

DISPOSITIVO Y MÉTODO PARA EL RASTREO DE MOVIMIENTOS DE MIEMBRO SUPERIOR

Campo de la invención

5

El presente desarrollo está relacionado con métodos y dispositivos para rastrear y registrar movimientos de las extremidades superiores de primates.

Descripción del estado de la técnica

10

El estado de la técnica se relaciona con el campo de los juegos de video, la realidad virtual, terapias médicas y entrenamiento físico; en este se divulgan dispositivos para rastreo de movimientos de miembro superior como los divulgados en los documentos de patente US8140339B2 y US20140098048A1.

15

El documento US8140339B2 divulga un dispositivo que comprende un guante y un armazón que soportan varios sensores. El guante se ubica en una mano de un usuario y la estructura se ubica sobre el brazo, codo y antebrazo de un usuario, dichos sensores se conectan a un computador para el reconocimiento de lenguaje de señas. Adicionalmente, el documento divulga un método para traducir dichos gestos a texto o audio. Este dispositivo presenta la desventaja de restringir el movimiento y la sensibilidad del usuario, además de que dichos guantes se limitan a un tamaño o medida, que no se ajusta a los diferentes usuarios.

20

25

También se identifican en el estado de la técnica dispositivos que permiten rastrear movimientos de los miembros superiores a través de imágenes obtenidas por cámaras. Estas imágenes se utilizan para generar un modelo 3D del miembro del usuario que interactúe con otros dispositivos. Un ejemplo de esto se encuentra en el documento de patente US20140098018A1, el cual divulga un dispositivo que se ajusta a la muñeca del usuario, y rastrea el movimiento de las articulaciones. Este dispositivo comprende una cámara para captura de imágenes conectada con un módulo de seguimiento que usa dichas imágenes para rastrear un modelo articulado 3D del miembro de un usuario. Dicho modelo 3D es enviado a un dispositivo informático por medio de una interfaz de comunicación, para el control de dicho dispositivo informático. El documento también divulga un método para rastrear un modelo articulado 3D con el fin de permitir el control basado en gestos, de un dispositivo informático independiente. Sin embargo el dispositivo no permite conocer si hay contacto entre los dedos o la palma de la mano, o la fuerza en dicho contacto.

30

35

40

De acuerdo a lo anterior se observa que a pesar de que el seguimiento de los movimientos gruesos de los miembros superiores se ha llevado a cabo por medio de diferentes métodos y dispositivos, el rastreo de los movimientos finos y particulares de cada segmento de las extremidades superiores, particularmente los dedos y la palma de la mano es aún

ineficiente. Esto se debe a que no se registran los contactos que pueden darse entre dichos segmentos ni las características de estos contactos, como fuerza empleada o duración.

Breve descripción

5

La presente invención corresponde a un método y un dispositivo para el rastreo de movimientos de miembro superior. El dispositivo comprende una unidad de procesamiento que determina el rastreo de los movimientos finos y gruesos del miembro superior; un conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos ubicados en los segmentos gruesos del miembro superior; y un conjunto de sensores de segmentos finos ubicados en los segmentos finos y distales del miembro superior. Donde cada uno de los conjuntos tienen entre uno y veinte sensores y dichos sensores están conectados con la unidad de procesamiento.

10

15 Adicionalmente, la invención comprende un soporte para sensores de falange, un soporte para sensores de interfalanges, un soporte para sensores de metacarpiano y un soporte para eminencia tenar y eminencia hipotenar. Dichos soportes sostienen y ubican los sensores del conjunto de sensores de segmentos finos del dispositivo del presente desarrollo.

20

El método de la invención comprende las siguientes etapas:

a) instalar un dispositivo de rastreo de movimientos de miembro superior en un miembro superior con segmentos finos y gruesos, el dispositivo de rastreo de movimientos de miembro superior comprende una unidad de procesamiento, un conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos ubicado en los segmentos gruesos y un conjunto de sensores de segmentos finos ubicados en los segmentos finos;

25

b) ingresar en la unidad de procesamiento un valor de umbral (α);

c) realizar movimientos con segmentos finos y gruesos del miembro superior;

d) registrar en la unidad de procesamiento las señales entregadas por el conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos y el conjunto de sensores de segmentos finos;

30

e) comparar valores de umbral (α) con las señales registradas en la etapa (d) e identificar mediante la unidad de procesamiento los sensores que superaron el valor de umbral (α);

f) determinar a partir de los sensores que superaron el valor de umbral (α) si el movimiento del miembro superior es elevación de hombro, descenso de hombro, protracción de hombro, retracción de hombro, flexión de brazo, extensión de brazo, rotación interna de brazo, rotación externa de brazo, abducción de brazo, aducción de brazo, flexión de codo, extensión de codo, supinación de antebrazo, pronación de antebrazo, flexión de mano, extensión de mano, desviación ulnar de mano, desviación radial de mano, circunducción de mano, pinza tenar, pinza termino-lateral, pinza hipotenar, agarre en cilindro, agarre en

35

esfera, pinza tripulpar, oposición de pulgar, aducción interfalángica, abducción interfalángica, flexo-extensión superficial de falanges, flexo-extensión profunda de falanges o circunducción del pulgar.

5 Descripción de las figuras

La FIG.1 muestra una vista lateral de una modalidad del dispositivo.

La FIG.2 muestra una vista lateral de una modalidad del dispositivo, donde se ilustra una
10 cámara RGB-D.

La FIG.3 corresponde a una modalidad del dispositivo donde se presentan el conjunto de sensores inerciales ubicados en segmentos gruesos.

15 La FIG.4 corresponde a una modalidad del dispositivo donde se ubican sensores en la cara palmar de la mano.

La FIG.5 ilustra una modalidad del dispositivo donde sobre la cara dorsal de la mano y la muñeca, se ubica una unidad de procesamiento y un módulo de comunicación en carcassas
20 independientes.

La FIG.6 ilustra una modalidad de la invención donde el módulo de comunicación y la unidad de procesamiento se ubican en una misma carcassas sobre la cara dorsal de la muñeca.

25 La FIG.7 corresponde a una modalidad de la carcassas para módulo de comunicación.

La FIG.8 corresponde a una modalidad de la carcassas para unidad de procesamiento.

La FIG. 9 corresponde a una vista en perspectiva del primer recinto flexible que hace parte
30 del soporte para sensores de falanges.

La FIG.10 corresponde a una vista en explosión del primer recinto flexible que hace parte del soporte para sensores de falanges.

35 La FIG.11 corresponde a una vista superior del primer recinto flexible que hace parte del soporte para sensores de falanges.

La FIG.12 corresponde a un vista inferior del primer recinto flexible que hace parte del soporte para sensores de falanges.

40

La FIG.13 corresponde a una vista en perspectiva del segundo recinto flexible que hace parte del soporte para sensores de falanges.

5 La FIG.14 corresponde a una vista en explosión del segundo recinto flexible que hace parte del soporte para sensores de falanges.

La FIG.15 corresponde al soporte para falanges.

10 La FIG.16 corresponde a una vista en perspectiva del soporte para sensores de interfalanges, sin la banda elástica de interfalanges.

La FIG.17 corresponde a una vista en explosión del soporte para sensores de interfalanges, sin la banda elástica de interfalanges.

15 La FIG.18 corresponde a una vista en perspectiva del soporte para sensores de interfalanges.

La FIG.19 muestra el soporte para sensores de eminencia tenar y eminencia hipotenar.

20 La FIG.20 muestra una lámina flexible correspondiente al soporte para sensores de metacarpianos.

La FIG.21 muestra una vista detallada del soporte para sensores de metacarpianos en la cara palmar de la mano.

25 La FIG.22 muestra una vista detallada del soporte para sensores de metacarpianos en la cara dorsal de la mano.

30 La FIG.23 corresponde a una modalidad del método seguido por la presente invención para determinar los movimientos finos que realiza el miembro superior.

Descripción detallada de la invención

35 La presente invención se refiere a un método y dispositivo para el rastreo de movimientos en segmentos gruesos y finos de un miembro superior.

El dispositivo de la presente invención, para el rastreo de movimientos de miembro superior comprende una unidad de procesamiento (47) que determina el rastreo de los movimientos finos y gruesos del miembro superior. También comprende un conjunto de
40 sensores inerciales de segmentos gruesos ubicados en los segmentos gruesos del miembro superior; y un conjunto de sensores de segmentos finos ubicados en los segmentos finos y

distales del miembro superior. Los conjuntos tienen entre uno y veinte sensores, y dichos sensores están conectados con la unidad de procesamiento (47).

5 Para efectos de la presente invención se definirá “miembro superior” como una de las extremidades que se fijan a la parte superior del torso de un primate, dicha extremidad se compone de al menos cuatro partes: cintura escapular, brazo, antebrazo y mano y se caracteriza por su movilidad y capacidad para manipular y sujetar.

10 La presente invención comprende una unidad de procesamiento (47) que determina el rastreo de los movimientos del miembro superior mediante el procesamiento de las señales provenientes del conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos y del conjunto de sensores de segmentos finos.

15 La unidad de procesamiento (47) se selecciona del grupo compuesto por computadores, celulares, tabletas, computadores industriales, microchips, microcontroladores , microprocesadores, procesadores, dispositivos de arreglo de compuertas programables (FPGA por sus siglas en inglés), CPLD, unidades aritmético-lógicas programables y combinaciones de los mismos.

20 En una modalidad de la invención la unidad de procesamiento (47) recibe, interpreta, almacena y compara las señales del conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos y del conjunto de sensores de segmentos finos. Para esto dicha unidad de procesamiento (47) incluye un dispositivo de almacenamiento que se selecciona del grupo compuesto por: unidades de proceso central, memorias de acceso aleatorio, memoria caché, dispositivos de almacenamiento secundario, dispositivos de almacenamiento fuera de línea, 25 almacenamiento de red y combinaciones de los mismos.

En una modalidad de la invención la unidad de procesamiento (47) intercambia información con los conjuntos de sensores del dispositivo, para lo cual se dispone un medio de comunicación que se selecciona entre el grupo compuesto por módulos de 30 comunicación, protocolos de comunicación implementados por medio de hardware, software, y combinaciones de los mismos.

Haciendo referencia a la FIG. 1, FIG. 2, FIG.5 y FIG. 6, en una modalidad de la invención el dispositivo incorpora un módulo de comunicación (48) conectado con la unidad de 35 procesamiento (47) para el intercambio de información entre los conjuntos de sensores y la unidad de procesamiento (47).

Haciendo referencia a la FIG.6, en una modalidad de la invención la unidad de procesamiento (47) y el módulo de comunicación (48) conectado con la unidad de 40 procesamiento (47) se encuentran ubicados dentro de una mismo armazón exterior, en adelante “carcasa”, que protege y da soporte a la unidad de procesamiento (47) y el módulo de comunicación (48) .

Haciendo referencia a la FIG.5, en una modalidad de la invención la unidad de procesamiento (47) se encuentra ubicada en la carcasa para unidad de procesamiento (17) y el módulo de comunicación (48) conectado con la unidad de procesamiento (47) se encuentra ubicado en la carcasa para módulo de comunicación (18).

Haciendo referencia a la FIG. 2, en una modalidad de la invención la unidad de procesamiento (47) se conecta con una cámara RGB-D (45) que registra imágenes de profundidad del miembro superior. Se entenderá para la presente invención por cámara RGB-D los dispositivos, cámaras, sensores, CMOS, retinas artificiales, entre otros, que registran de manera simultánea el color de la imagen y la profundidad de objetos y escenas. Dicha cámara RGB-D (45) no requiere marcadores de movimiento, lo cual permite al usuario mayor libertad de movimiento, y proporciona información de las posiciones y orientaciones del hombro, brazo, codo, antebrazo y mano. La unidad de procesamiento (47) procesa las imágenes para rastrear los movimientos de miembro superior.

Para comprensión de la presente invención, se entenderá por marcador de movimiento una referencia real a las posiciones que tomarán los objetos virtualizados, como, por ejemplo, indicadores pasivos, indicadores activos, indicadores activos modulados en el tiempo, pelotas de ping pong, leds, marcas de colores, marcas reflectivas y en general los marcadores usados en procesamiento de imágenes en realidad aumentada o realidad virtual, entre otras áreas.

La presente invención comprende un conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos ubicado en los segmentos gruesos del miembro superior, que proporciona información sobre la ubicación, orientación y los movimientos aislados y en conjunto del hombro, el codo, el brazo, el antebrazo y la mano. Dichos sensores del conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos se seleccionan del grupo conformado por acelerómetros, giroscopios, magnetómetros, unidades de medición inercial y combinaciones de los mismos.

En una modalidad de la invención el conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos realiza mediciones de aceleración lineal y velocidad angular, dichos sensores se utilizan comúnmente en aplicaciones de captura y análisis de movimiento.

En una modalidad de la invención (no ilustrada), se utilizan bandas alrededor de los segmentos gruesos del miembro superior para soportar cada sensor del conjunto de sensores inerciales.

Haciendo referencia a la FIG. 1, FIG.2 y FIG. 3 en una modalidad preferida de la invención el conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos está compuesto por cinco sensores inerciales triaxiales. Un primer sensor (19) se ubica sobre el tercio central de la escápula, alineado con el borde de la espina escapular, un segundo sensor (20) se ubica sobre la

porción plana anterior del esternón, un tercer sensor (21) se ubica sobre el tercio central del brazo, en la cara lateral posterior, un cuarto sensor (22) se ubica sobre el tercio distal del antebrazo, sobre la cara posterior, entre la ulna y el radio y un quinto sensor (23) se ubica sobre la cara dorsal de la mano, entre el segundo y tercer metacarpiano. Según esta

5 orientación se crea una matriz de transformación, que permite la definición del eje de coordenadas local que representa la orientación del segmento corporal. A partir de estos ejes de coordenadas se determina el tipo de movimiento realizado por cada segmento corporal y el ángulo que hay entre los segmentos corporales para cada tipo de movimiento. Los grados de libertad de dichos movimientos están dados por los segmentos corporales y/

10 las articulaciones. Para comprensión de la presente invención a continuación se definen los movimientos gruesos de miembro superior:

Segmentos	Movimientos
Esternón	Flexión y extensión, rotación lateral y rotación axial.
Escápula	Protracción-retracción, rotación axial, depresión y elevación.
Hombro	Flexión y extensión, rotación interna y externa, abducción y aducción.
Codo	Flexión y extensión.
Antebrazo	Pronación y supinación.
Muñeca	Flexión y extensión, desviación ulnar y radial.

La presente invención comprende un conjunto de sensores de segmentos finos ubicados en

15 los segmentos finos del miembro superior que proporciona información sobre el contacto, las ubicaciones y movimientos aislados y en conjunto de los dedos y la palma de a mano. Dichos sensores del conjunto de sensores de segmentos finos se seleccionan del grupo conformado por pulsadores, sensores de presión, sensores de proximidad, sensores resistivos, codificadores ópticos, sensores de efecto Hall, potenciómetros, sensores

20 inductivos, sensores capacitivos, sensores inerciales, sensores de flexión y combinaciones de los mismos.

Haciendo referencia a la FIG. 4, en una modalidad preferida de la invención el conjunto de sensores finos se compone de dieciséis sensores, ubicados en los dedos y en la palma de la

25 mano. Estos detectan diferentes tipos de contactos que se realizan entre estos segmentos finos, como son: pinza tenar, pinza termino lateral, pinza hipotenar, agarre en cilindro y en esfera, pinza tripulpar, oposición de pulgar, aducción y abducción interfalángica, flexo-extensión superficial y profunda de las falanges y circunducción del pulgar. Dichos movimientos se definen para la comprensión de la presente invención como movimientos

30 finos del miembro superior.

A continuación se describen las ubicaciones de los grupos de sensores que permiten determinar el tipo de movimiento fino que se realiza.

Haciendo referencia a la FIG.4 y FIG.15, en una modalidad de la invención, el conjunto de sensores de segmentos finos comprende un primer grupo de cinco sensores (1) (2) (3) (4) (5) que se encuentran alojados en un soporte para sensores de falanges (49), y ubicados debajo del pulpejo de cada una de las falanges distales de los dedos primero, segundo, tercero, cuarto y quinto; los cinco sensores se conectan con la unidad de procesamiento (47).

Haciendo referencia a la FIG.15, la presente invención comprende un soporte para sensores de falanges de segmentos finos de miembro superior que comprende un primer recinto flexible (24), un segundo recinto flexible (29);y una banda elástica de falanges (33) que sujeta el primer recinto flexible (24) al segundo recinto flexible (29). Donde en el primer recinto flexible (24) y el segundo recinto flexible (29) se alojan sensores y circuitos de acoplamiento de la señal de dichos sensores y el dispositivo se ubica en las falanges.

Haciendo referencia a la FIG.9, FIG. 10, FIG.11, FIG.12 y FIG.15, el primer recinto flexible (24) comprende una primera pieza (25) de forma rectangular con una curvatura en la cara en contacto con el pulpejo de un dedo. Dicha curvatura se ajusta a la punta del dedo impidiendo que el soporte se deslice hacia la región proximal de dicho dedo y cambie de ubicación. Dicha primera pieza presenta dos agujeros pasantes laterales para conectarse a la banda elástica de falanges (33) y un bajo relieve en una segunda cara donde se adhiere un sensor (26). También comprende una segunda pieza (27) en forma de caja rectangular donde se aloja el sensor (26), con un agujero pasante en su fondo y un botón (28) que sobresale del centro de fondo de la segunda pieza. En una modalidad de la invención dicho botón (28) transmite al sensor (26) la presión que ejerza el usuario con el pulpejo del dedo donde se halla el soporte para sensores de falanges (49).

Haciendo referencia a la FIG.13, FIG.14 y FIG.15, el segundo recinto flexible (29) comprende una primera pieza (30) de forma cuadrada con una curvatura en una primera cara que le permite ajustarse al dorso de la falange distal del dedo de un usuario. Dicha primera pieza presenta agujeros pasantes laterales para conectarse a la banda elástica de falanges (33) y un canal en uno de sus lados para la salida de circuitos de acoplamiento. También comprende una segunda pieza (31) en forma de caja cuadrada, con un canal en uno de sus lados para la salida de circuitos de acoplamiento del sensor (26).

Haciendo referencia a la FIG. 15 el primer recinto flexible (24) y el segundo recinto flexible (29) se conectan por medio de la banda elástica para falanges (33) que tiene al menos una parte, y los sensores y circuitos dentro de dichos recintos se vinculan por medio de un circuito flexible (32).

En una modalidad de la invención el soporte para sensores de falanges (49) alberga adicionalmente sensores de proximidad para determinar la cercanía con la superficie de la palma de la mano.

5 Haciendo referencia a la FIG. 4, una modalidad de la invención el conjunto de sensores de segmentos finos comprende un segundo grupo de cuatro sensores (6) (7) (8) (9) que se encuentran alojados en un soporte para sensores de interfalanges (34), y ubicados en la cara lateral de las falanges proximal de los dedos primero, segundo, tercero y cuarto. Los cuatro sensores se conectan con la unidad de procesamiento (47) rastreando los movimientos de
10 abducción y aducción de los dedos.

Haciendo referencia a la FIG.16 y FIG.17, la presente invención comprende un soporte para sensores de interfalanges (34) de segmentos finos de miembro superior. Dicho soporte comprende una placa flexible (38), un pulsador (36) ubicado sobre una cara de la placa flexible (38); una cubierta de pulsador (35) ubicada sobre dicho pulsador (36); un marco flexible (37), que se ubica sobre los bordes de la cubierta de pulsador (35) y se ajusta a la placa flexible; y una banda elástica de interfalanges (39) ubicada en los extremos de la placa flexible (38). Donde entre la placa flexible (38) y el marco flexible (37) se alojan sensores y circuitos de acoplamiento de la señal de dichos sensores y el dispositivo se ubica
15 entre las falanges proximales.
20

Haciendo referencia a la FIG.17, la placa flexible (38) tiene forma cuadrada con una curvatura en una primera cara que le permite ajustarse al dorso de la falange distal del dedo de un usuario. Dicha placa flexible (38) presenta agujeros pasantes laterales para conectarse a la banda elástica de interfalanges (39) y un canal en uno de sus lados para la salida de circuitos de acoplamiento. En una segunda cara de la placa flexible (38) se ubica un pulsador (36) que incorpora un sensor, sobre dicho pulsador (36) se dispone una cubierta de pulsador (35) que transmite al pulsador (36) la presión que ejerza el usuario entre las falanges donde se halla el soporte para sensores de interfalanges (34). Para impedir la salida de los componentes del dispositivo se dispone un marco flexible (37) sobre los bordes de la cubierta de pulsador (35), que se ajusta a la placa flexible (38) completando el canal, ubicado en uno de sus lados, para la salida de circuitos de acoplamiento.
25
30

Haciendo referencia a la FIG.18 la placa flexible (38), el pulsador (35), la cubierta de pulsador (35) y el marco flexible (37) se ajustan a la falange proximal del dedo de un usuario por medio de la banda elástica para interfalanges (39).
35

En una modalidad de la invención (no ilustrada), la banda elástica para interfalanges (39) soporta dos placa flexibles (38), dos pulsadores (35), dos cubiertas de pulsador (35) y dos marcos flexibles (37) para medir los movimientos de abducción y aducción entre tres dedos.
40

En una modalidad de la invención el soporte para interfalanges alberga adicionalmente sensores de proximidad, como por ejemplo sensores capacitivos, para determinar la cercanía entre las falanges.

5 Haciendo referencia a la FIG. 4 en una modalidad de la invención el conjunto de sensores de segmentos finos comprende un tercer grupo de cuatro sensores (10) (11) (12) (13) que se encuentran alojados en un soporte para sensores de metacarpianos (50). Dichos sensores están ubicados en la región metacarpo falángica alineados con las falanges de los dedos
10 segundo, tercero, cuarto y quinto; los cuatro sensores se encuentran conectados a la unidad de procesamiento (47) rastreando movimientos de los segmentos finos de miembro superior. Tales movimientos son: pinza tenar, pinza termino-lateral, pinza hipotenar, agarre en cilindro, agarre en esfera, pinza tripulpar, oposición de pulgar, aducción interfalángica, abducción interfalángica, flexo-extensión superficial de falanges, flexo-extensión profunda de falanges y circunducción del pulgar.

15 Haciendo referencia a la FIG.20 FIG.21 y FIG.22, la presente invención comprende un soporte para sensores de metacarpianos (50) de segmentos finos de miembro superior. Dicho soporte comprende una lámina flexible (42) con un agujero pasante (46); una banda elástica de metacarpianos (43) conectada a la lámina flexible (42); y un cordón (44) que
20 atraviesa el agujero (46) de la lámina flexible (42). Donde sobre la lámina flexible (42) se alojan sensores y circuitos de acoplamiento de la señal de dichos sensores y el dispositivo se ubica en la región metacarpofalángica.

Haciendo referencia a la FIG. 20, FIG. 21, y FIG. 22 la lámina flexible (42) tiene forma
25 rectangular y presenta en la cara opuesta a la cara en contacto con la palma de la mano de un usuario un bajo relieve para alojar un sensor. La lamina flexible (42) también comprende agujeros pasantes laterales para conectarse a la banda elástica de metacarpianos (43) y un agujero pasante (46) ubicado a lo largo del extremo de la lámina flexible (42) que está en contacto con el surco digital proximal de un usuario. Dicho agujero pasante (46) es
30 atravesado por un cordón (44) que rodea la región proximal del dedo alineado con el metacarpo sobre el que se ubica la lámina flexible. Dicho cordón (44) y la banda elástica de metacarpianos (43) ajustan la lámina flexible sobre la articulación metacarpofalángica e impiden que la lámina flexible (42) cambie de posición.

35 Haciendo referencia a la FIG. 4 y FIG.19, en una modalidad de la invención el conjunto de sensores de segmentos finos comprende un cuarto grupo de dos sensores (14) (15) que se encuentran alojados en un soporte para eminencia tenar y eminencia hipotenar (51). Dichos sensores están ubicados en la región tenar de la cara volar de la mano (14) y en la región hipotenar de la cara volar de la mano (15). Los dos sensores se encuentran conectados a la
40 unidad de procesamiento (47) rastreando los movimientos de contacto entre los dedos y las regiones tenar e hipotenar.

Haciendo referencia a la FIG. 19 la presente invención comprende un soporte para sensores de eminencia tenar y eminencia hipotenar (51) de segmentos finos de miembro superior. Dicho soporte comprende una cinta flexible (40); y una banda elástica de eminencia tenar y eminencia hipotenar (41) ubicada en los extremos de la cinta flexible (40). Sobre la cinta flexible (40) se alojan sensores y circuitos de acoplamiento de la señal de dichos sensores y el soporte se ubica sobre la eminencia tenar y la eminencia hipotenar. Dicho soporte para sensores de eminencia tenar y eminencia hipotenar (51) comprende una cinta flexible (40); que presenta en el medio de la cara opuesta a la cara en contacto con la palma de un usuario, dos regiones en bajo relieve. Estas regiones están divididas por un agujero pasante, para alojar dos sensores y circuitos de acoplamiento de la señal de dichos sensores. El soporte también comprende una banda elástica de eminencia tenar y eminencia hipotenar (41) que se ubica en los extremos de la cinta flexible (40) y ajusta dicha cinta flexible (40) sobre la eminencia tenar y eminencia hipotenar impidiendo que los sensores cambien de posición.

Haciendo referencia a la FIG. 4 en una modalidad de la invención el dispositivo comprende un sensor inercial de pulgar (16) ubicado en la cara dorsal de la falange proximal del primer dedo, conectado con la unidad de procesamiento (47). El sensor inercial de pulgar (16) puede seleccionarse del grupo compuesto por acelerómetros, giroscopios, magnetómetros, unidades de medición inercial y combinaciones de los mismos.

En una modalidad preferida de la invención los sensores del conjunto de sensores de segmentos finos son sensores que determinan el contacto entre dos superficies, tipo on-off o sensores de presión.

En una modalidad de la invención el conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos y el conjunto de sensores de segmentos finos se comunican por medio de señales análogas o señales digitales.

Tanto el conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos como el conjunto de sensores de segmentos finos se conectan a la unidad de procesamiento (47) que, por medio del método que se describe más adelante, determina los movimiento que se realizan.

La presente invención comprende un método para el rastreo de movimientos de miembro superior que comprende las siguientes etapas:

a) instalar un dispositivo de rastreo de movimientos de miembro superior en un miembro superior con segmentos finos y gruesos, el dispositivo de rastreo de movimientos de miembro superior comprende una unidad de procesamiento, un conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos ubicado en los segmentos gruesos y un conjunto de sensores de segmentos finos ubicados en los segmentos finos;

b) ingresar en la unidad de procesamiento un valor de umbral (α);

c) realizar movimientos con segmentos finos y gruesos del miembro superior;

d) registrar en la unidad de procesamiento las señales entregadas por el conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos y el conjunto de sensores de segmentos finos;

5 e) comparar valores de umbral (α) con las señales registradas en la etapa (d) e identificar mediante la unidad de procesamiento los sensores que superaron el valor de umbral (α);

f) determinar a partir de los sensores que superaron el valor de umbral (α) si el movimiento del miembro superior es elevación de hombro, descenso de hombro, protracción de

10 hombro, retracción de hombro, flexión de brazo, extensión de brazo, rotación interna de brazo, rotación externa de brazo, abducción de brazo, aducción de brazo, flexión de codo, extensión de codo, supinación de antebrazo, pronación de antebrazo, flexión de mano, extensión de mano, desviación ulnar de mano, desviación radial de mano, circunducción de mano, pinza tenar, pinza termino-lateral, pinza hipotenar, agarre en cilindro, agarre en esfera, pinza tripulpar, oposición de pulgar, aducción interfalángica, abducción
15 interfalángica, flexo-extensión superficial de falanges, flexo-extensión profunda de falanges o circunducción del pulgar.

En una modalidad de la invención en la etapa (a) del método para el rastreo de movimientos de miembro superior, el dispositivo de rastreo de movimientos de miembro superior es el
20 dispositivo de la presente invención, el cual se instala en el miembro superior de interés.

Para comprensión de la etapa (b) del método de la presente invención se debe mencionar que las señales generadas por los sensores que componen el dispositivo es procesada por la unidad de procesamiento (47) en cada instante de tiempo y se traducen en valores. Dichos
25 valores son comparados con un valor de referencia y de esta forma el dispositivo determina el tipo de movimiento que se está realizando. Para el caso de los movimientos finos de la mano y para la comprensión de la presente invención se define que dos puntos de la mano están en contacto positivo cuando el valor de la señal generada por un sensor sobrepasa un valor de referencia, en adelante, “valor de umbral (α)” determinado. Por defecto el valor
30 numérico de este umbral es 0, sin embargo un usuario puede configurar la unidad de procesamiento para que el valor del umbral (α) sea un número mayor que cero.

Posterior a la etapa (b) y previa a la etapa (c) se realiza una etapa (γ) donde se restringe el movimiento de un miembro superior y se realizan ejercicios de calentamiento neuromuscular con el miembro superior de interés.
35

En una modalidad de la presente invención dicha etapa (γ) se relaciona con la terapia de movimiento inducido por restricción TMIR (conocido en inglés como Constraint-induced movement therapy). La TMIR consiste en un procedimiento que potencia o induce

mecanismos de neuroplasticidad o cambios en las redes neurológicas del movimiento voluntario en personas con alteraciones neurológicas y neuromusculares que alteran el movimiento de una extremidad superior. La TMIR involucra la realización intensa de tareas con el miembro superior de interés, favorecida por la restricción del movimiento de la extremidad sana por al menos el 90% de las horas del día en las que la persona esté despierta.

La TMIR posee cuatro fases, de las cuales las tres primeras se realizan bajo supervisión de un profesional entrenado, durante diez sesiones diarias de 3 horas o más de duración.

La primera fase consiste en restringir el movimiento de la extremidad sana y realizar calentamiento neuromuscular de la extremidad superior de interés. El calentamiento neuromuscular consiste en una serie de movimientos del miembro superior dirigidos y supervisados por personal entrenado, para preparar la extremidad superior de interés. Un ejemplo de esto es una persona a la que se le restringe el movimiento del miembro superior sano, mediante restricción con chaleco, y realiza movimientos sencillos con el hombro, codo, antebrazo y carpo del miembro superior de interés.

La segunda fase continúa con la restricción del movimiento de la extremidad superior sana, y en esta se realizan movimientos de actividad motora con el miembro superior de interés. Un ejemplo de esto es una persona a la que se le restringe el movimiento del miembro superior sano, mediante restricción con chaleco, y realiza movimientos simples y complejos varias veces con el miembro superior de interés. Los movimientos simples y complejos son agarre, extensión, separación, acercamiento de los dedos de la mano de interés, flexión y extensión de carpo, codo y hombro del miembro superior de interés.

La tercera fase continúa con la restricción del movimiento del miembro superior sano, y se realizan movimientos de actividades prácticas cotidianas con el miembro superior de interés. Un ejemplo de esto es una persona a la que se le restringe el movimiento del miembro superior sano, mediante restricción con chaleco, y realiza movimientos gruesos, finos y complejos con un objetivo puntual o mediante los movimientos necesarios para un acto motor de la vida cotidiana. Dicho acto puede ser abrir una puerta, escribir, movimientos de alimentación, movimientos para higiene personal o movimientos para interactuar con objetos.

La cuarta fase consiste en que la persona continúa utilizando la restricción del miembro superior sano el mayor tiempo posible al día (90% del tiempo de vigilia).

Durante la etapa (c) se realizan movimientos aislados y en conjunto de los segmentos finos y gruesos del miembro superior de un usuario. Dichos movimientos permiten que la unidad de procesamiento (47) registre durante la etapa (d) las señales entregadas por el conjunto de

sensores inerciales de segmentos gruesos y el conjunto de sensores de segmentos finos del miembro superior.

Durante la etapa (e) los valores de umbral (α) se comparan con las señales registradas de los conjuntos de sensores de la etapa (d) y se almacena en la unidad de procesamiento (47) la información de los sensores que superaron el valor de umbral (α);

- 5 En una modalidad de la presente invención y para la comprensión de la etapa (f) del método de la presente invención se definen los siguientes grupos, términos, funciones y variables con el fin de describir el método por medio del cual se determinan los movimientos finos de las manos. Sean los siguientes términos una representación del conjunto de sensores de segmentos finos que compone el dispositivo:

Primer grupo de sensores G_{S1} - (Sensores de falanges)		
Término	Sensor	Ubicación
S_{p1}	Sensor de segmentos finos (1)	Ubicado en el pulpejo de la falange distal del primer dedo.
S_{p2}	Sensor de segmentos finos (2)	Ubicado en el pulpejo de la falange distal del segundo dedo.
S_{p3}	Sensor de segmentos finos (3)	Ubicado en el pulpejo de la falange distal del tercer dedo.
S_{p4}	Sensor de segmentos finos (4)	Ubicado en el pulpejo de la falange distal del cuarto dedo.
S_{p5}	Sensor de segmentos finos (5)	Ubicado en el pulpejo de la falange distal del quinto dedo.

10

Segundo grupo de sensores G_{S2} -(Sensores de interfalanges)		
Término	Sensor	Ubicación
S_{f1}	Sensor de segmentos finos (6)	Ubicado en la cara lateral de la falange proximal del primer dedo.
S_{f2}	Sensor de segmentos finos (7)	Ubicado en la cara lateral de la falange proximal del segundo dedo.
S_{f3}	Sensor de segmentos finos (8)	Ubicado en la cara lateral de la falange proximal del tercer dedo.
S_{f4}	Sensor de segmentos finos (9)	Ubicado en la cara lateral de la falange proximal del cuarto dedo.

Segundo grupo de sensores G_{S3} -(Sensores de metarcarpianos)		
Término	Sensor	Ubicación
S_{m1}	Sensor de segmentos finos (10)	Ubicado sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del segundo dedo.
S_{m2}	Sensor de segmentos finos (11)	Ubicado sobre la región

		metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del tercer dedo.
S_{m3}	Sensor de segmentos finos (12)	Ubicado sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del cuarto dedo.
S_{m4}	Sensor de segmentos finos (13)	Ubicado sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del quinto dedo.

Segundo grupo de sensores G_{S4} -(Sensores de eminencias)		
Término	Sensor	Ubicación
S_t	Sensor de segmentos finos (14)	Ubicado la cara volar de la mano, sobre la eminencia tenar
S_{ht}	Sensor de segmentos finos (15)	Ubicado sobre la cara volar de la mano, sobre la eminencia hipotenar

S_{fm} se refiere al sensor ubicado en la cara posterior de la falange medial del primer dedo de la mano. Se define G_S como el conjunto de sensores de segmentos finos compuesto por los grupos de sensores G_{S1} , G_{S2} , G_{S3} , G_{S4} . En una modalidad de la invención al conjunto G_S se le agrega el sensor S_{fm} .

Por otra parte se define la función $V(x)$ como una función que determina el valor numérico de la señal entregada por un sensor x a la unidad de procesamiento (47). Por ejemplo si se tiene la expresión $a = V(S_{p2})$, la variable a almacenará el valor numérico de la señal entregada por el sensor al cual representa S_{p2} . Por último se define la función $U(x, \alpha)$ como una función que da como resultado un valor de 1 si el valor numérico de la señal entregada por el sensor x es mayor o igual a un umbral definido (α), y 0 en el caso contrario.

Haciendo referencia a la FIG. 23 los siguientes pasos son seguidos en orden por el dispositivo para determinar los movimientos finos de la mano. Primero se leen los valores entregados por los sensores del conjunto de sensores de segmentos finos ubicados en lo dedos y en la palma de la mano, es decir se determina $V(x) \forall x \in G_S$. Posteriormente se lee el umbral (α) configurado en la unidad de procesamiento (47). Dicho umbral (α) puede ser predeterminado por un usuario asignándole un valor mayor que cero o usar el valor que tiene por defecto que es 0. Como tercer paso se determinan cuáles sensores del conjunto de sensores de segmentos finos superaron el umbral (α) generando contactos positivos, es decir se determinan los sensores que cumplen con la siguiente expresión $U(x, \alpha) = 1, x \in G_S$. Esta lista de contactos positivos es almacenada en la memoria de la unidad de procesamiento (47). Finalmente, se determina el tipo de movimiento que está realizando la mano y los dedos en su conjunto a partir de los contactos que superaron el umbral y

evaluando si este conjunto de contactos cumple con uno de los casos que se describen a continuación.

Caso	Descripción logicomatemática
Caso I-Pinza tenar	$Si (U(s_{p2}, \alpha) = 1 \text{ y } U(s_t, \alpha) = 1) \text{ o } (U(s_{p3}, \alpha) = 1 \text{ y } U(s_t, \alpha) = 1)$
Caso II-Pinza terminolateral	$Si U(s_{f1}, \alpha) = 1$
Caso III-Pinza hipotenar	$Si (U(s_{p4}, \alpha) = 1 \text{ y } U(s_{ht}, \alpha) = 1) \text{ o } (U(s_{p5}, \alpha) = 1 \text{ y } U(s_{ht}, \alpha) = 1)$
Caso IV-Pinza tripulpar	$Si U(s_{p2}, \alpha) = 1 \text{ y } U(s_{p3}, \alpha) = 1$
Caso V-Abducción y aducción interfalángica	$Si U(s_{f1}, \alpha) = 1 \text{ y } U(s_{f3}, \alpha) = 1 \text{ y } U(s_{f4}, \alpha) = 1 \text{ y } U(s_{f5}, \alpha) = 1$
Caso VI-Oposición de pulgar	$Si U(s_{p2}, \alpha) = 1 \text{ o } U(s_{p3}, \alpha) = 1 \text{ o } U(s_{p4}, \alpha) = 1 \text{ o } U(s_{p5}, \alpha) = 1 \text{ o } U(s_{m2}, \alpha) = 1 \text{ o } U(s_{m3}, \alpha) = 1 \text{ o } U(s_{m4}, \alpha) = 1 \text{ o } U(s_{m5}, \alpha) = 1$
Caso VII-Flexoextensión superficial de dedos	$Si U(s_{p2}, \alpha) = 1 \text{ y } U(s_{p3}, \alpha) = 1 \text{ y } U(s_{p4}, \alpha) = 1 \text{ y } U(s_{p5}, \alpha) = 1 \text{ y } U(s_{m2}, \alpha) = 1 \text{ y } U(s_{m3}, \alpha) = 1 \text{ y } U(s_{m4}, \alpha) = 1 \text{ y } U(s_{m5}, \alpha) = 1$
Caso VIII-Flexoextensión profunda de dedos	$Si U(s_{p2}, \alpha) = 1 \text{ y } U(s_{p3}, \alpha) = 1 \text{ y } U(s_{p4}, \alpha) = 1 \text{ y } U(s_{p5}, \alpha) = 1 \text{ y } U(s_t, \alpha) = 1 \text{ y } U(s_{ht}, \alpha) = 1$

5 Haciendo referencia a la FIG.23 y a la anterior tabla en una modalidad de la invención se describe la lógica para determinar los movimientos finos de miembro superior.

El movimiento es pinza tenar, si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del segundo dedo es mayor que el valor de umbral (α) y la señal entregada por el sensor ubicado en la eminencia tenar es mayor que el valor de umbral (α). El movimiento también es pinza tenar si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del tercer dedo es mayor que el valor de umbral (α) y la señal entregada por el sensor ubicado en la eminencia tenar es mayor que el valor de umbral (α).

15 El movimiento es pinza terminolateral, si la señal entregada por el sensor ubicado entre las falanges proximales de los dedos uno y dos es mayor que el valor de umbral (α).

El movimiento es pinza hipotenar, si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del cuarto dedo es mayor que el valor de umbral (α) y la señal entregada por el sensor ubicado en la eminencia hipotenar es mayor que el valor de umbral (α). El movimiento también es pinza hpotenar si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del quinto dedo es mayor que el valor de umbral (α) y la señal

entregada por el sensor ubicado en la eminencia hipotenar es mayor que el valor de umbral (α).

5 El movimiento es pinza tripulpar, si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del segundo dedo es mayor que el valor de umbral (α) y la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del tercer dedo es mayor que el valor de umbral (α).

10 El movimiento es abducción y aducción interfalángica, si la señal entregada por el sensor ubicado entre las falanges proximales de los dedos uno y dos es mayor que el valor de umbral (α) y la señal entregada por el sensor ubicado entre las falanges proximales de los dedos dos y tres es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado entre las falanges proximales de los dedos tres y cuatro es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado entre las falanges proximales de los
15 dedos cuatro y cinco es mayor que el valor de umbral (α).

El movimiento es oposición de pulgar, si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del segundo dedo es mayor que el valor de umbral (α). El movimiento también es oposición de pulgar si la señal entregada por el sensor ubicado en el
20 pulpejo de la falange distal del tercer dedo es mayor que el valor de umbral (α). El movimiento también es oposición de pulgar si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del cuarto dedo es mayor que el valor de umbral (α). El movimiento también es oposición de pulgar si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del quinto dedo es mayor que el valor de umbral (α). El
25 movimiento también es oposición de pulgar si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del segundo dedo es mayor que el valor de umbral (α). El movimiento también es oposición de pulgar si la señal entregada por el sensor ubicado sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del segundo dedo es mayor que el valor de umbral (α). El movimiento también es oposición de pulgar si la
30 señal entregada por el sensor ubicado sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del tercer dedo es mayor que el valor de umbral (α). El movimiento también es oposición de pulgar si la señal entregada por el sensor ubicado sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del cuarto dedo es mayor que el valor de umbral (α). El movimiento también es oposición de pulgar si la señal entregada por el
35 sensor ubicado sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del quinto dedo es mayor que el valor de umbral (α).

El movimiento es flexoextensión superficial de dedos, si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del segundo dedo es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del tercer
40 dedo es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del cuarto dedo es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del quinto dedo es mayor

que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del segundo dedo es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del tercer dedo es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del cuarto dedo es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del quinto dedo es mayor que el valor de umbral (α).

10

El movimiento es flexoextensión profunda de dedos, si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del segundo dedo es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del tercer dedo es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del cuarto dedo es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del quinto dedo es mayor que el valor de umbral (α) y la señal entregada por el sensor ubicado en la eminencia hipotenar es mayor que el valor de umbral (α) y la señal entregada por el sensor ubicado en la eminencia tenar es mayor que el valor de umbral (α).

20

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo para el rastreo de movimientos de miembro superior que comprende:
 - una unidad de procesamiento (47);
 - un conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos ubicados en los segmentos gruesos del miembro superior, el conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos conectado con la unidad de procesamiento (47); y
 - un conjunto de sensores de segmentos finos ubicados en los segmentos finos y distales del miembro superior, el conjunto de sensores de segmentos finos conectados con la unidad de procesamiento (47);donde la unidad de procesamiento (47) determina el rastreo de los movimientos finos y gruesos del miembro superior, y cada uno de los conjuntos tienen entre 1 y 20 sensores.
2. El dispositivo de la Reivindicación 1, caracterizado porque incluye un sensor inercial de pulgar (16) ubicado en la cara dorsal de la falange proximal del dedo pulgar, conectado con la unidad de procesamiento (47).
3. El dispositivo de la Reivindicación 1, caracterizado porque incluye un módulo de comunicación (48) conectado con la unidad de procesamiento (47).
4. El dispositivo de la Reivindicación 1, caracterizado porque la unidad de procesamiento (47) se conecta con una cámara RGB-D (45) que registra imágenes de profundidad del miembro superior, donde dicha cámara RGB-D (45) no requiere marcadores de movimiento, la unidad de procesamiento (47) procesa las imágenes captadas por la cámara RGB-D, para rastrear los movimientos de miembro superior.
5. El dispositivo de la Reivindicación 1, donde los sensores del conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos se seleccionan del grupo conformado por acelerómetros, giroscopios, magnetómetros, unidades de medición inercial y combinaciones de los mismos.
6. El dispositivo de la Reivindicación 1 donde los sensores del conjunto de sensores de segmentos finos se seleccionan del grupo conformado por pulsadores, sensores de presión, sensores de proximidad, sensores resistivos, codificadores ópticos, sensores de efecto hall, potenciómetros, sensores inductivos, sensores capacitivos, sensores inerciales, sensores de flexión y combinaciones de los mismos.
7. El dispositivo de la Reivindicación 1 donde;
 - un primer sensor del conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos se dispone sobre el tercio central de la escápula, alineado con el borde de la espina escapular;

- un segundo sensor del conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos se dispone sobre la porción plana anterior del esternón;
- un tercer sensor del conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos se dispone sobre el tercio central del brazo, en la cara lateral posterior;
- un cuarto sensor del conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos se dispone sobre el tercio distal del antebrazo, sobre la cara posterior, entre la ulna y el radio; y
- un quinto sensor del conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos se dispone sobre la cara dorsal de la mano, entre el segundo y tercer metacarpiano.

8. El dispositivo de la Reivindicación 1 donde;

- un primer sensor del conjunto de sensores de segmentos finos se dispone sobre el pulpejo de la falange distal del primer dedo;
- un segundo sensor del conjunto de sensores de segmentos finos se dispone sobre el pulpejo de la falange distal del segundo dedo;
- un tercer sensor del conjunto de sensores de segmentos finos se dispone sobre el pulpejo de la falange distal del tercer dedo;
- un cuarto sensor del conjunto de sensores de segmentos finos se dispone sobre el pulpejo de la falange distal del cuarto dedo; y
- un quinto sensor del conjunto de sensores de segmentos finos se dispone sobre el pulpejo de la falange distal del quinto dedo.

5

9. El dispositivo de la Reivindicación 1 donde;

- un sexto sensor del conjunto de sensores de segmentos finos se dispone en la cara lateral de la falange proximal del primer dedo;
- un séptimo sensor del conjunto de sensores de segmentos finos se dispone en la cara lateral de la falange proximal del segundo dedo;
- un octavo sensor del conjunto de sensores de segmentos finos se dispone en la cara lateral de la falange proximal del tercer dedo; y
- un noveno sensor del conjunto de sensores de segmentos finos se dispone en la cara lateral de la falange proximal del cuarto dedo.

10. El dispositivo de la Reivindicación 1 donde;

- un décimo sensor del conjunto de sensores de segmentos finos se dispone sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del segundo dedo;
- un onceavo sensor del conjunto de sensores de segmentos finos se dispone sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del tercer dedo;

- un doceavo sensor del conjunto de sensores de segmentos finos se dispone sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del cuarto dedo; y
 - un treceavo sensor del conjunto de sensores de segmentos finos se dispone sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del quinto dedo.
11. El dispositivo de la Reivindicación 1 donde;
- un catorceavo sensor del conjunto de sensores de segmentos finos se dispone en la cara volar de la mano, sobre la eminencia tenar; y
 - un quinceavo sensor del conjunto de sensores de segmentos finos se dispone en la cara volar de la mano, sobre la eminencia hipotenar.
12. Un soporte de sensores en segmentos finos de miembro superior que comprende:
- un primer recinto flexible (24);
 - un segundo recinto flexible (29); y
 - una banda elástica de falanges (33) que sujeta el primer recinto flexible (24) al segundo recinto flexible (29);
- donde en el primer recinto flexible y el segundo recinto flexible se alojan sensores y circuitos de acoplamiento de la señal de dichos sensores y el dispositivo se ubica en las falanges.
13. Un soporte de sensores en segmentos finos de miembro superior que comprende:
- una placa flexible (38);
 - un pulsador (36) ubicado sobre una cara de la placa flexible (38);
 - una cubierta de pulsador (35) ubicada sobre dicho pulsador (36);
 - un marco flexible (37), que se ubica sobre los bordes de la cubierta de pulsador (35) y se ajusta a la placa flexible; y
 - una banda elástica de interfalanges (39) ubicada en los extremos de la placa flexible (38);
- donde entre la placa flexible (38) y el marco flexible se alojan sensores y circuitos de acoplamiento de la señal de dichos sensores y el dispositivo se ubica entre las falanges proximales.
14. Un soporte de sensores en segmentos finos de miembro superior que comprende:
- una lámina flexible (42) con un agujero pasante (46);
 - una banda elástica de metacarpianos (43) conectada a la lámina flexible (42); y,
 - un cordón (44) que atraviesa el agujero de la lámina flexible (42);
- donde sobre la lámina flexible (42) se alojan sensores y circuitos de acoplamiento de la señal de dichos sensores y el dispositivo se ubica en la región metacarpofalángica.

15. Un soporte de sensores en segmentos finos de miembro superior que comprende:
- una cinta flexible (40); y,
 - una banda elástica de eminencia tenar y eminencia hipotenar (41) ubicada en los extremos de la cinta flexible (40);
- donde sobre la cinta flexible se alojan sensores y circuitos de acoplamiento de la señal de dichos sensores y el dispositivo se ubica sobre la eminencia tenar y la eminencia hipotenar.
16. Un método para el rastreo de movimientos de miembro superior que comprende las siguientes etapas:
- a) instalar un dispositivo de rastreo de movimientos de miembro superior en un miembro superior con segmentos finos y gruesos, el dispositivo de rastreo de movimientos de miembro superior comprende una unidad de procesamiento, un conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos ubicado en los segmentos gruesos y un conjunto de sensores de segmentos finos ubicados en los segmentos finos;
 - b) ingresar en la unidad de procesamiento un valor de umbral (α);
 - c) realizar movimientos con segmentos finos y gruesos del miembro superior;
 - d) registrar en la unidad de procesamiento las señales entregadas por el conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos y el conjunto de sensores de segmentos finos;
 - e) comparar valores de umbral (α) con las señales registradas en la etapa (d) e identificar mediante la unidad de procesamiento los sensores que superaron el valor de umbral (α);
 - f) determinar a partir de los sensores que superaron el valor de umbral (α) si el movimiento del miembro superior es elevación de hombro, descenso de hombro, protracción de hombro, retracción de hombro, flexión de brazo, extensión de brazo, rotación interna de brazo, rotación externa de brazo, abducción de brazo, aducción de brazo, flexión de codo, extensión de codo, supinación de antebrazo, pronación de antebrazo, flexión de mano, extensión de mano, desviación ulnar de mano, desviación radial de mano, circunducción de mano, pinza tenar, pinza termino-lateral, pinza hipotenar, agarre en cilindro, agarre en esfera, pinza tripulpar, oposición de pulgar, aducción interfalángica, abducción interfalángica, flexo-extensión superficial de falanges, flexo-extensión profunda de falanges o circunducción del pulgar.
17. El método de la Reivindicación 16 caracterizado porque en la etapa f) se determina si el movimientos es;
- pinza tenar,

- si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del segundo dedo es mayor que el valor de umbral (α) y la señal entregada por el sensor ubicado en la eminencia tenar es mayor que el valor de umbral (α), ó
 - si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del tercer dedo es mayor que el valor de umbral (α) y la señal entregada por el sensor ubicado en la eminencia tenar es mayor que el valor de umbral (α);
- pinza terminolateral,
- si la señal entregada por el sensor ubicado entre las falanges proximales de los dedos uno y dos es mayor que el valor de umbral (α);
- pinza hipotenar,
- si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del cuarto dedo es mayor que el valor de umbral (α) y la señal entregada por el sensor ubicado en la eminencia hipotenar es mayor que el valor de umbral (α),ó
 - si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del quinto dedo es mayor que el valor de umbral (α) y la señal entregada por el sensor ubicado en la eminencia hipotenar es mayor que el valor de umbral (α);
- pinza tripulpar,
- si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del segundo dedo es mayor que el valor de umbral (α) y la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del tercer dedo es mayor que el valor de umbral (α);
- abducción y aducción interfalángica,
- si la señal entregada por el sensor ubicado entre las falanges proximales de los dedos uno y dos es mayor que el valor de umbral (α) y la señal entregada por el sensor ubicado entre las falanges proximales de los dedos dos y tres es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado entre las falanges proximales de los dedos tres y cuatro es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado entre las falanges proximales de los dedos cuatro y cinco es mayor que el valor de umbral (α);
- oposición de pulgar,
- si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del segundo dedo es mayor que el valor de umbral (α), ó
 - si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del tercer dedo es mayor que el valor de umbral (α), ó

- si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del cuarto dedo es mayor que el valor de umbral (α), ó
- si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del quinto dedo es mayor que el valor de umbral (α), ó
- si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del segundo dedo es mayor que el valor de umbral (α), ó
- si la señal entregada por el sensor ubicado sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del segundo dedo es mayor que el valor de umbral (α), ó
- si la señal entregada por el sensor ubicado sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del tercer dedo es mayor que el valor de umbral (α), ó
- si la señal entregada por el sensor ubicado sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del cuarto dedo es mayor que el valor de umbral (α), ó
- si la señal entregada por el sensor ubicado sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del quinto dedo es mayor que el valor de umbral (α);

-flexo-extensión superficial de dedos,

- si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del segundo dedo es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del tercer dedo es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del cuarto dedo es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del quinto dedo es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del segundo dedo es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del tercer dedo es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del cuarto dedo es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado sobre la región metacarpofalángica, alineado con la falange proximal del quinto dedo es mayor que el valor de umbral (α);

-flexo-extensión profunda de dedos,

- si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del segundo dedo es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del tercer dedo es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal

entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del cuarto dedo es mayor que el valor de umbral (α) y si la señal entregada por el sensor ubicado en el pulpejo de la falange distal del quinto dedo es mayor que el valor de umbral (α) y la señal entregada por el sensor ubicado en la eminencia hipotenar es mayor que el valor de umbral (α) y la señal entregada por el sensor ubicado en la eminencia tenar es mayor que el valor de umbral (α).

18. El método de la Reivindicación 16 caracterizado porque en entre la etapa b) y la etapa c) se realiza una etapa γ) donde se restringe el movimiento de un miembro superior y se realizan ejercicios de calentamiento neuromuscular con el miembro superior de interés.

FIGURAS

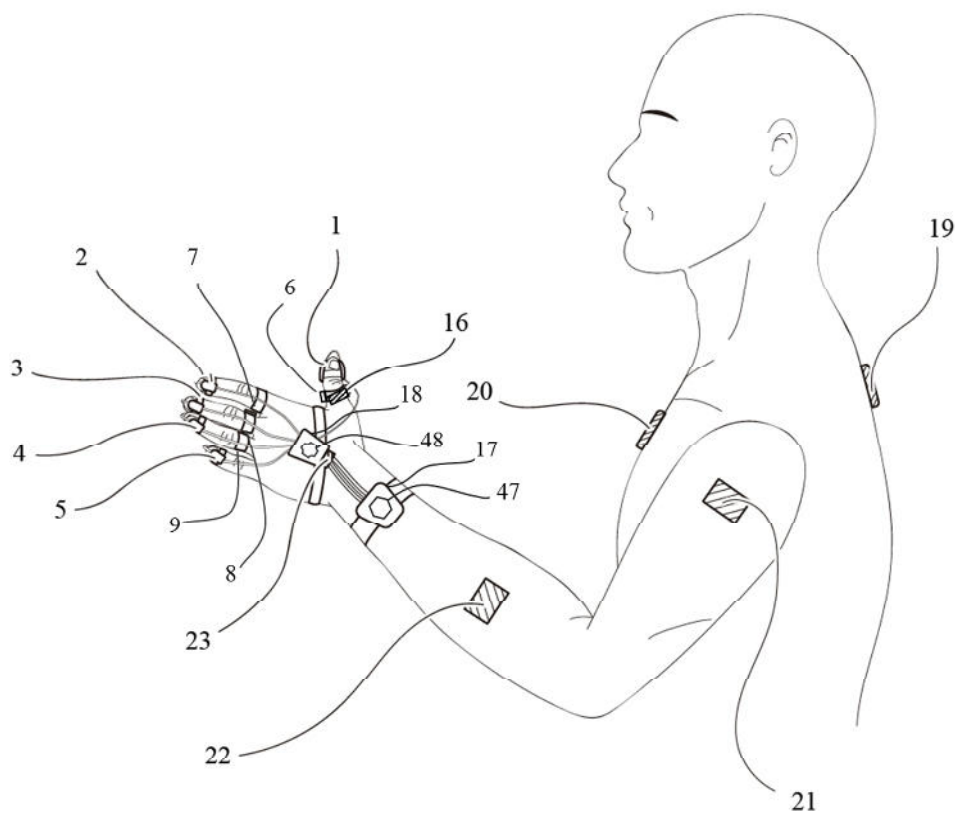


Fig. 1

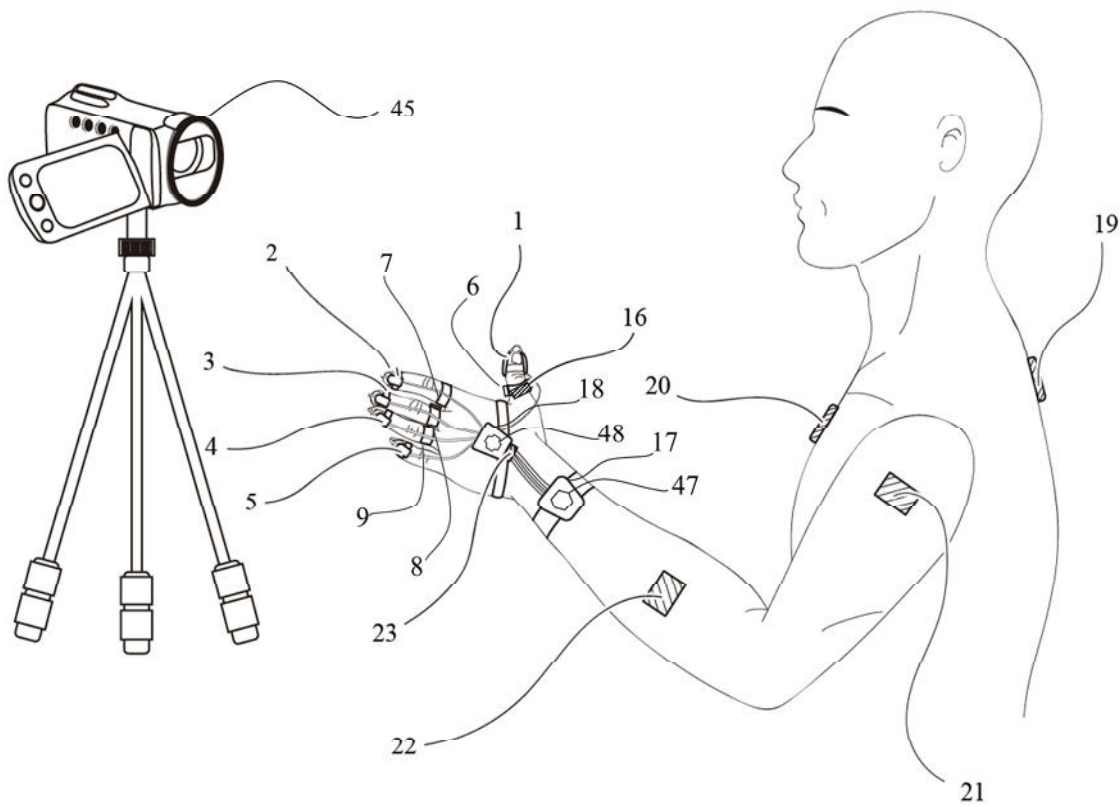


Fig. 2

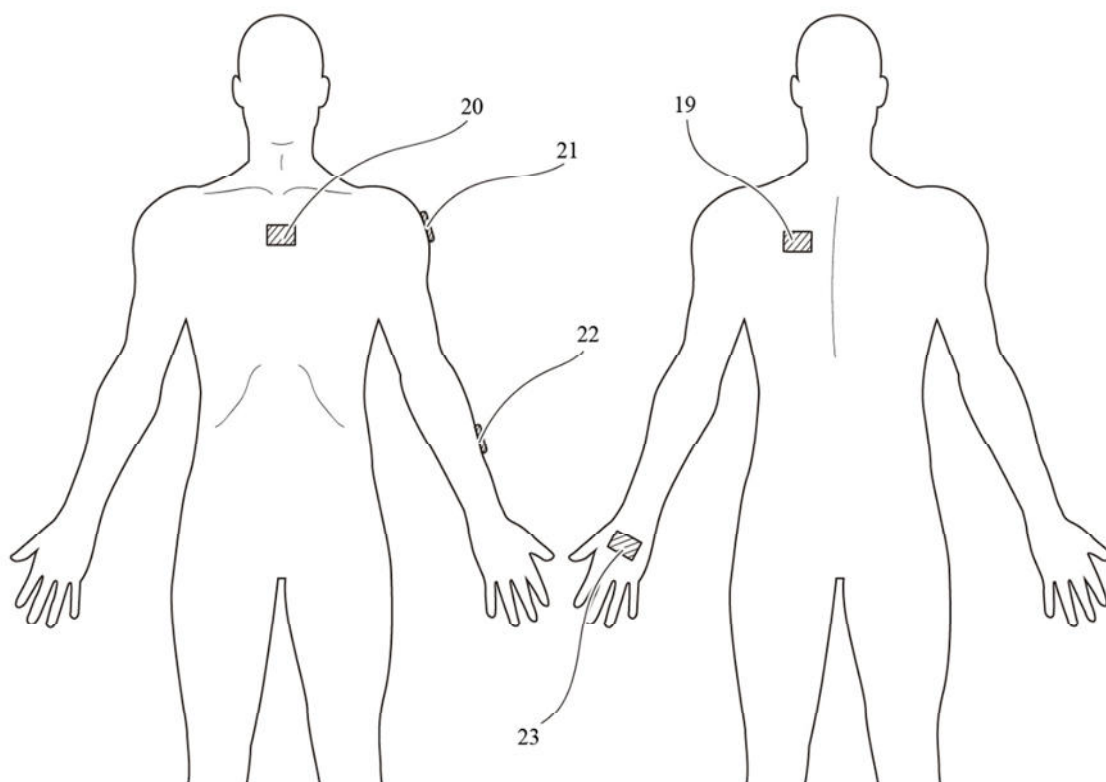


Fig. 3

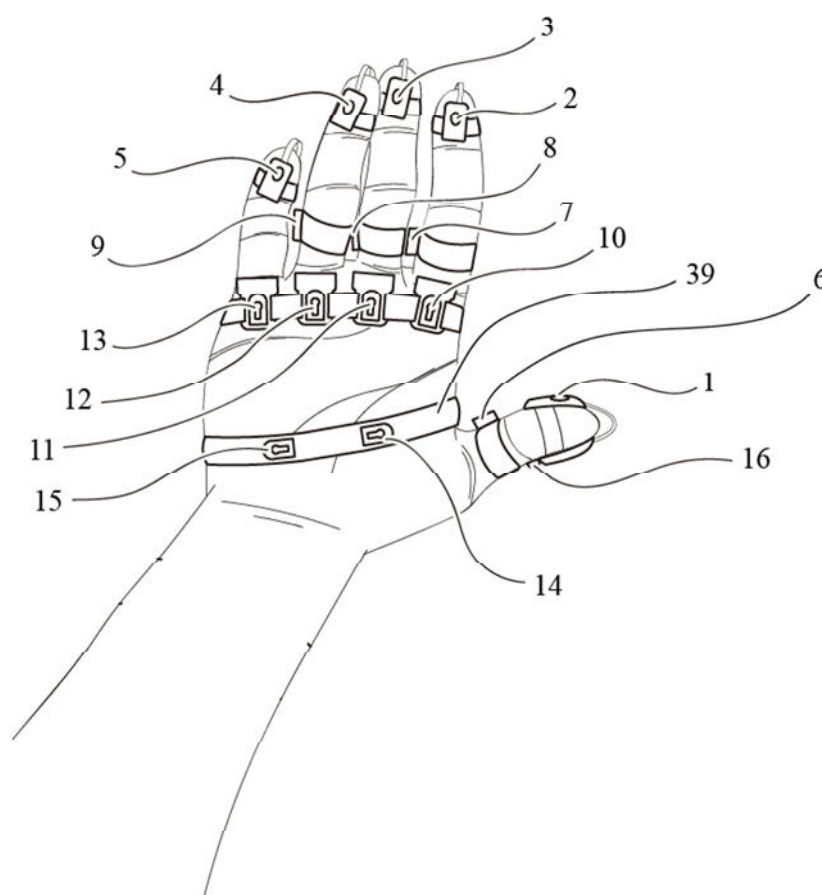


Fig. 4

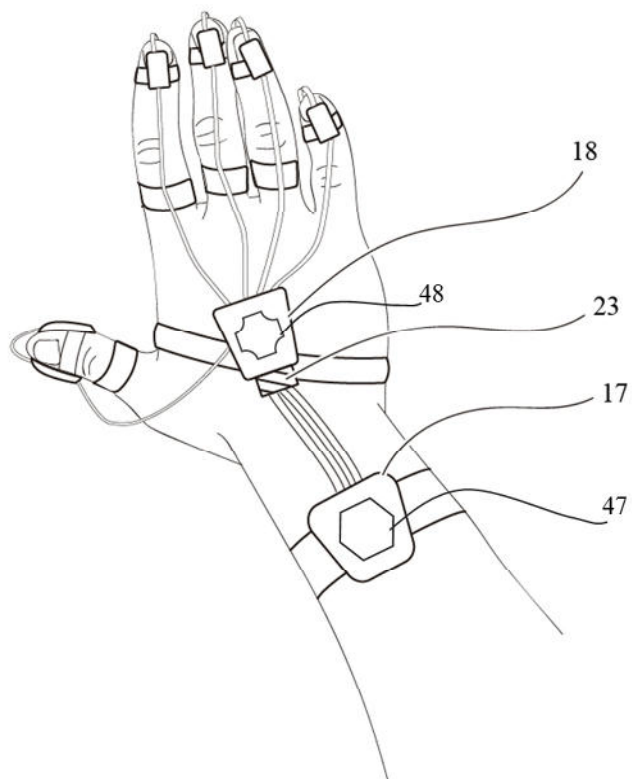


Fig. 5

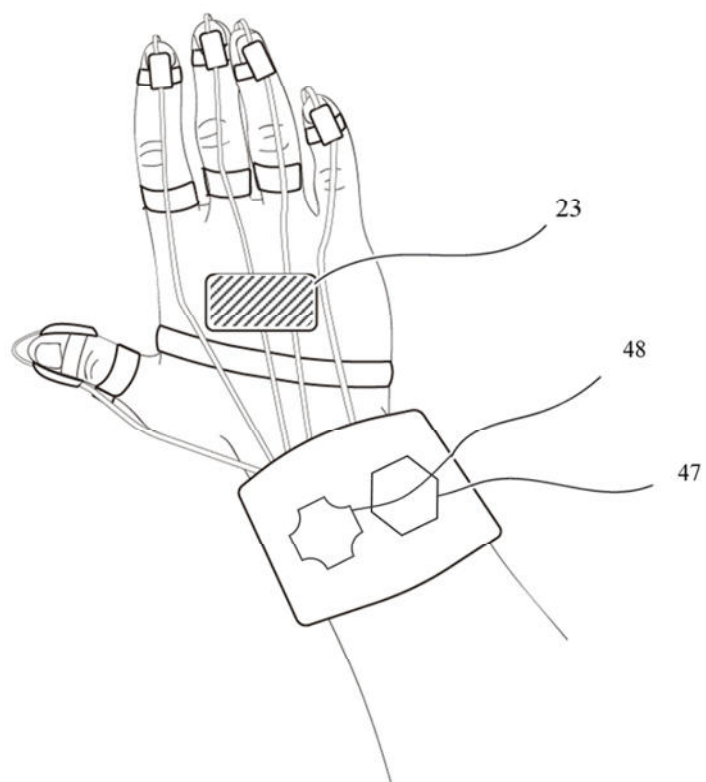


Fig. 6

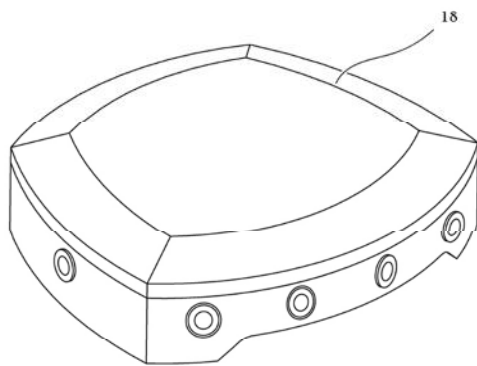


Fig. 7

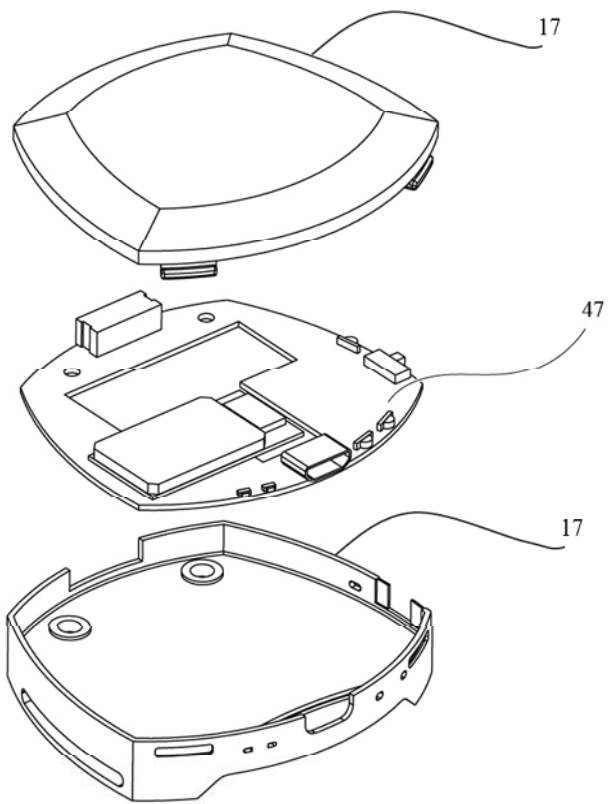


Fig. 8

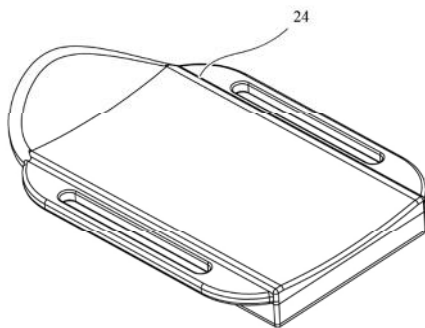


Fig. 9

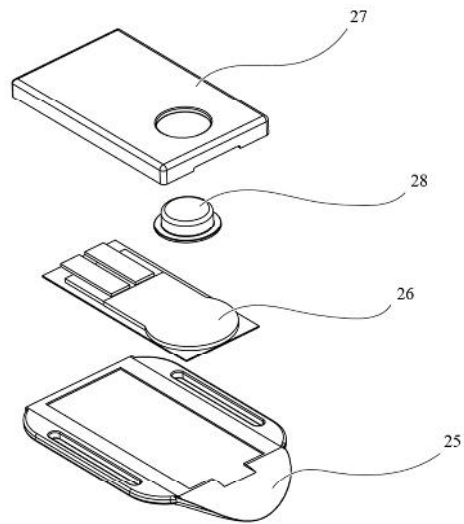


Fig. 10

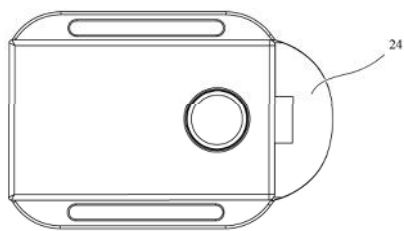


Fig. 11

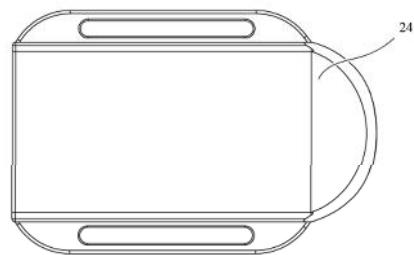


Fig. 12

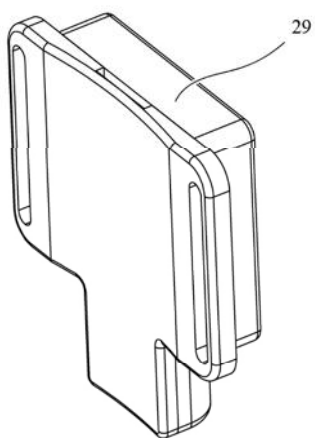


Fig. 13

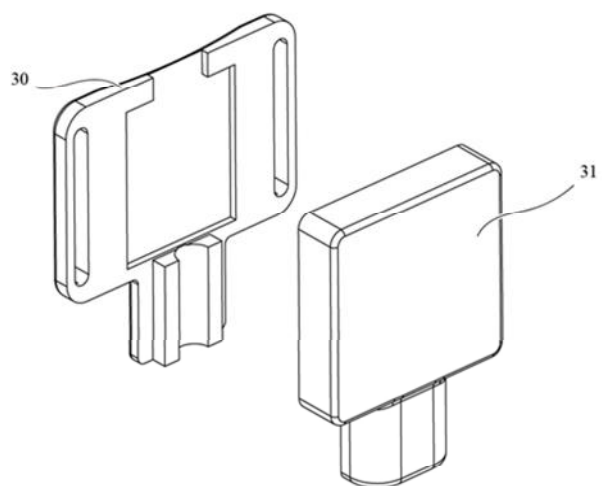


Fig. 14

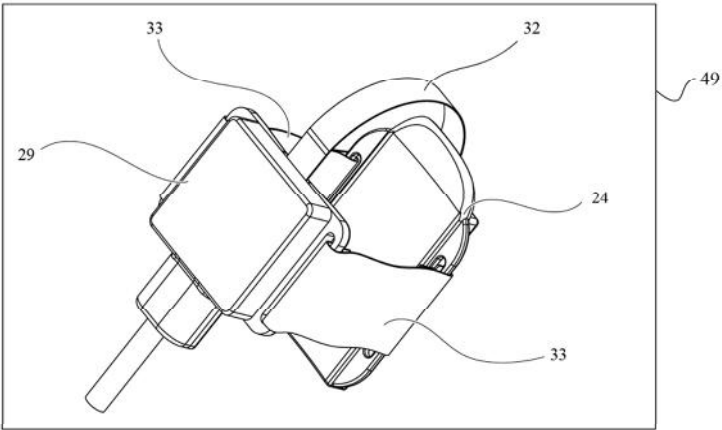


Fig. 15

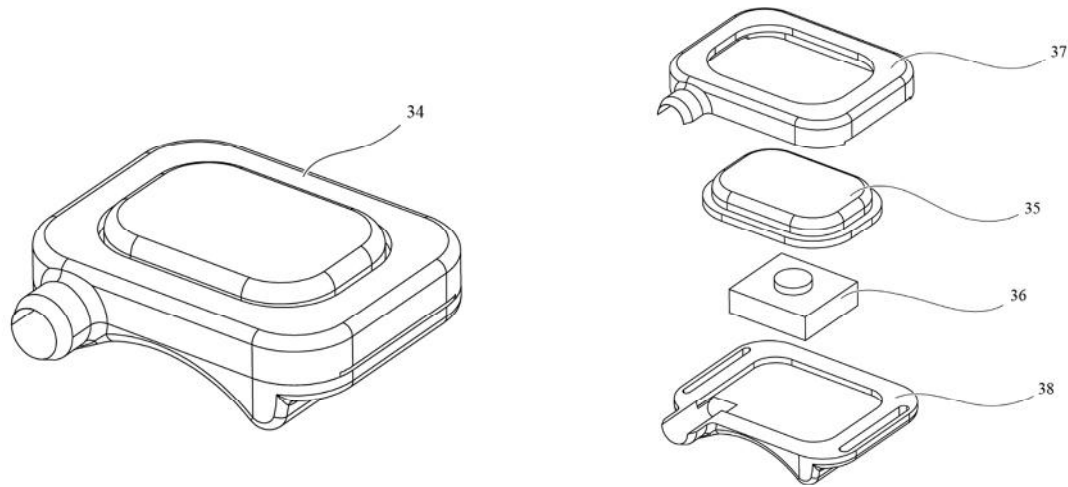


Fig. 16

Fig. 17

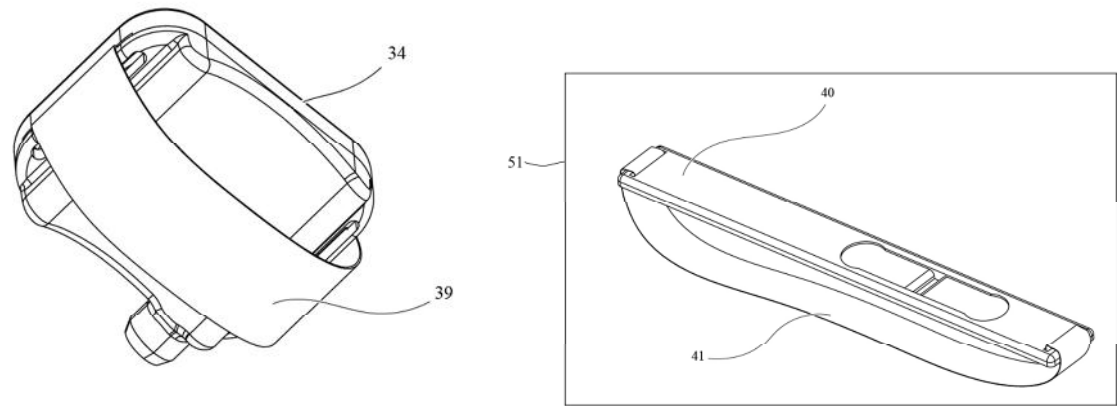


Fig. 18

Fig. 19

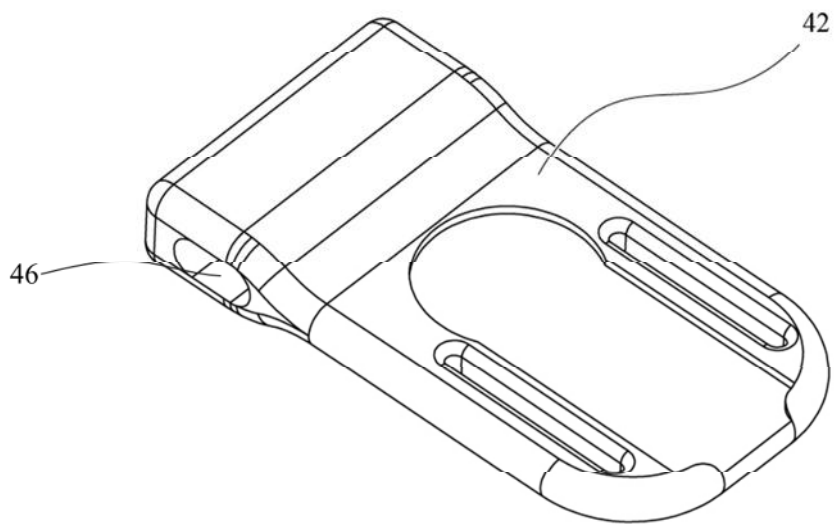


Fig. 20

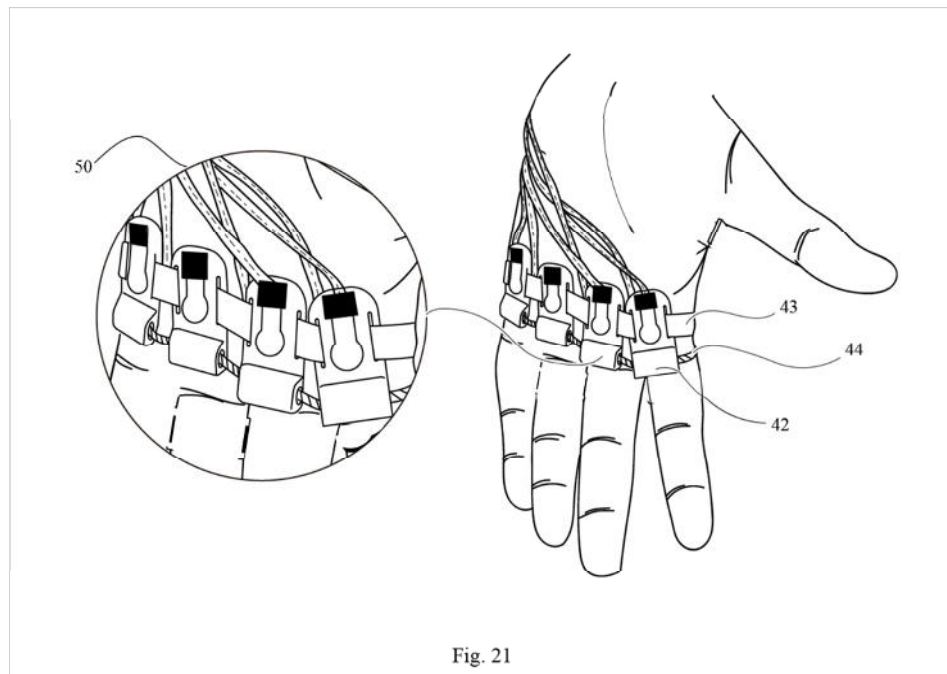


Fig. 21

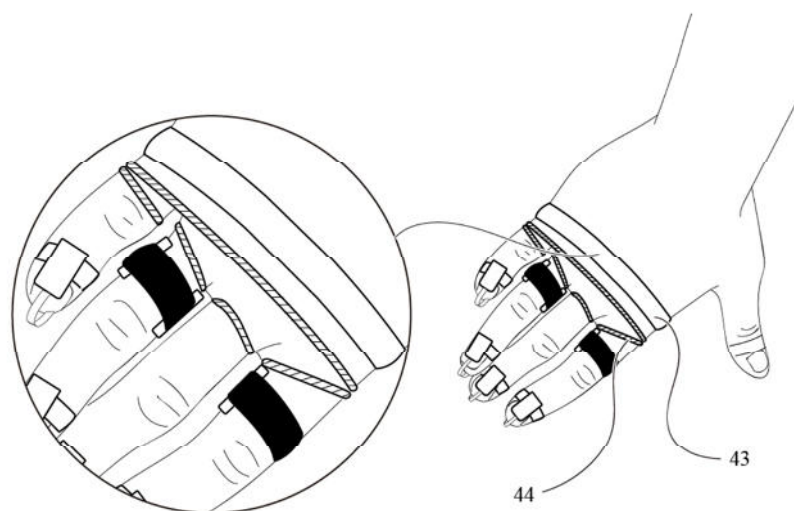


Fig. 22

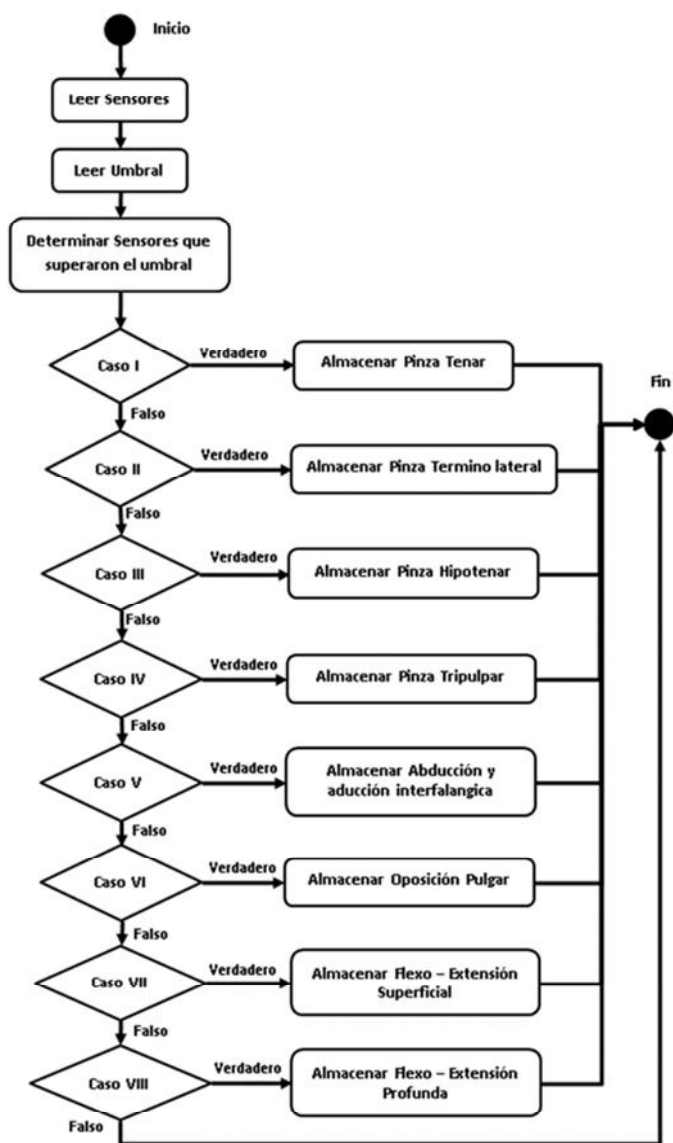


Fig. 23

Resumen

La presente invención corresponde a un dispositivo y un método para el rastreo de movimientos de miembro superior. El dispositivo comprende una unidad de procesamiento que determina el rastreo de los movimientos finos y gruesos del miembro superior; un conjunto de sensores inerciales de segmentos gruesos ubicados en los segmentos gruesos del miembro superior, y un conjunto de sensores de segmentos finos ubicados en los segmentos finos y distales del miembro superior. Donde los conjuntos de sensores están conectados con la unidad de procesamiento, y tienen entre uno y veinte sensores. El método determina qué tipo de movimiento de miembro superior está siendo realizado y como está siendo realizado. Adicionalmente se divulgan cuatro soportes para sostener y ubicar los sensores de falanges, sensores de interfalanges, sensores de metacarpianos y sensores de eminencia tenar y eminencia hipotenar del conjunto de sensores de segmentos finos del dispositivo de la invención.