo de usuario del dispositivo móvil (11) personal según el movimiento del dispositivo móvil (11) personal.
8. El aparato (100) de la reivindicación 7, en donde el dispositivo (14) de reconocimiento de patrones de movimiento está configurado para seleccionar, tras la etapa de identificar dicho tipo de usuario, un patrón (115) de movimiento específico de tipo de usuario preestablecido que comprende dos o más patrones (115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n) de movimiento específicos de tipo de usuario del dispositivo móvil (11) personal que son característicos de dicho tipo de usuario identificado, y en donde la red neuronal (18) está configurada para reemplazar, tras identificar dicho tipo de usuario, el conjunto (15) de patrones de movimiento por el patrón (115) de movimiento seleccionado específico de tipo de usuario preestablecido y para reemplazar los dos o más patrones (15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n) de movimiento contenidos en el conjunto (15) de patrones de movimiento por los dos o más patrones (115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n) de movimiento específicos del tipo de usuario.
9. El aparato (100) de la reivindicación 8, en donde el dispositivo (14) de reconocimiento de patrones de movimiento está configurado para realizar repetidamente un análisis de agrupación durante un número predeterminado de veces, en donde en cada mencionado análisis de agrupamiento, la red neuronal (18) está configurada para reiniciar y realizar, tras el reinicio, la etapa de recibir los datos (17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n) del al menos un sensor inercial y cartografiar los datos (17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n) del al menos un sensor inercial según al menos un patrón (15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n) de movimiento contenido en el conjunto (15) de patrones de movimiento, y en donde la red neuronal (18) está configurada para seleccionar el patrón (115) de movimiento preestablecido específico de tipo de usuario tras realizar el análisis de agrupación durante el número predeterminado de veces.
10. El aparato (100) de una de las reivindicaciones anteriores, en donde la red neuronal (18) comprende al menos una de una primera y una segunda capa (71, 72), en donde cada capa comprende una unidad neuronal (60, 70), en donde en un primer instante de tiempo t los datos (17₂) del al menos un sensor inercial X_t se introducen en la unidad neuronal (60) de la primera capa (71), y en donde en un segundo instante de tiempo posterior $t+1$ los datos (17₃) de un segundo sensor inercial X_{t+1} y al menos una salida h_t (46) del primer instante de tiempo anterior t se introducen en la unidad neuronal (60) de la primera capa (71), y/o en donde en el segundo instante de tiempo posterior $t+1$ la al menos una salida h_t (46) del primer instante de tiempo t se introduce en la unidad neuronal (70) de la segunda capa (72).
11. Un método para clasificar un movimiento de un dispositivo móvil (11) personal que comprende un sensor inercial (13), comprendiendo el método
discriminar entre dos o más patrones (15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n) de movimiento contenidos en un conjunto (15) de patrones de movimiento del dispositivo móvil (11) personal,
proporcionar datos (17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n) del al menos un sensor inercial procedentes del sensor inercial (13) al dispositivo (14) de reconocimiento de patrones de movimiento, representando los datos (17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n) del al menos un sensor inercial un movimiento del dispositivo móvil (11) personal,
recibir y procesar mediante una red neuronal (18) los datos (17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n) del al menos un sensor inercial y cartografiar los datos (17₁, 17₂, 17₃, ..., 17_n) del al menos un sensor inercial según al menos un patrón (15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n) de movimiento contenido en el conjunto (15) de patrones de movimiento para generar al menos un patrón de movimiento cartografiado, en donde el al menos un patrón (15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n) de movimiento cartografiado está asociado con al menos un miembro (101A, 101B, 102A, 102B, ..., nA, nB) de clase de al menos una clase (101, 102, 103, 104)

- de manera que al menos un miembro (101A, 101B, 102A, 102B, ..., nA, nB) de clase se selecciona según el movimiento del dispositivo móvil (11) personal;
- 5 en donde una clase (101) de la una o más clases (101, 102, 103, 104) comprende al menos un miembro (101A) de clase, en donde dicha clase (101) representa un grupo de usuarios, y en donde dicho al menos un miembro (101A) de clase representa al menos un usuario de dicho grupo de usuarios, en donde el al menos un patrón (15₁, 15₂, 15₃, ..., 15_n) de movimiento cartografiado está asociado con el al menos un miembro (101A) de clase para identificar dicho al menos un usuario basándose en el movimiento del dispositivo móvil (11) personal; y
- 10 en donde el método comprende además el dispositivo (14) de reconocimiento de patrones de movimiento que selecciona, después de identificar dicho al menos un usuario (101A), un patrón (115) de movimiento específico de usuario predeterminado que comprende dos o más patrones (115₁, 115₂, 115₃, ..., 115_n) de movimiento específicos de usuario del dispositivo móvil (11) personal que son característicos de dicho al menos un usuario identificado.
- 15 12. Un medio de almacenamiento digital legible por ordenador que tiene almacenado en el mismo un programa informático que tiene un código de programación que hace que el aparato de la reivindicación 1 lleve a cabo el método de la reivindicación 11.

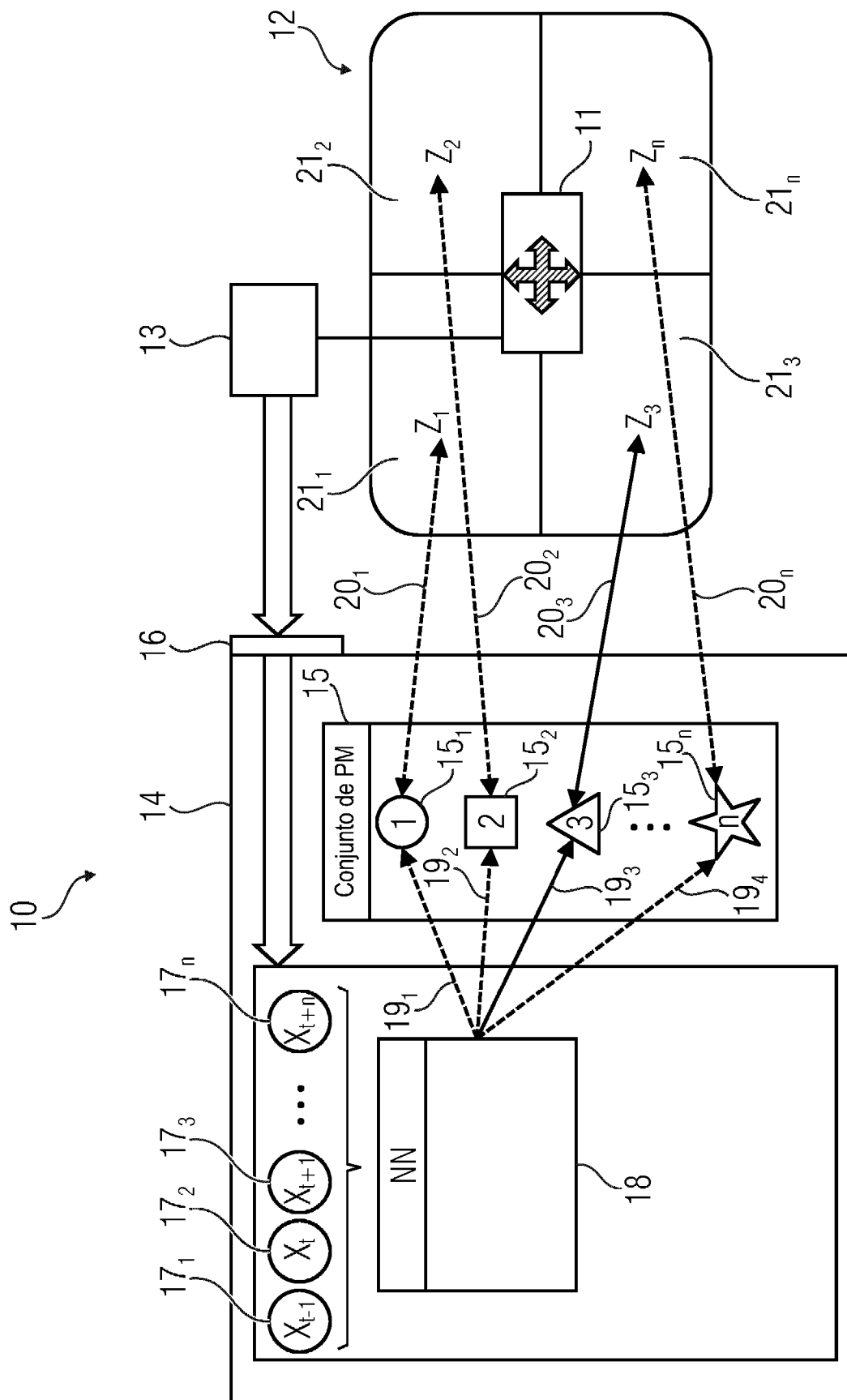


Figura 1

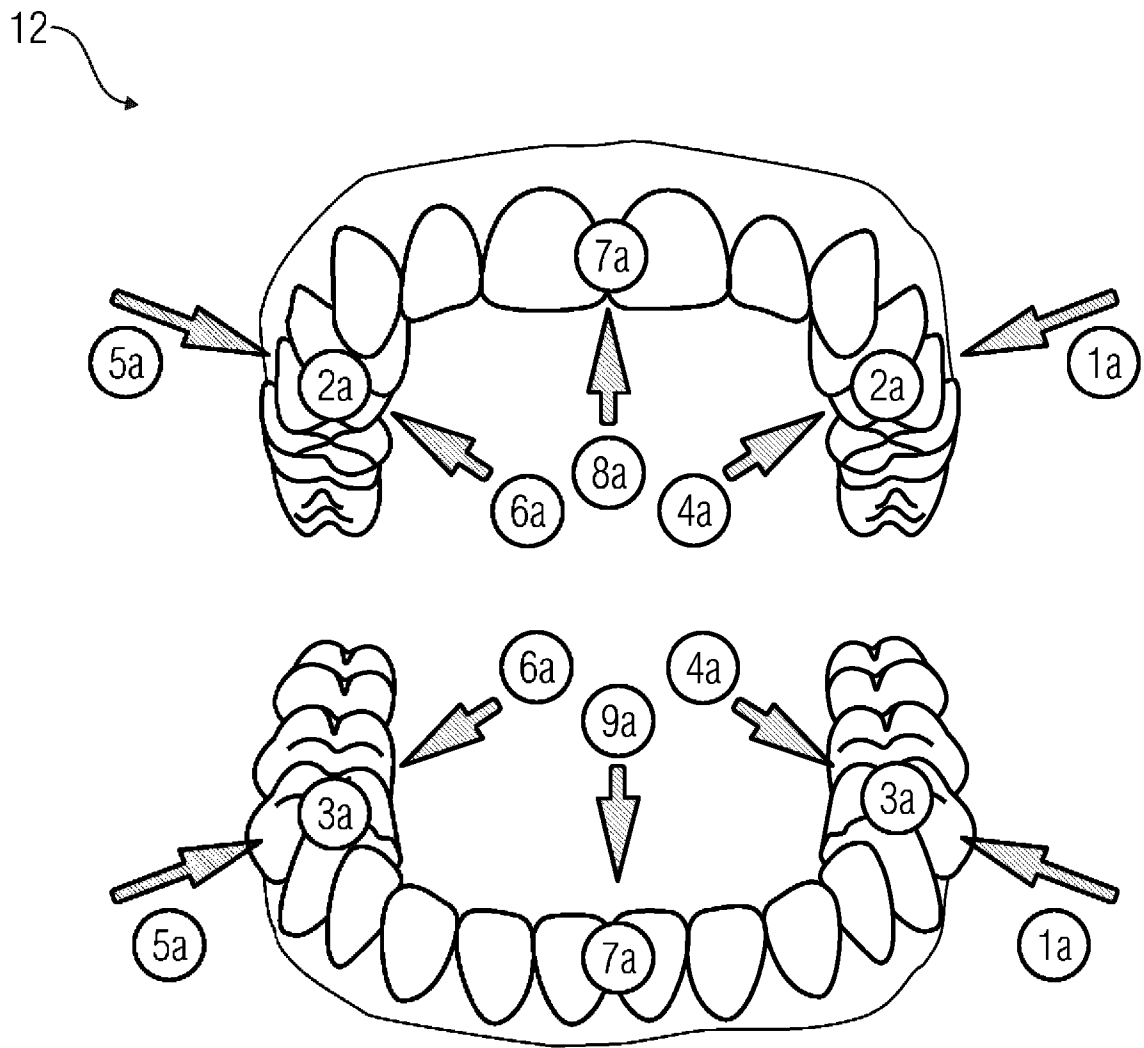


Figura 2

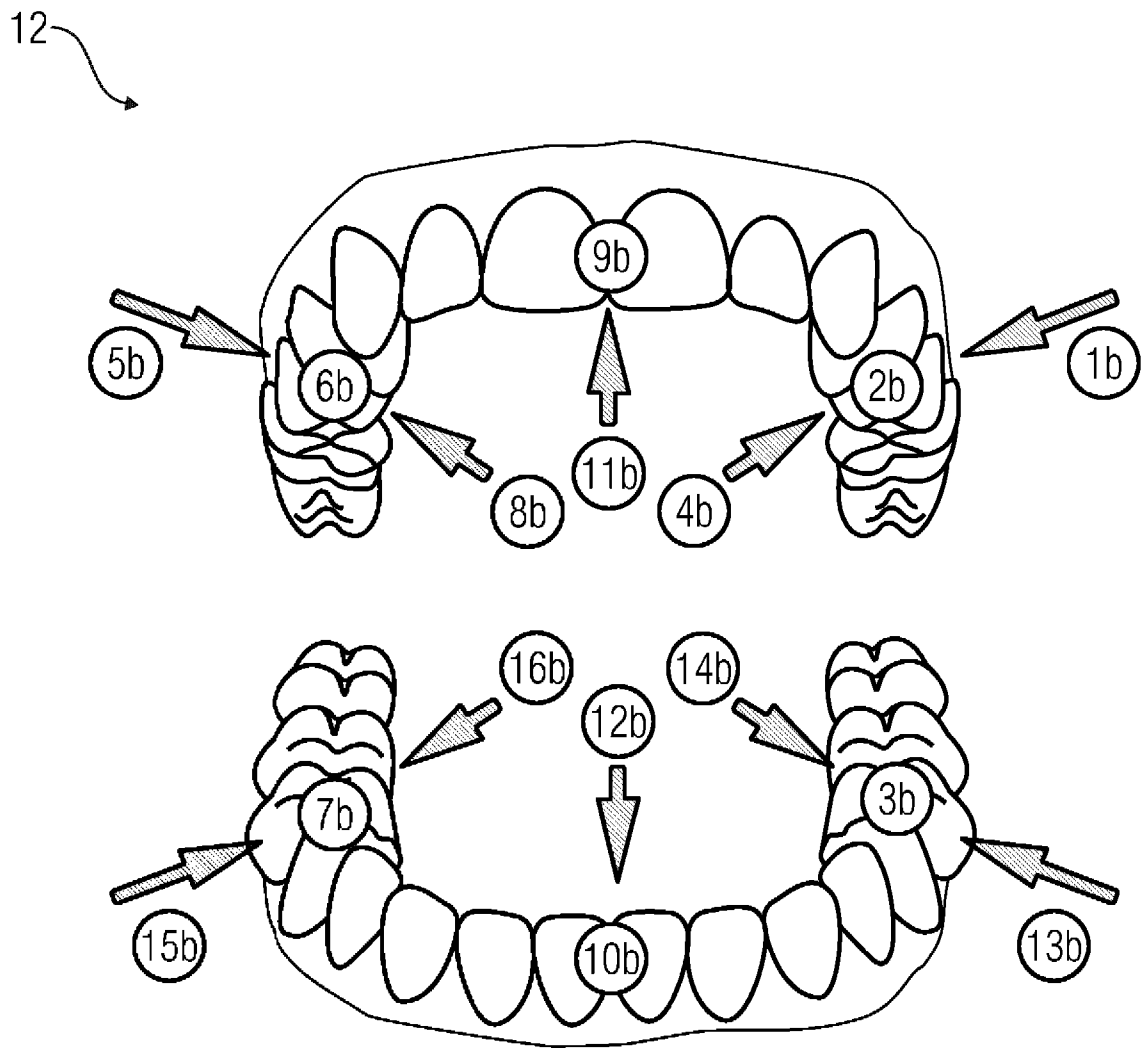


Figura 3

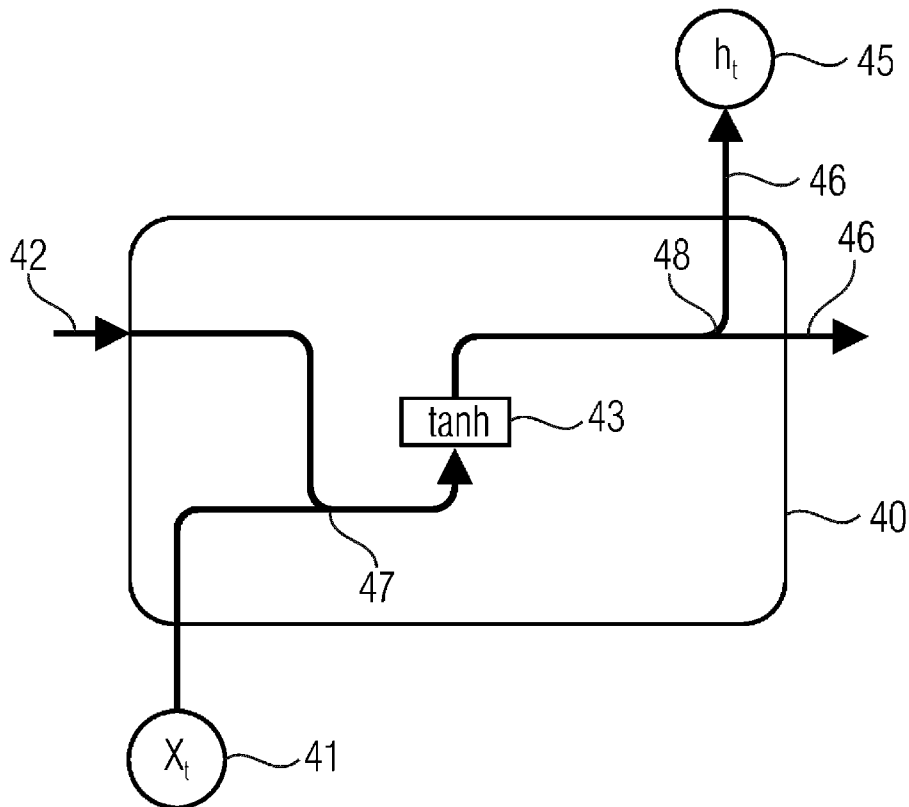


Figura 4

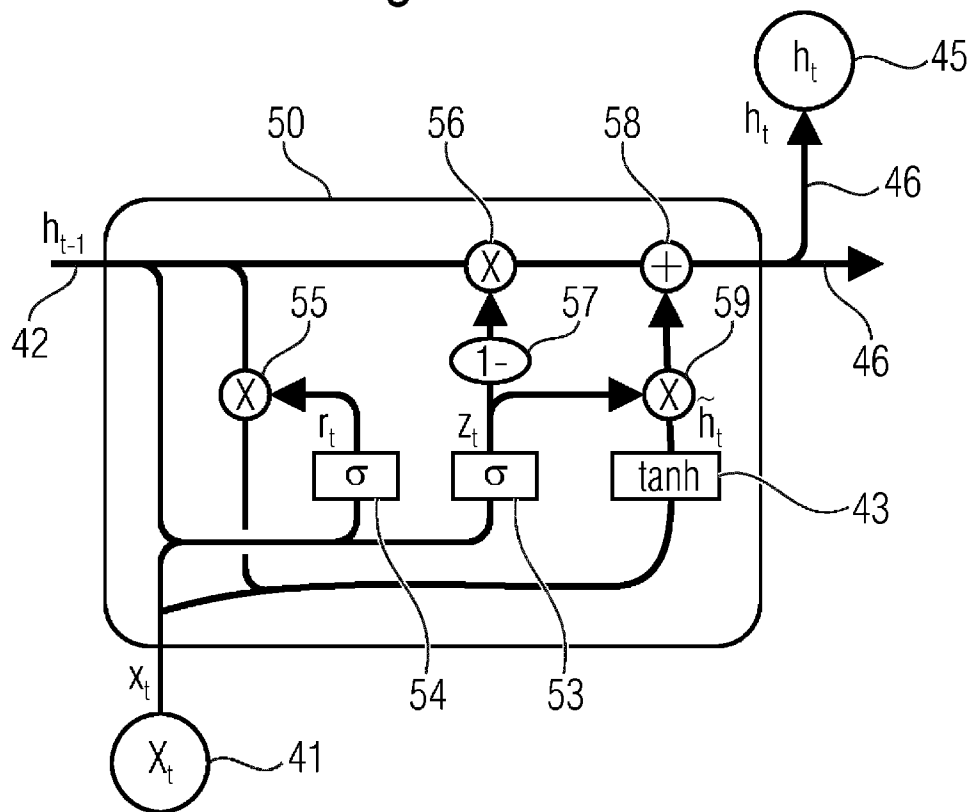


Figura 5

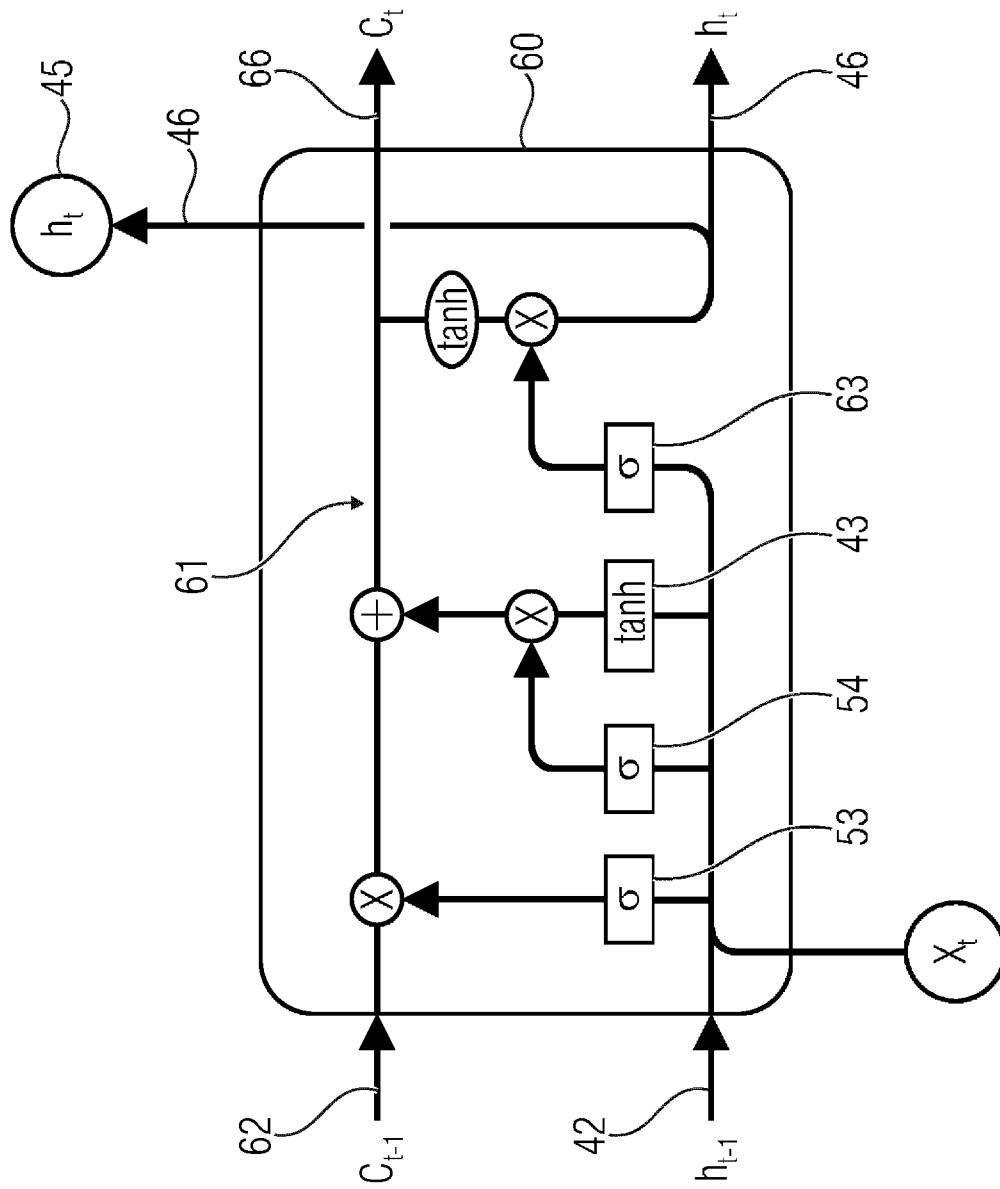


Figura 6a

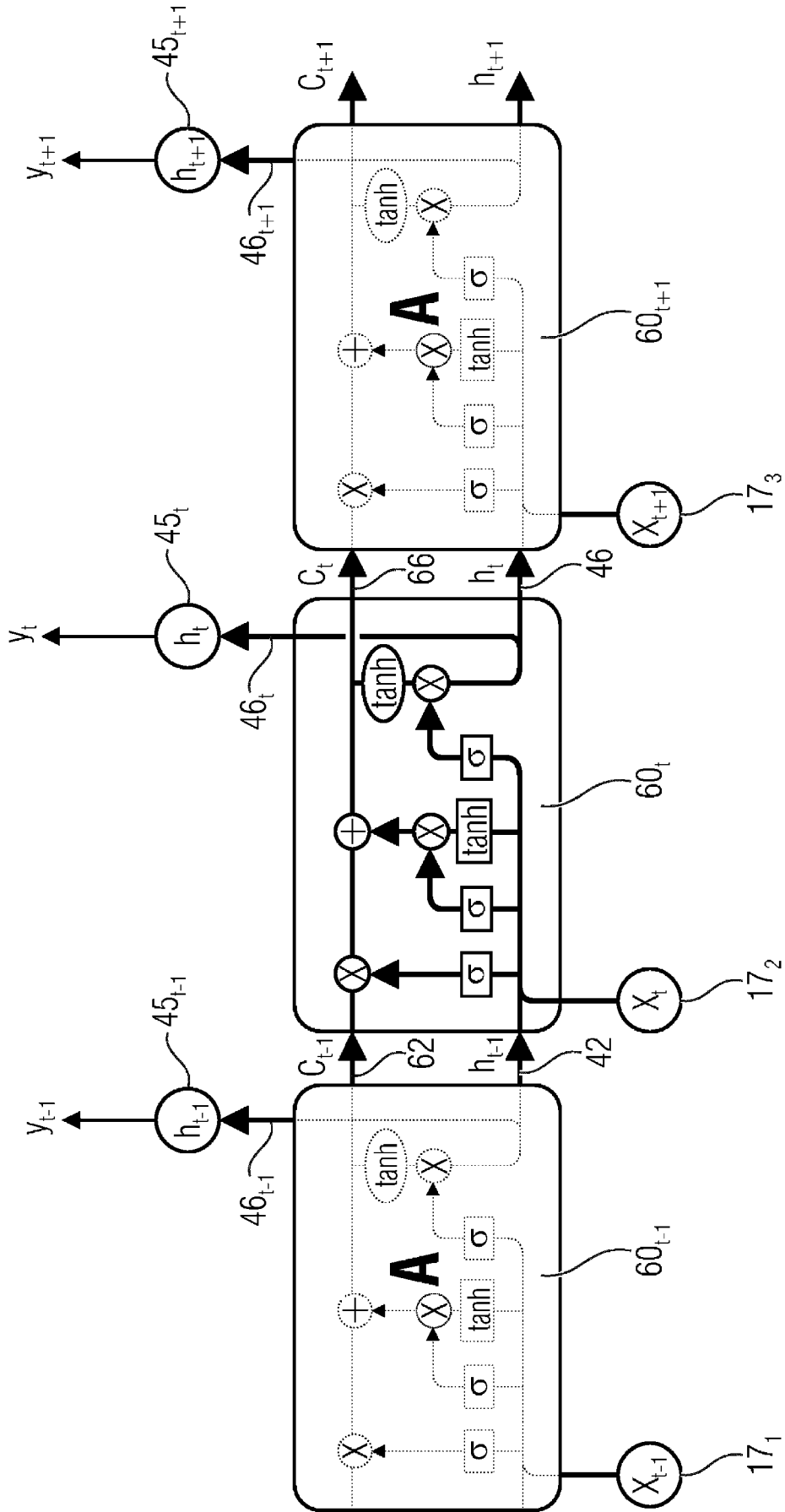


Figura 6b

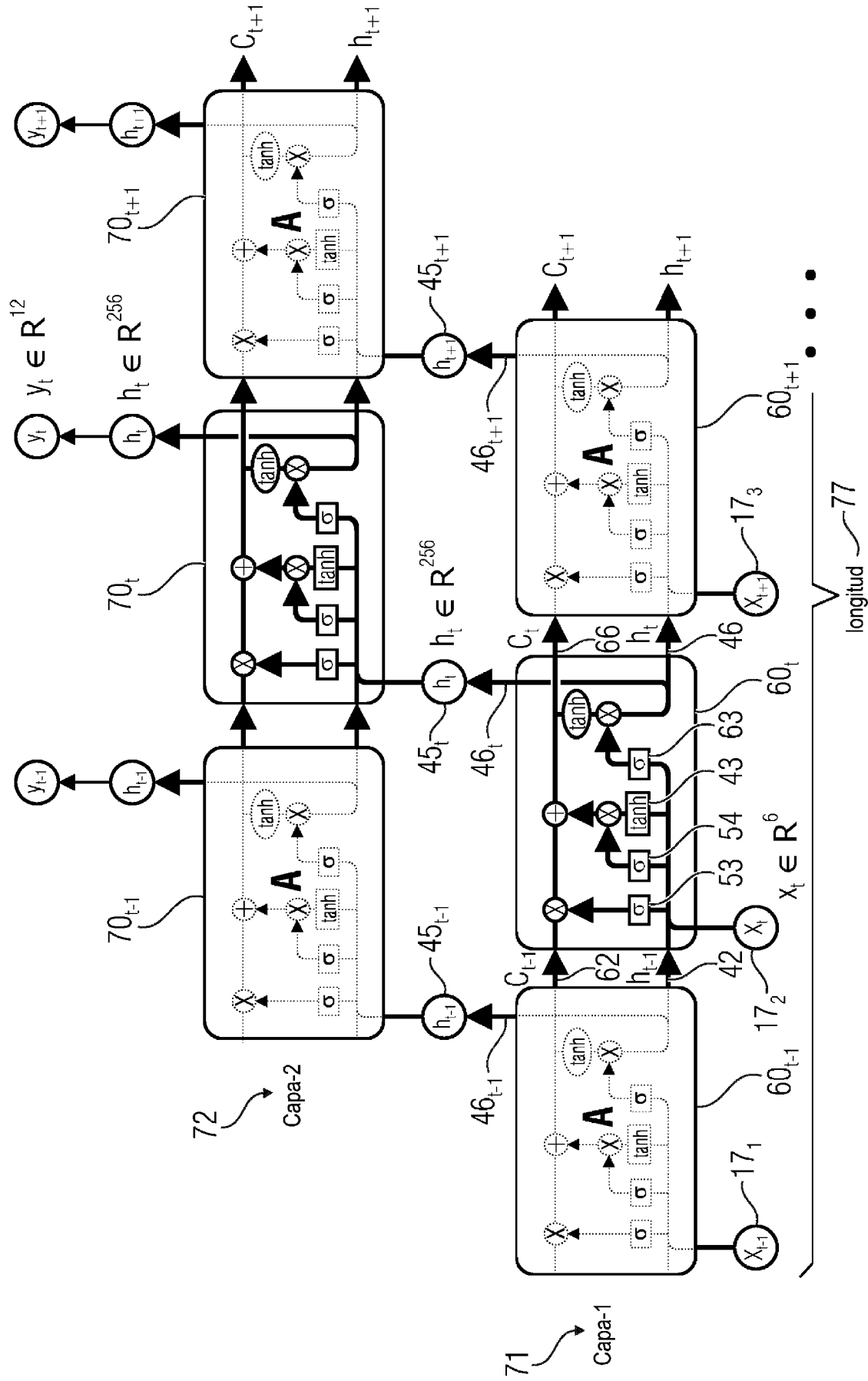


Figura 7

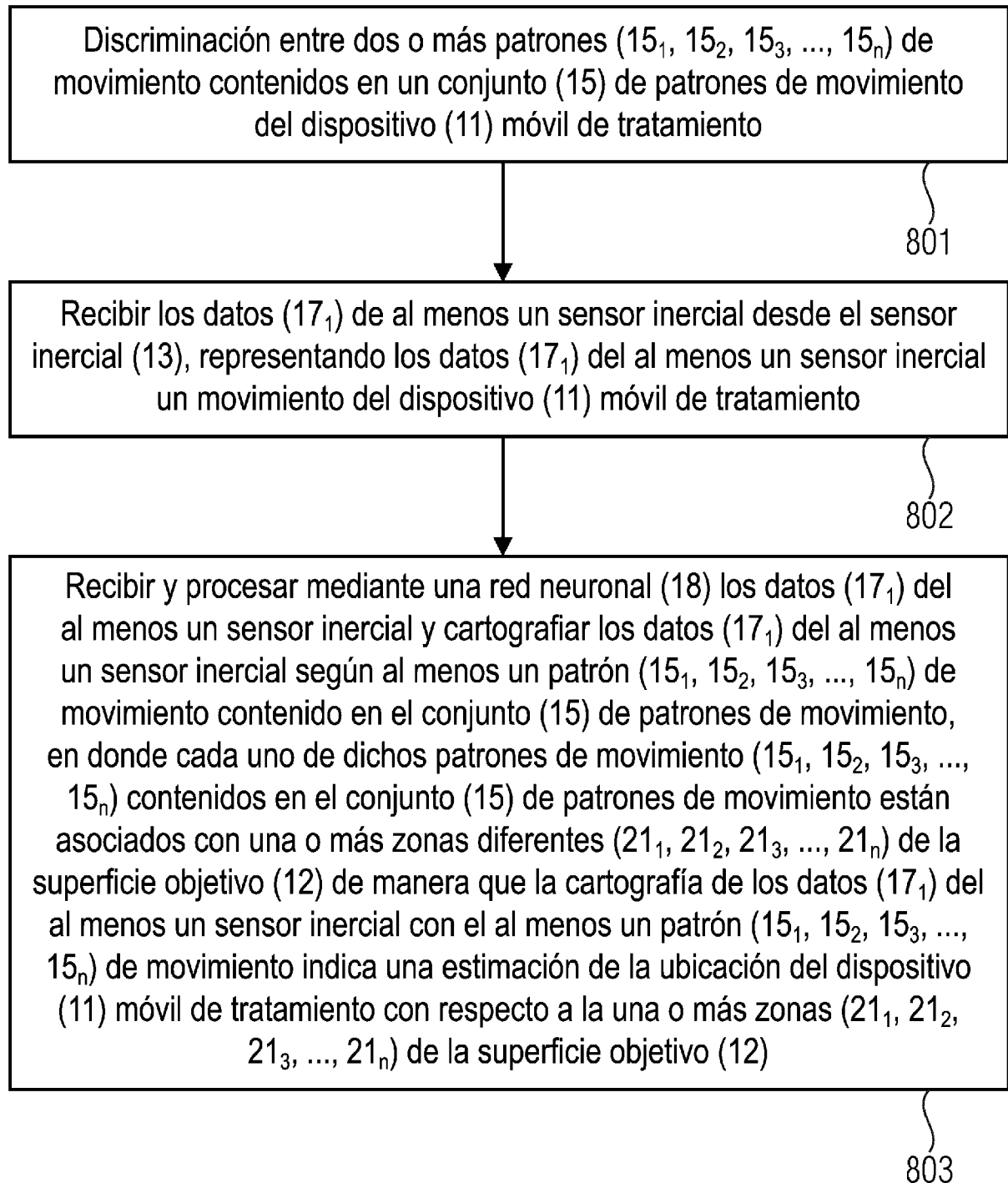


Figura 8

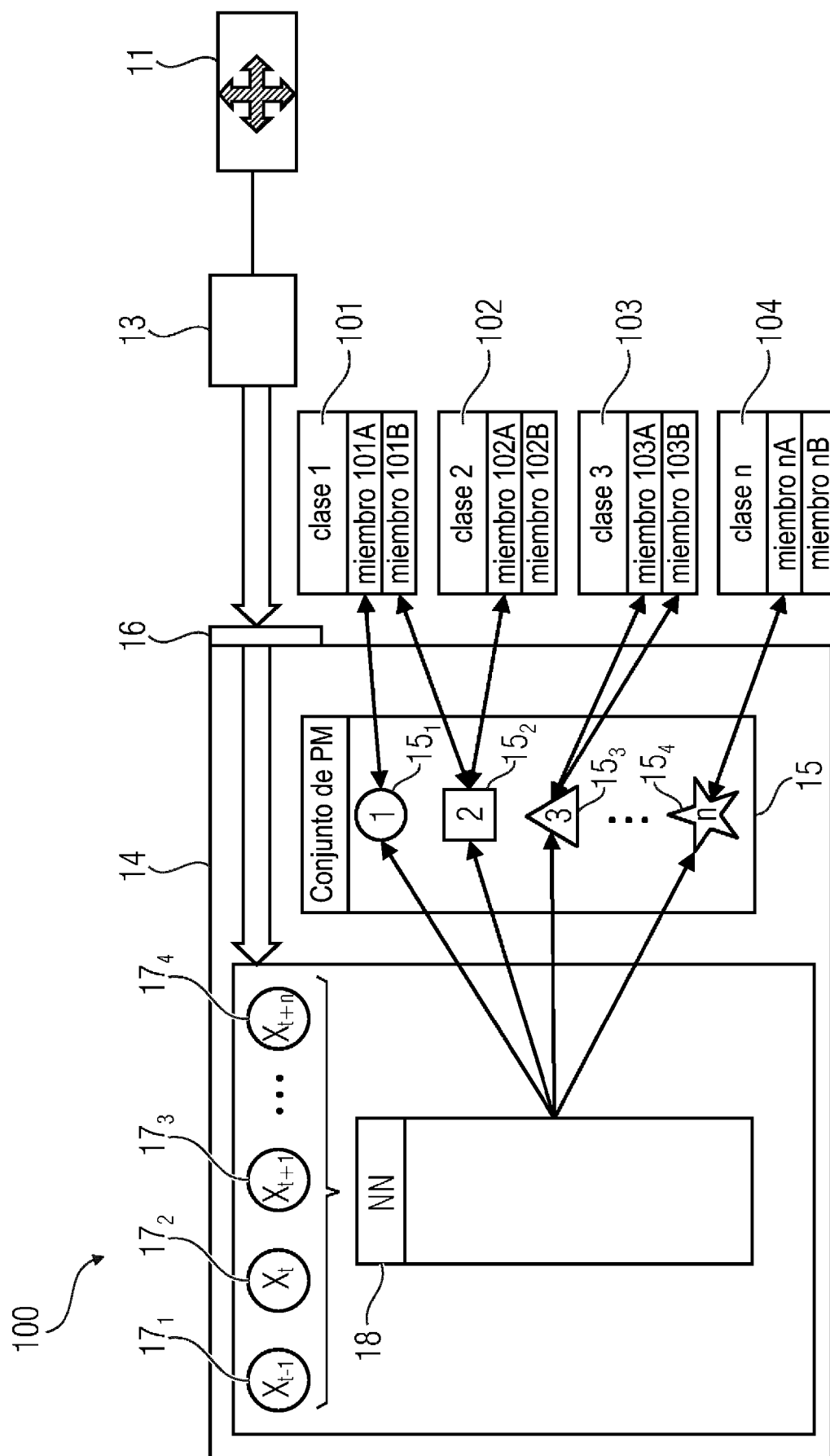


Figura 9

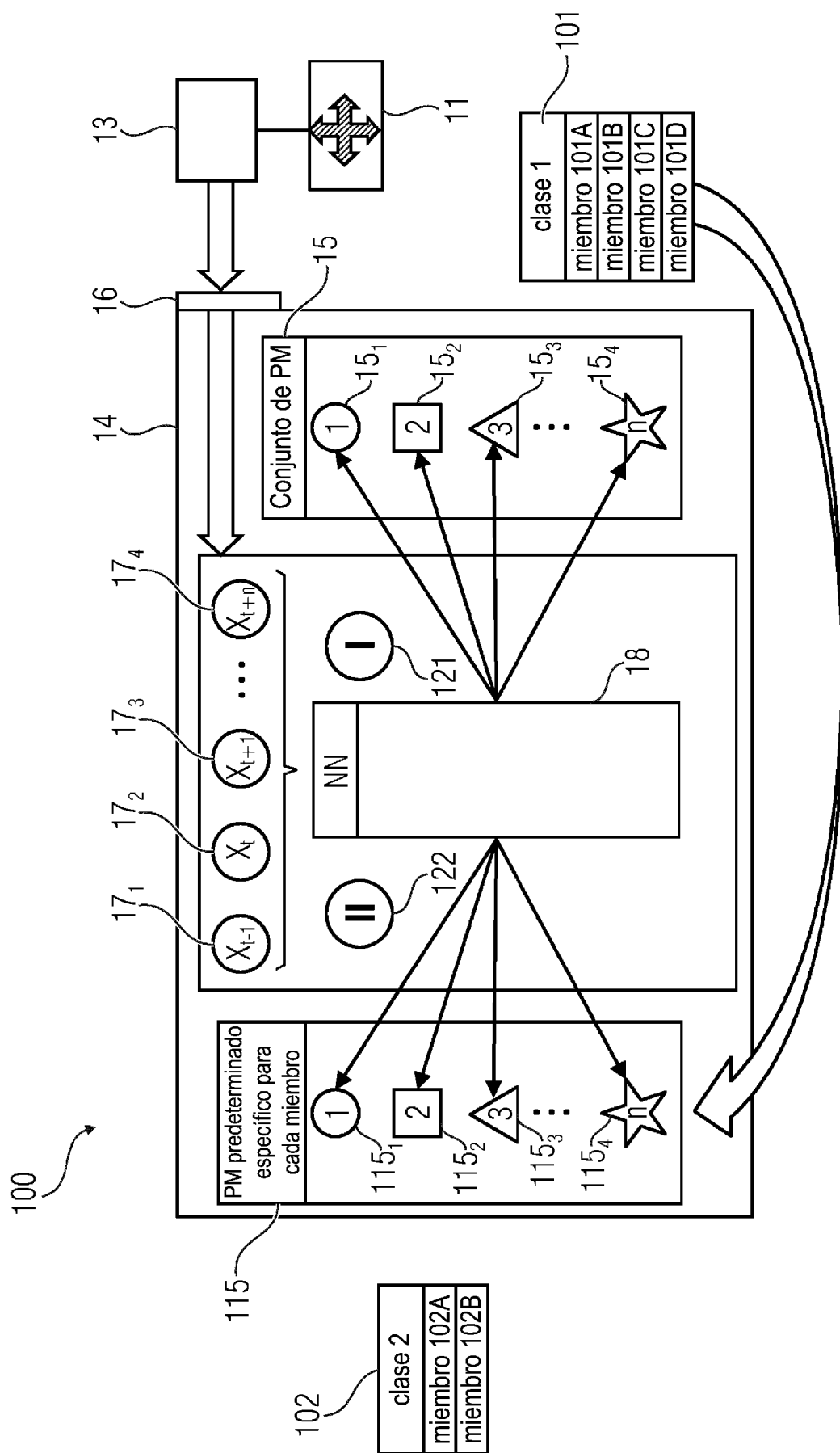


Figura 10

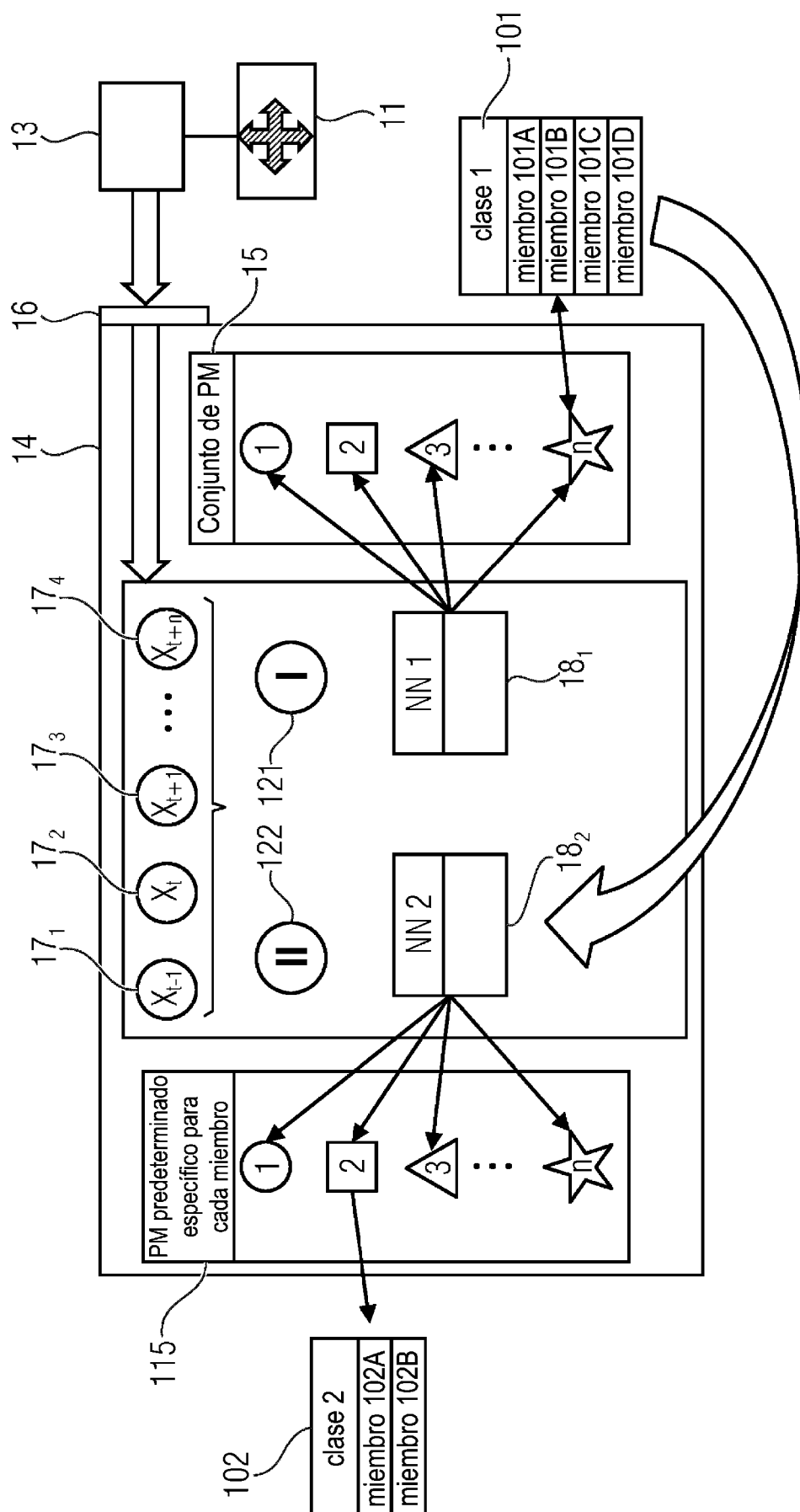


Figura 11

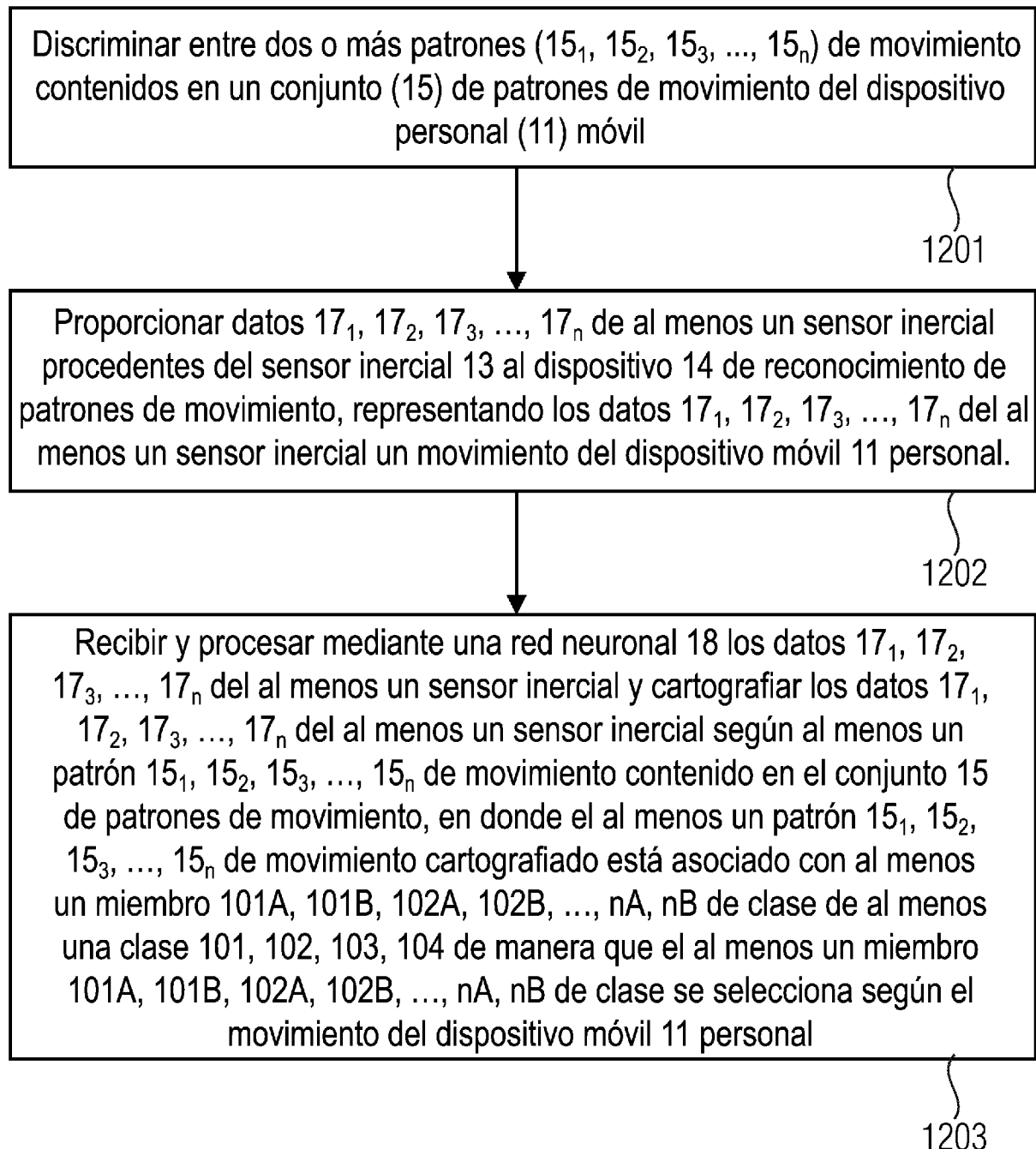


Figura 12