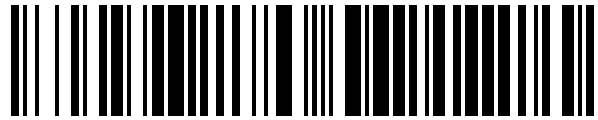


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 162 933**

21 Número de solicitud: 201531083

51 Int. Cl.:

A61B 5/103 (2006.01)

A61B 5/11 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

20.09.2013

43 Fecha de publicación de la solicitud:

17.08.2016

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
(100.0%)
Calle Ramiro de Maeztu, 7
28042 Madrid ES**

72 Inventor/es:

**POLETTI RUIZ, Gabriel Armando;
SALTARÉN PAZMINO, Roque Jacinto;
EJARQUE RINALDINI, Gonzalo Emmanuel y
ARACIL SANTONJA, Rafael**

54 Título: **Sistema vestible para interacción con entornos remotos mediante información gestual y sensaciones táctiles**

ES 1 162 933 U

DESCRIPCIÓN

SISTEMA VESTIBLE PARA INTERACCIÓN CON ENTORNOS REMOTOS MEDIANTE INFORMACIÓN GESTUAL Y SENSACIONES TÁCTILES

5

Sector técnico

La presente invención puede utilizarse en toda aplicación que requiera la interacción con un sistema remoto, como puede ser un sistema de tele-operación con arquitectura maestro-esclavo, un simulador de realidad virtual o un sistema para interacción social a distancia.

10

Los sistemas maestro-esclavo están formados por un usuario humano que utiliza un sistema maestro para controlar un sistema esclavo real o virtual. El sistema esclavo puede ser un sistema físico, como un robot manipulador o cualquier otro dispositivo mecatrónico. El usuario humano y los dispositivos esclavos pueden presentar geometrías similares, como es el caso en robots industriales antropomórficos. O bien, tratarse de geometrías totalmente distintas desde un punto de vista cinemático, como es el caso de vehículos aéreos, terrestres y submarinos.

15

También se puede aplicar en sistemas para interacción social a distancia, para complementar la comunicación entre dos o más personas mediante el intercambio de información gestual y sensaciones táctiles. Dicha interacción incluye la asistencia a personas no videntes o con movilidad reducida. Por otro lado, la invención puede aplicarse dentro del sector de la medicina física y rehabilitación como sistema para monitorear los procedimientos de rehabilitación en pacientes que presenten déficit motor, con la finalidad de mejorar dichos procedimientos para mantener o devolver al paciente el mayor grado de capacidad funcional e independencia posible.

20

25

Antecedentes de la invención

Las referencias *WO2005/114556A2*, *WO2012/093147A1*, *US2013/0096575A1*, emplean cámaras de vídeo y sensores láser de profundidad, para capturar imágenes en dos o tres dimensiones. Dichas imágenes son procesadas para realizar el seguimiento de marcas o características distintivas de un usuario humano, como pueden ser su cabeza o extremidades y así obtener un modelo virtual con las posiciones de los segmentos del cuerpo del usuario. Los movimientos representados en el modelo virtual, se interpretan como gestos y se envían como señales de comando o disparo de eventos a dispositivos mecatrónicos o interfaces de realidad virtual. Estas referencias presentan sistemas en los

30

35

cuales el usuario humano envía información gestual a un sistema remoto, sin embargo presentan las siguientes diferencias en comparación con la presente invención:

- Volumen de visión limitado por los dispositivos de captura de imágenes.
- 5 • Pérdida de los marcadores cuando el usuario supera los límites de visión de la cámara.
- La eficiencia de estos sistemas está restringida a ambientes interiores controlados debido a que los cambios de intensidad lumínica afectan las imágenes capturadas.
- La interacción entre dos o más usuarios dificulta el funcionamiento de estos sistemas,
10 ya que el solapamiento entre el cuerpo y los marcadores de cada usuario produce la pérdida de referencias, imposibilitando los cálculos del sistema.

Las referencias *ES2351143B1*, *US8165844B2*, presentan sistemas de captura de movimiento basados en sensores que registran la interacción del usuario con interfaces
15 físicas y convierten dicha interacción en consignas de control para comandar dispositivos mecatrónicos o modelos cinemáticos simulados. La referencia *ES2351143B1* presenta un sistema para el control de manipuladores basado en el uso de guantes de datos que calculan la magnitud, dirección y sentido de la fuerza que ejerce un usuario humano sobre una carga sujeta por un manipulador industrial. Entre los inconvenientes que este sistema
20 presenta, encontramos que el usuario debe ubicarse en el mismo entorno que la carga a manipular. Por lo cual no es posible la interacción a distancia y aumenta el riesgo de accidentes cuando se trata de cargas peligrosas. Además, requiere contacto directo del usuario con la máquina, limitando así la capacidad del sistema al control de un único dispositivo a la vez.

25 Se considera de especial interés la referencia *US8165844B2*, que presenta un traje equipado con unidades de medición inercial acopladas a los segmentos del cuerpo de un usuario humano. Dicho traje calcula la localización de los segmentos del cuerpo y envía la información a simuladores de realidad virtual y otras aplicaciones informáticas. Este sistema
30 es robusto porque utiliza unidades de medición inercial, sin embargo presenta las siguientes diferencias en comparación con la presente invención:

- El traje no posee dispositivos que permitan la interacción del usuario humano con el simulador.
- 35 • Solo es posible la comunicación con el sistema de realidad virtual de forma unidireccional.

- Solo es posible el envío de información con las extremidades del cuerpo.
- El traje no mide el movimiento de los dedos de las manos del usuario humano.
- No es posible el envío de información gestual al simulador a partir de las manos del usuario.

5

La presente invención trata de un sistema vestible para interacción con entornos remotos mediante información gestual y sensaciones táctiles, que resuelve los inconvenientes mencionados anteriormente y ofrece nuevas posibilidades de interacción a distancia.

10 **Descripción de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema vestible para la interacción de un usuario humano con una o más máquinas o personas ubicadas en entornos remotos mediante el intercambio de información gestual y sensaciones táctiles. El sistema vestible comprende un traje háptico de captura de movimiento e información gestual, uno o dos guantes hápticos de datos y un ordenador que comunica el sistema vestible con uno o más sistemas remotos y proporciona información visual al usuario humano. El sistema vestible envía la información gestual que aporta un usuario humano a través del traje háptico de captura de movimiento y de los guantes hápticos de datos. El sistema remoto es estimulado por la información gestual recibida y envía al usuario del sistema vestible, sensaciones táctiles relacionadas a la reacción del sistema remoto ante dichos estímulos.

El traje háptico de captura de movimiento está formado por una pluralidad de unidades de medición inercial y vibradores, distribuidos en los miembros superiores e inferiores, manos, torso y cabeza del usuario humano, de tal forma que las unidades de medición inercial calculan la orientación espacial de los segmentos del cuerpo del usuario respecto a un sistema de referencia global, y los vibradores o arreglos de vibradores, reflejan sensaciones táctiles al usuario humano. Se entiende por unidad de medición inercial a todo dispositivo formado por componentes electrónicos y mecánicos alojados en una carcasa. Los componentes electrónicos comprenden de una tarjeta con un magnetómetro, un giróscopo y un acelerómetro e integra un procesador que fusiona las lecturas de estos sensores y las convierte en vectores o matrices que representan la orientación espacial de la unidad de medición inercial respecto de un sistema de referencia global, que está definido por la dirección del campo magnético de la tierra y la dirección de la fuerza de gravedad. Además, posee elementos indicadores comprendidos por diodos emisores de luz que muestran el estado de funcionamiento de la unidad de medición inercial al usuario. Un primer diodo indica el encendido de la unidad inercial. Un segundo diodo indica posibles estados de error

en el funcionamiento de la unidad inercial. Y un tercer diodo muestra estados de conexión de la unidad inercial con el ordenador. Adicionalmente, una tarjeta electrónica auxiliar permite conectar la tarjeta con los sensores y el procesador al ordenador mediante conectores mecánicos y otras unidades de medición inercial en serie. Asimismo, la tarjeta auxiliar permite activar uno o varios motores vibradores, capaces de transmitir sensaciones táctiles al usuario, suministrando la potencia eléctrica. Asimismo, las unidades de medición inercial poseen un vibrador o un arreglo de vibradores, que consiste en una pluralidad de vibradores, los cuales proporcionan sensaciones táctiles al usuario.

- 5
- 10 El guante háptico de datos utiliza una unidad de medición inercial, goniómetros resistivos articulados, sensores de fuerza y vibradores. La unidad de medición inercial mide la orientación espacial de la región dorsal de la mano respecto del antebrazo del usuario humano en comparación con un sistema de referencia local. Los goniómetros resistivos articulados miden la posición de cada dedo a partir del movimiento de las falanges. Los
- 15 sensores de fuerza detectan el contacto de las yemas de los dedos con superficies u objetos y los vibradores reflejan sensaciones táctiles en las manos del usuario humano.

El guante háptico de datos comprende de un guante de tela, en el cual se fijan bases de sujeción que sirven tanto para acoplar goniómetros resistivos articulados como una unidad

20 de medición inercial. Las bases que acoplan los goniómetros resistivos articulados se ubican entre la región dorsal de los metacarpos y las falanges proximales y medias de los dedos de la mano. Los goniómetros resistivos articulados permiten medir los movimientos de flexión y abducción de los dedos de la mano. Los goniómetros resistivos articulados que permiten medir la abducción del dedo pulgar se compone de un sensor resistivo flexible y dos bases

25 de sujeción que fijan el sensor a la región dorsal sobre el metacarpo del dedo pulgar y el metacarpo del dedo índice mediante elementos de fijación.

Los goniómetros resistivos articulados que permiten medir la flexión de los dedos índice, medio, anular y meñique se compone de dos sensores resistivos flexibles y tres grupos de

30 fijación con tres bases de sujeción distribuidas sobre los metacarpos, falanges proximales y medias de los dedos de la mano. Un primer grupo en el metacarpo sujeta un sensor resistivo flexible a la base fijada al guante mediante elementos de fijación. El sensor resistivo sujeto por el primer grupo se desliza libremente dentro de un segundo grupo en la falange proximal gracias a una ranura formada entre la base fijada al guante y una pieza guía que posee un

35 canal biselado. De la misma manera, el segundo grupo sujeta un sensor resistivo flexible

que también se desliza libremente a través de una pieza guía del tercer grupo en la falange media.

5 Un motor vibrador genera sensaciones táctiles y dicho motor se acopla a sobre la falange distal de la mano mediante elementos de fijación.

10 Los goniómetros resistivos articulados que permiten medir la abducción de los dedos índice y medio poseen un sensor resistivo flexible y dos bases de sujeción en los extremos del sensor para fijarlo a la región dorsal sobre las falanges proximales del dedo índice y medio de la mano.

15 Tanto el traje háptico de captura de movimiento como el guante háptico de datos son dispositivos modulares. El traje háptico de captura de movimiento puede usarse de forma total o parcial en una o más extremidades del cuerpo, según la aplicación. El guante háptico de datos puede utilizarse, según la aplicación, en una o ambas manos y equipado de forma total o parcial para uno o más dedos de la mano.

20 Las unidades de medición inercial para adaptarse a los diferentes segmentos del cuerpo del usuario, se acoplan haciendo uso de bases de sujeción universales adaptadas a las extremidades, al calzado, a los guantes y el pecho. Un primer conjunto comprenden de una unidad de medición inercial y de una base de sujeción de las extremidades que se caracteriza por tener dos ranuras para fijarse con una cinta rodeando el segmento de la extremidad del usuario. Un segundo conjunto posee una unidad de medición inercial acoplada mediante una base de sujeción del calzado caracterizada por tener seis agujeros, por los cuales se pasan los cordones del calzado y así fijando el conjunto al empeine del pie del usuario. Un tercer conjunto posee una unidad de medición inercial acoplada a una base de sujeción de los guantes caracterizada por tener cuatro anclajes para acoplar el conjunto a la región dorsal del guante háptico de datos mediante elementos de fijación. Y un cuarto conjunto posee una unidad de medición inercial acoplada a una base de sujeción del pecho caracterizada por tener seis ranuras distribuidas radialmente, que sirven para fijar el conjunto mediante una o varias cintas a la región pectoral del usuario.

35 Antes de comenzar la interacción con el sistema remoto, el usuario humano se encarga de calibrar el sistema vestibular y de personalizar una base de datos con los signos y gestos que estime necesarios para llevar a cabo la interacción con el sistema remoto. El proceso de calibración del modelo biomecánico del sistema de reconocimiento consiste en realizar una

rutina de movimientos preestablecidos para ajustar los límites de movimientos mínimos y máximos de los segmentos del cuerpo del usuario.

5 Para interactuar con el sistema remoto, el usuario humano produce información gestual con los movimientos que realiza y dicha información gestual es convertida en señales eléctricas por el traje háptico de captura de movimiento y los guantes hápticos de datos. La información gestual se codifica a partir de lenguajes de comunicación no verbales mediante un sistema de reconocimiento, es decir, cualquier lenguaje de signos y gestos o simplemente gestos cotidianos creados por el usuario humano, pueden ser codificados por el sistema vestibular. Debido a que un mismo usuario o usuarios diferentes, realizan un mismo signo o gesto de distintas maneras, es necesario que el ordenador utilice técnicas de aprendizaje supervisado, como son las redes neuronales, lógica borrosa o reconocimiento de patrones, para reconocerlo y almacenarlos en una base de datos en el sistema de reconocimiento.

15

El sistema de reconocimiento compara las señales eléctricas del traje y los guantes con la información almacenada previamente en la base de datos y genera estímulos o comandos de control que son enviados al sistema remoto. El sistema remoto reacciona a dichos comandos y ejecuta un determinado movimiento o tarea, el sistema remoto devuelve al usuario información relacionada al entorno donde se encuentra e información visual mostrada mediante medios de visualización. La información del entorno es procesada por el generador de estímulos y convertida en información háptica que a su vez es reflejada al usuario mediante los vibradores de los guantes hápticos y mediante los vibradores o arreglos de vibradores del traje háptico controlados por las unidades de medición inercial brindando así sensaciones táctiles puntuales o difusas en todas las extremidades del cuerpo del usuario humano.

El sistema vestibular se basa en la captura de movimiento mediante interfaces físicas, como son el traje háptico de captura de movimiento y los guantes hápticos de datos. Respecto a las referencias citadas, la presente invención presenta las siguientes características y ventajas:

El sistema vestibular puede interactuar con un sistema remoto porque el usuario humano envía señales al sistema remoto y recibe señales del sistema remoto, mediante el traje háptico de captura de movimiento y uno o dos guantes hápticos de datos.

El traje háptico de captura de movimiento y los guantes hápticos de datos, están formados por unidades de medición inercial, vibradores o arreglos de vibradores. El guante háptico de datos utiliza además, goniómetros resistivos articulados y sensores de fuerza.

- 5 Las unidades de medición inercial calculan la orientación espacial de los segmentos del cuerpo del usuario humano respecto de un sistema de referencia local o global.

Los vibradores o arreglos de vibradores comunican al usuario humano sensaciones táctiles que corresponden a señales de realimentación provenientes del sistema remoto, las señales
10 contienen significados que son interpretados por el usuario como estímulos.

El sistema vestibular está compuesto por dispositivos modulares. El traje háptico de captura de movimiento y los guantes hápticos de datos pueden usarse de forma total o parcial según la aplicación.

15

El sistema vestibular se aplica, en general, a cualquier sistema de operación remota con arquitectura maestro-esclavo, y en particular, a todo sistema maestro comandado por un usuario humano que controle un sistema esclavo real o virtual, como pueden ser un robot manipulador, un vehículo submarino, un simulador de procedimientos de rehabilitación o
20 cualquier otro dispositivo mecatrónico.

El sistema vestibular permite la interacción social a distancia entre dos o más usuarios humanos que utilicen sistemas vestibulares. El lenguaje gestual y las sensaciones táctiles permiten complementar la interacción social entre dos o más personas, mediante el
25 intercambio de símbolos que los usuarios del sistema vestibular realizan al comunicarse entre sí. Dicha interacción incluye la asistencia a personas no videntes y con movilidad reducida.

Por tratarse de un sistema basado en la captura de movimiento, no requiere el uso de ningún dispositivo de captura de imágenes para su funcionamiento y presenta ciertas
30 ventajas respecto a los sistemas basados en imágenes:

El traje háptico de captura de movimiento permite mayor rango de movimientos medibles, porque el sistema de referencia del traje no depende de un sistema de referencia global fijo, como puede ser el caso en un sistema de captura de imágenes.

35

El sistema vestibular no necesita identificar marcadores para su funcionamiento. Los marcadores producen fallos de funcionamiento cuando se ocultan completamente. En lugar de la identificación de marcadores se utiliza un bloque de calibración, donde el usuario realiza una rutina de ajuste de parámetros del modelo biomecánico solo en el momento del primer uso del sistema vestibular.

La localización del usuario en el espacio tridimensional no se estima a partir de imágenes bidimensionales, sino que dicha localización está referenciada a valores absolutos conocidos como son la gravedad y el campo magnético terrestre. Dichos valores son capturados por las unidades de medición inercial del sistema vestibular.

El volumen que puede ser medido no se limita a la región de captura de imágenes mediante sensores externos al usuario, ya que los sensores son solidarios al cuerpo del usuario.

El sistema vestibular puede funcionar en ambientes exteriores porque a diferencia de los sistemas basados en cámaras, no depende de los cambios en la iluminación.

La presente invención permite que el usuario humano interactúe con otras personas sin que esto dificulte la medición de sus movimientos. No sucede lo mismo en los sistemas de visión que en caso de existir más de un usuario dentro del volumen medido por las cámaras, pueden generar comandos erróneos cuando los marcadores de los usuarios se solapan o quedan ocultos.

Breve descripción de los dibujos

Las figuras adjuntas muestran un modo de realización de la presente invención. Se presenta como un ejemplo no limitativo de la invención con el fin de comprender mejor sus ventajas y características.

Figura 1: sistema vestibular para interacción con entornos remotos mediante información gestual y sensaciones táctiles.

Figura 2: esquema de funcionamiento del sistema.

Figura 3: vista en perspectiva de las bases de sujeción universales del traje.

Figura 4: vista explotada de la unidad de medición inercial.

Figura 5: vista en perspectiva del guante háptico de datos.

Figura 6: vista en perspectiva de las bases de sujeción del guante.

Figura 7: vista en perspectiva de los goniómetros resistivos articulados del guante.

Figura 8: vista lateral del movimiento del dedo índice del guante.

Figura 9: vista lateral y explotada de arreglos de vibradores.

Figura 10a: vista lateral del usuario humano.

Figura 10b: vista lateral del traje háptico de captura de movimiento.

5 Figura 11: esquema de interacción entre sistemas vestibles.

Descripción detallada de la invención

La presente invención trata de un sistema vestible (1) utilizado por un usuario humano (3) para interactuar con un sistema remoto (2) como puede ser, otro usuario humano (11), un
10 simulador (10), un equipo de rehabilitación médica, un sistema mecatrónico (9) o cualquier otro sistema que pueda interpretar señales digitales para su funcionamiento. Según la existencia de uno o más usuarios humanos (3) encontramos distintos modos de realización.

Modo de realización con un usuario humano:

15 La Figura 1 muestra el sistema vestible (1) que consta de un traje háptico de captura de movimientos (4), que comprende una pluralidad de unidades de medición inercial (25) y vibradores (30), que reflejan sensaciones táctiles provenientes del sistema remoto (2) en las extremidades del usuario humano (3). Además, el sistema vestible (1) posee dos guantes hápticos de datos (5) equipados con vibradores (76), que reflejan sensaciones táctiles
20 provenientes del sistema remoto (2) en los dedos de las manos del usuario humano (3). El traje háptico de captura de movimiento (4) y los guantes hápticos de datos (5) son dispositivos modulares que se conectan al ordenador (6) donde se captura y procesa la información gestual aportada por el usuario humano (3). Dicha información se transmite al dispositivo remoto (9) o (10) a través de medios de comunicación (8). La interacción del
25 sistema remoto (2) con su entorno se hace visible al usuario humano (3) a través del traje háptico de captura de movimiento (4), los guantes hápticos de datos (5) y medios de visualización (7).

La Figura 2 muestra un esquema de funcionamiento del sistema vestible (1). El traje háptico
30 de captura de movimiento (4) se conecta al puerto serial (12) del ordenador (6), donde el procesador (13) adquiere la información de las unidades de medición inercial (25). Los guantes hápticos de datos (5) se conectan al ordenador (6) mediante un convertidor analógico digital (17), donde el procesador (13) adquiere la información de la unidad de medición inercial (25), los goniómetros resistivos articulados (67) y los sensores de fuerza
35 (62). La información aportada por el traje háptico (4) y los guantes de datos (5) es integrada por el procesador (13) en un modelo biomecánico, para obtener la localización de los

segmentos del cuerpo del usuario humano (3) respecto de un sistema de referencia local o global. A partir de dicha localización, el sistema de reconocimiento (14) compara los movimientos del usuario humano (3) con los signos y gestos almacenados en su base de datos (15), para que un generador de estímulos o comandos (16) envíe consignas al sistema remoto (2) compuesto por una máquina (9) o un simulador (10). Cuando el usuario humano (3) lo requiera, puede introducir un nuevo signo o gesto que es almacenado en la base de datos (15) por el sistema de reconocimiento (14) con el significado que el usuario (3) le asigne.

El ordenador (6) posee un bloque para control de vibraciones (20) que se encarga de convertir señales de realimentación generadas por el sistema remoto (2), en señales de comando para los vibradores (30) y (76). Los comandos de los vibradores (30) del traje háptico (4) son enviados a través del puerto serial (12). Los comandos de los vibradores (76) de los guantes hápticos de datos (5) son enviados a través de un modulador por ancho de pulso (18). El ordenador (6) se comunica con el sistema remoto (2) a través de medios de comunicación (19) y una red de área amplia (8), para enviar las consignas generadas al sistema remoto (2) y recibir las señales de realimentación del sistema remoto (2).

La Figura 3 presenta una vista en perspectiva de cuatro vibradores (30) y cuatro unidades de medición inercial (25) con diferentes bases de sujeción adaptadas al cuerpo del usuario humano (3). El conjunto (21) posee una unidad de medición inercial (25) acoplada a una base de sujeción universal (26) mediante cuatro tornillos (27). La base (26) se caracteriza por tener dos ranuras (28) para fijar el conjunto (21) con una cinta que rodea un segmento de las extremidades del usuario humano (3). El conjunto (22) posee una unidad de medición inercial (25) acoplada a una base de sujeción para el empeine (31) mediante cuatro tornillos (27). La base (31) se caracteriza por tener seis agujeros (32) para fijar el conjunto (22) al calzado del usuario (3). El conjunto (23) posee una unidad de medición inercial (25) acoplada a una base de sujeción dorsal (33) mediante cuatro tornillos (27). Los cuatro tornillos (27) en los anclajes (34) acoplan el conjunto (23) en la región dorsal del guante háptico de datos (5). El conjunto (24) posee una unidad de medición inercial (25) acoplada a una base de sujeción pectoral (35) mediante cuatro tornillos (27). La base (35) se caracteriza por tener seis ranuras (36) distribuidas de forma circular, que sirven para fijar el conjunto (24) mediante una o varias cintas a la región pectoral (94) del usuario humano (3).

La Figura 4 muestra una vista explotada de la unidad de medición inercial (25) formada por una carcasa (40) en la cual se alojan componentes electrónicos y mecánicos. La tarjeta (44) comprende un magnetómetro, un giróscopo y un acelerómetro e integra un procesador que

fusiona las lecturas de estos sensores y las convierte en vectores o matrices que representan la orientación espacial de la unidad de medición inercial (25) respecto de un sistema de referencia local o global. Además, tiene conectados tres diodos emisores de luz que hacen visible el estado de funcionamiento de la unidad de medición inercial (25) al usuario humano (3). El diodo (43) indica el encendido de la unidad (25). El diodo (42) indica estados de error en el funcionamiento de la unidad (25). Y el diodo (41) indica estados de conexión de la unidad (25) con el ordenador (6). La tarjeta auxiliar (46) permite conectar la tarjeta (44) mediante tres conectores mecánicos (37) y (38) con el ordenador (6) y otras unidades de medición inercial (25). Asimismo, la tarjeta auxiliar (46) suministra la potencia eléctrica al motor vibrador (50) a través del cable (29). La tarjeta (44) y la tarjeta auxiliar (46) se colocan en el interior de la carcasa (40) por medio de cuatro tornillos (39), cuatro separadores (45) y cuatro tuercas (47). El vibrador (30) comprende un motor vibrador (50) que se fija a una base (51) mediante una tapa (49), dos tornillos (48) y dos tuercas (52). El vibrador (30) transmite las sensaciones táctiles del sistema remoto (2) al usuario humano (3).

Las Figuras 5 y 6 muestran vistas en perspectiva del guante háptico de datos (5). Sobre un guante de tela (66) se fijan las bases de sujeción (63), (64) y (65) que sirven para acoplar los goniómetros resistivos articulados (54), (55) y (56). En la región dorsal del guante (66) se ubican cuatro bases de sujeción (63) que sirven para acoplar la unidad de medición inercial (25) con una base de sujeción del guante (33). Las bases (64) sirven para acoplar los goniómetros resistivos articulados (55) entre la región dorsal y las falanges proximales e intermedias de los dedos (57), (58), (59), (60) y (61). Las bases (65) permiten acoplar un goniómetro resistivo articulado (54) sobre los metacarpos de los dedos (57) y (58) para medir el movimiento de abducción del pulgar (57) respecto del dedo índice (58). En las yemas de los dedos se encuentran cinco sensores de fuerza (62), que detectan el contacto de los dedos del usuario (3) con superficies u objetos. Los sensores (62) pueden ser usados como interruptores digitales por el usuario (3) para controlar características funcionales del sistema remoto (2) o del sistema vestibular (1). El guante háptico de datos (5) se sujeta al antebrazo (85) mediante un sistema de cierre y apertura rápido (53).

La Figura 7 muestra una vista en perspectiva de los goniómetros resistivos articulados (54), (55) y (56) que utiliza el guante háptico de datos (5). Adicionalmente, se muestra una vista explotada del goniómetro articulado (55) que mide la flexión de los dedos de la mano. El goniómetro articulado (55) se compone de tres grupos (68), (69) y (70) que se fijan a tres bases de sujeción (64) distribuidas sobre el guante (66) en la región dorsal y las falanges. El

grupo (68) sujeta un primer sensor resistivo flexible (67) entre una base (64) y dos piezas de fijación (71) mediante dos tornillos (72) y dos tuercas (52). El sensor (67) se desliza libremente dentro del grupo (69) gracias a la ranura formada entre la base (64) y la pieza guía (74) que posee un canal biselado. De la misma manera, el grupo (69) sujeta un
5 segundo sensor resistivo flexible (67) que se desliza libremente a través de la pieza guía (74) del grupo (70). Según esta configuración, el goniómetro resistivo articulado (55) se adapta a todos los movimientos posibles del dedo. Un vibrador (76) puede acoplarse a cualquiera de los grupos (68), (69) o (70) mediante dos tornillos largos (73). El grupo (70) posee un vibrador (76) que genera sensaciones táctiles sobre la falange distal de la mano
10 del usuario humano (3). Los goniómetros resistivos articulados (54) y (56), poseen dos bases de sujeción (65) y (75), respectivamente. El goniómetro resistivo articulado (54) sujeta los extremos de un sensor resistivo flexible (67) de tal forma que permite medir la abducción y aducción del pulgar (57) respecto del dedo índice (58). El goniómetro (56) sujeta los extremos de un sensor (67) de tal forma que permite medir la abducción y aducción del
15 índice (58) respecto del dedo medio (59).

La Figura 8 muestra una vista lateral del movimiento del dedo índice (58). Cuando el índice (58) se encuentra en la posición de reposo (77), el goniómetro resistivo articulado (55) se encuentra en una configuración de reposo con valores resistivos conocidos. Cuando el
20 índice (58) adopta la posición (78), el goniómetro resistivo articulado (55) adopta una configuración con valores resistivos mayores que los valores en la posición de reposo (77). Se observa además el conjunto (23) fijo en la parte dorsal del guante háptico de datos (5), un goniómetro articulado (55) sobre el dedo pulgar (57) y dos goniómetros resistivos articulados (54) y (56) para medir los movimientos de abducción del pulgar (57) respecto del
25 dedo índice (58) y del índice (58) respecto del dedo medio (59), respectivamente.

La Figura 9 muestra dos vistas laterales del brazo del usuario humano (3) y una vista explotada de un arreglo de vibradores (79). En la vista lateral, a la izquierda de la figura, se utilizan tres unidades de medición inercial (25) para medir la orientación espacial del brazo y
30 tres vibradores (30) para reflejar sensaciones táctiles puntuales en tres zonas del brazo. En la vista lateral, al centro de la figura, se utilizan tres unidades de medición inercial (25) y cuatro arreglos de vibradores (79) dispuestos sobre el brazo del usuario humano (3) para reflejar sensaciones táctiles distribuidas en la superficie del brazo. Los arreglos de vibradores (79) permiten reflejar al usuario mayor variedad de estímulos táctiles que los
35 vibradores (30). En la vista explotada, a la derecha de la figura, se muestra un arreglo de vibradores (79) de cinco filas por dos columnas compuesto por diez vibradores (30).

Las Figuras 10a y 10b muestran una vista lateral de los segmentos del cuerpo humano y los elementos que forman el traje háptico de captura de movimientos (4), respectivamente. Los miembros superiores y el tronco del cuerpo presentan nueve unidades de medición inercial (25) con sus diferentes bases de sujeción universales. Dos conjuntos (23) ubicados en la región dorsal de las manos (80) y (87), miden los movimientos de flexión, extensión, abducción y aducción de las manos (80) y (87). Dos conjuntos (21) ubicados en los antebrazos (81) y (85), miden los movimientos de flexión, extensión, pronación y supinación de los codos. Dos conjuntos (21) ubicados en los brazos (82) y (84), miden los movimientos de flexión, extensión, abducción y aducción de los hombros. Un conjunto (21) ubicado en la cabeza (83), mide los movimientos de flexión, inclinación lateral y rotación del cuello. Dos conjuntos (24) y (21) ubicados en la región pectoral (94) y en la región inferior del tronco (86), respectivamente, miden los movimientos de flexión, extensión, inclinación lateral y rotación del tronco (86). Los miembros inferiores del cuerpo presentan seis unidades de medición inercial (25) con sus diferentes bases de sujeción universales. Dos conjuntos (21) ubicados en los muslos (88) y (93), miden los movimientos de flexión, extensión, abducción, aducción y rotación de la cadera. Dos conjuntos (21) ubicados en las piernas (89) y (92), miden los movimientos de flexión y extensión de las rodillas. Dos conjuntos (22) ubicados en los pies (90) y (91), miden los movimientos de dorsiflexión, plantiflexión, inversión y eversión de los tobillos.

20

Modo de realización con más de un usuario humano:

La interacción social a distancia entre dos o más personas permite establecer dinámicas de grupo y mejorar la toma de decisiones. La presente invención ayuda a mejorar la interacción social a distancia porque permite el intercambio de la información gestual que generan dos o más usuarios (3) como complemento a la información visual y auditiva que comparten. Según esto, dos o más usuarios humanos (3) que utilizan el sistema vestible (1), pueden transmitirse información gestual a distancia.

La figura 11 muestra un esquema de interacción a distancia entre dos usuarios humanos (3). Donde uno de ellos utiliza un sistema vestible (95) compuesto por la parte superior (97) e inferior (98) del traje háptico de captura de movimiento (4) y dos guantes hápticos de datos (5). El usuario (3) del sistema vestible (95) se comunica mediante un ordenador (6) a través de una red de área amplia (8) con otro usuario humano (3) que utiliza un sistema vestible (96) formado solo por la parte superior (97) del traje háptico de captura de movimiento (4) y dos guantes hápticos de datos (5). La interacción social a distancia se complementa con el intercambio de información gestual y sensaciones táctiles entre los usuarios (3). Para ello,

las unidades de medición inercial (25) y los goniómetros resistivos articulados (54), (55), (56) miden los movimientos de las extremidades y manos de los usuarios (3) que son utilizados para el intercambio de gestos y símbolos. Los vibradores (30), (76) y los arreglos de vibradores (79) reflejan las sensaciones táctiles a los usuarios (3), relacionadas a la

5 información gestual transmitida.

REIVINDICACIONES

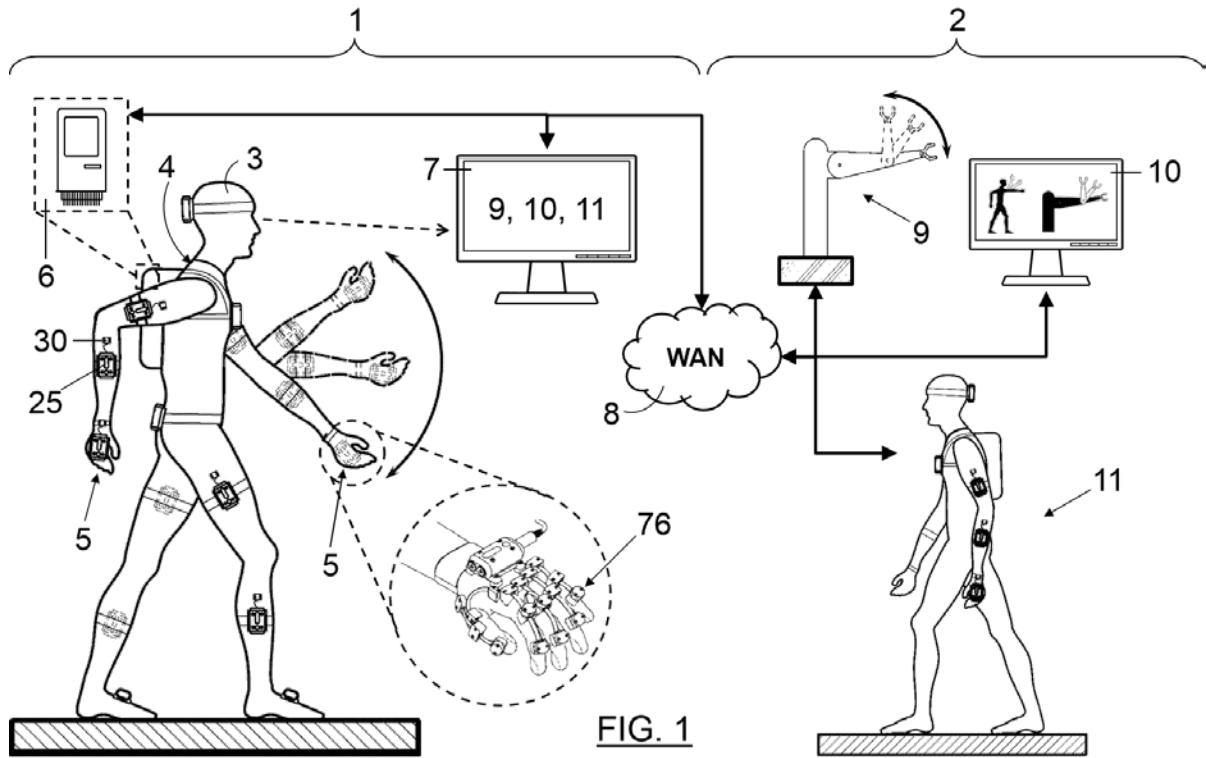
1. Sistema vestible para interacción de un usuario humano (3) con una o más máquinas o personas ubicadas en entornos remotos **caracterizado** porque comprende los siguientes elementos:
- 5
- a. Un traje háptico (4) para la captura de información gestual y el movimiento corporal de un usuario humano (3) que comprende a su vez de:
- 10
- i. una pluralidad de unidades de medición inercial (25) que calculan la orientación espacial de los segmentos del cuerpo del usuario humano (3) respecto a un sistema de referencia global,
- ii. uno o más vibradores (30) o arreglos de vibradores (79) que proporcionan sensaciones táctiles al usuario (3)
- b. Uno a dos guantes hápticos de datos (5) para la captura del movimiento de las manos del usuario humano (3) que comprende a su vez de:
- 15
- i. una unidad de medición inercial (25) que mide la orientación espacial de la región dorsal de la mano respecto del antebrazo en comparación con un sistema de referencia local,
- ii. goniómetros resistivos articulados (54, 55 y 56) que miden la posición de cada dedo a partir del movimiento de las falanges,
- 20
- iii. uno o más sensores de fuerza (62) que detectan el contacto de las yemas de los dedos con superficies u objetos,
- iv. uno o más vibradores (76), situados en las falanges distales de la mano que proporcionan sensaciones táctiles al usuario humano (3)
- c. Un ordenador (6) que incluye:
- 25
- i. medios de recepción de señales emitidas por el traje háptico (4) y por los guantes hápticos (5),
- ii. medios de control de los vibradores del traje (30) y (79) y de los vibradores de los guantes (76) que proporcionan al usuario información háptica que proviene del sistema remoto (2),
- 30
- iii. medios de procesamiento para la localización de los segmentos y manos del cuerpo del usuario con respecto a un sistema de referencia global y medios para comparar y descifrar mediante un modelo biomecánico los movimientos del usuario (3) con los existentes en una base de datos (15) de signos y gestos,
- 35
- iv. medios de visualización (7) que proporcionan al usuario información visual que proviene del sistema remoto (2),

v. medios de comunicación (8) que intercambian información mediante señales eléctricas con uno o más sistemas remotos (2).

2. Sistema vestible según reivindicación 1 **caracterizado** porque el traje háptico de
5 captura de movimiento (4) está formado por componentes modulares adaptados a una o
más extremidades y cuerpo del usuario (3).
3. Sistema vestible según reivindicaciones 1 a 2 **caracterizado** porque las unidades de
10 medición inercial (25) se fijan al cuerpo del usuario (3) mediante bases de sujeción
universales adaptadas a las extremidades (26), al calzado (31), a los guantes (32) y al
pecho (35).
4. Sistema vestible según reivindicaciones 1 a 3 **caracterizado** porque la base de sujeción
15 de las extremidades (26) comprende de dos ranuras (28) para fijar el conjunto (21) con
una cinta que rodea un segmento de las extremidades de usuario (3).
5. Sistema vestible según reivindicaciones 1 a 4 **caracterizado** porque la base de sujeción
del calzado (31) comprende de seis agujeros (32) para fijar el conjunto (22) al calzado
del usuario (3).
- 20 6. Sistema vestible según reivindicaciones 1 a 5 **caracterizado** porque la base de sujeción
de los guantes (33) comprende de cuatro anclajes (34) para fijar el conjunto (23) a la
región dorsal del guante háptico de datos (5).
- 25 7. Sistema vestible según reivindicaciones 1 a 6 **caracterizado** porque la base de sujeción
del pecho (35) comprende de seis ranuras (36) distribuidas de forma circular para fijar el
conjunto (24) mediante una o varias cintas a la región pectoral del usuario (3).
- 30 8. Sistema vestible según reivindicaciones 1 a 7 **caracterizado** porque las unidades de
medición inercial (25) comprenden los siguientes elementos:
- a. Una carcasa (40) que aloja componentes electrónicos y mecánicos
 - b. Una tarjeta (44) que comprende a su vez un magnetómetro, un giróscopo y
un acelerómetro e integra un procesador que fusiona sus lecturas y las
35 convierte en matrices o vectores representativos de la orientación espacial de
la unidad de medición inercial (25) respecto a un sistema de referencia global
asociado a la dirección del campo magnético de la tierra y la dirección de la
fuerza de gravedad

- c. Un diodo emisor de luz (43) para indicar el encendido de la unidad de medición inercial (25)
 - d. Un diodo emisor de luz (42) para indicar la existencia de errores de funcionamiento de la unidad de medición inercial (25)
 - 5 e. Un diodo emisor de luz (41) para indicar la conexión de la unidad de medición inercial (25) con el ordenador (6)
 - f. Una tarjeta auxiliar (46) que conecta la tarjeta (44) con el ordenador (6) y otras unidades de medición inercial (25) mediante tres conectores mecánicos (37) y (38) y que suministra potencia eléctrica a un motor vibrador (50).
- 10
9. Sistema vestibular según reivindicaciones 1 a 8 **caracterizado** porque las unidades de medición inercial (25) comprenden de un vibrador (30) o arreglo de vibradores (79) que proporcionan sensaciones táctiles al usuario (3).
- 15
10. Sistema vestibular según reivindicaciones 1 a 9 **caracterizado** porque los arreglos de vibradores (79) comprenden de una pluralidad de vibradores (30) que proporcionan sensaciones táctiles al usuario (3).
- 20
11. Sistema vestibular según reivindicaciones 1 a 10 **caracterizado** porque los guantes hápticos de datos (5) pueden utilizarse en una o ambas manos del usuario y cada guante puede estar equipado para uno o más dedos de la mano en función de la aplicación.
- 25
12. Sistema vestibular según reivindicaciones 1 a 11 **caracterizado** porque los goniómetros resistivos articulados (54) para medir la abducción del dedo pulgar (57), los goniómetros resistivos articulados (55) para medir la flexión de los dedos índice (58), medio (59), anular (60) y meñique (61), los goniómetros resistivos articulados (56) para medir la abducción de los dedos índice (58) y medio (59) de los guantes hápticos (5) se fijan a unas bases de sujeción (63, 64 y 65), ubicadas en la región dorsal del guante (66).
- 30
13. Sistema vestibular según reivindicaciones 1 a 12 **caracterizado** porque los goniómetros resistivos articulados (54) para medir la abducción del dedo pulgar (57) comprende los siguientes elementos:
- a. Un sensor resistivo flexible (67) que mide el movimiento de abducción del
- 35
- dedo pulgar (57)

- b. Dos bases de sujeción (65) que fijan el sensor (67) a la región dorsal del guante háptico (5) entre el metacarpo del dedo pulgar y el metacarpo del dedo índice.
- 5 14. Sistema vestible según reivindicaciones 1 a 13 **caracterizado** porque los goniómetros resistivos articulados (55) para medir la flexión de los dedos índice (58), medio (59), anular (60) y meñique (61) comprende los siguientes elementos:
- a. Dos sensores resistivos flexibles (67) que miden el movimiento de flexión del dedo
 - 10 b. Un grupo de elementos (68) para la sujeción sobre el metacarpo del dedo de la mano del usuario (3) de un sensor resistivo flexible (67) que desliza libremente a través del grupo (69)
 - c. Un grupo de elementos (69) para la sujeción sobre la falange proximal de otro sensor resistivo flexible (67) que desliza libremente a través de una pieza guía (74)
 - 15 d. Un grupo de elementos (70) que posee un vibrador (76) generador de sensaciones táctiles sobre la falange media de la mano del usuario (3).
- 20 15. Sistema vestible según reivindicaciones 1 a 14 **caracterizado** porque los goniómetros resistivos articulados (56) para medir la abducción de los dedos índice (58) y medio (59) comprende los siguientes elementos:
- a. Un sensor resistivo flexible (67) que mide el movimiento de abducción del dedo índice (58) y dedo medio (59)
 - b. Dos bases de sujeción (75) que fijan el sensor (67) a la región dorsal del guante háptico (5) sobre la falange proximal del dedo índice y la falange proximal del dedo medio.
 - 25



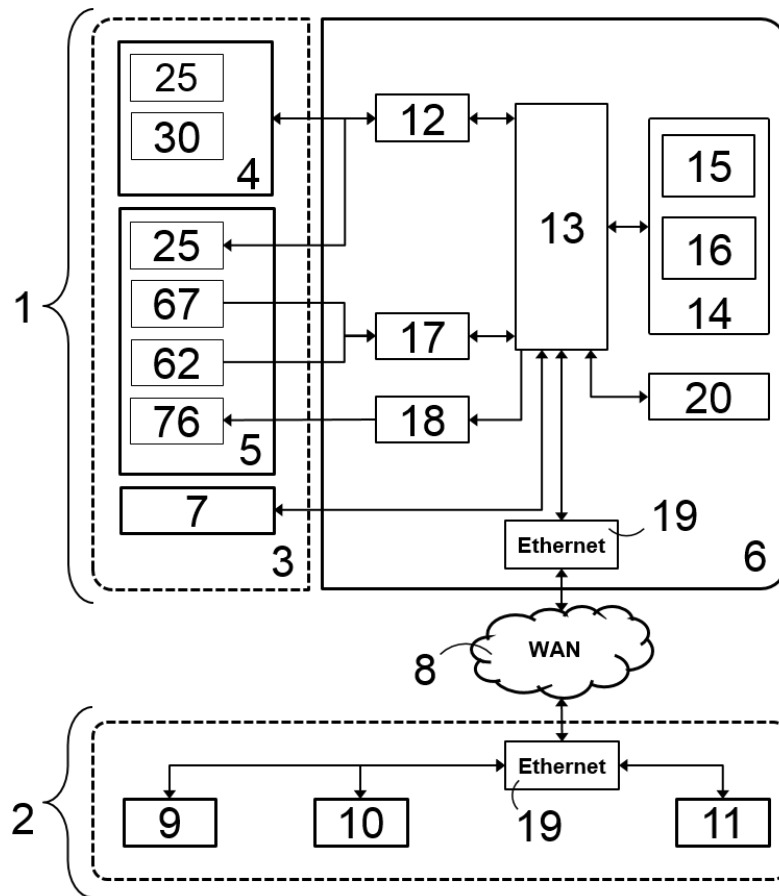


FIG. 2

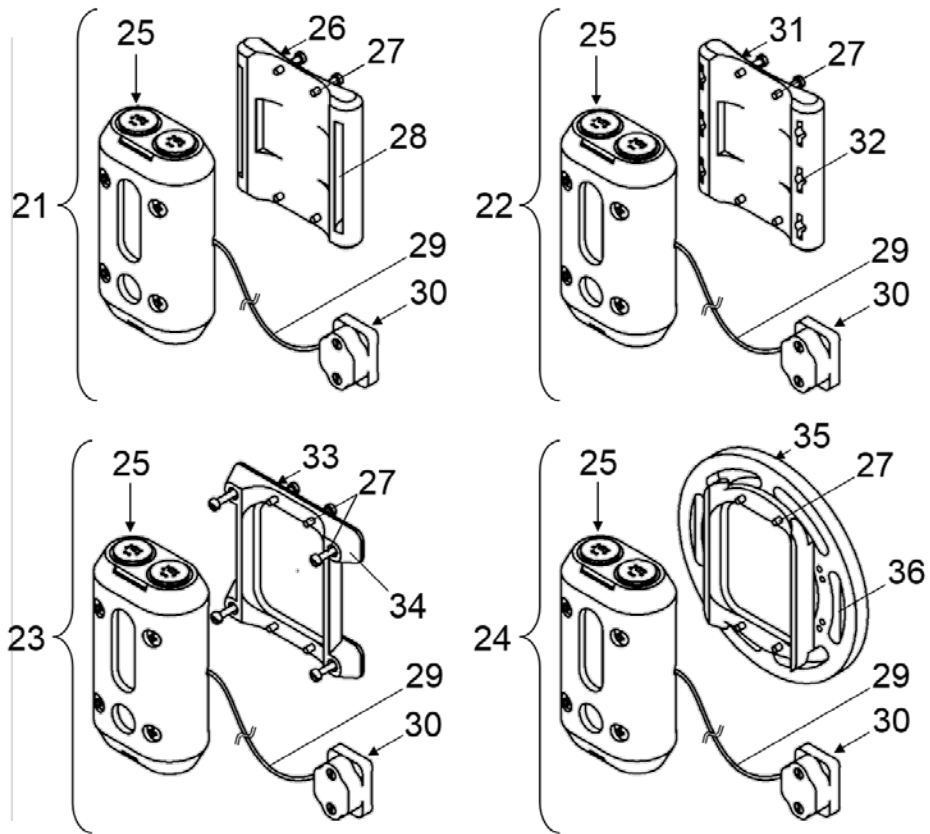


FIG. 3

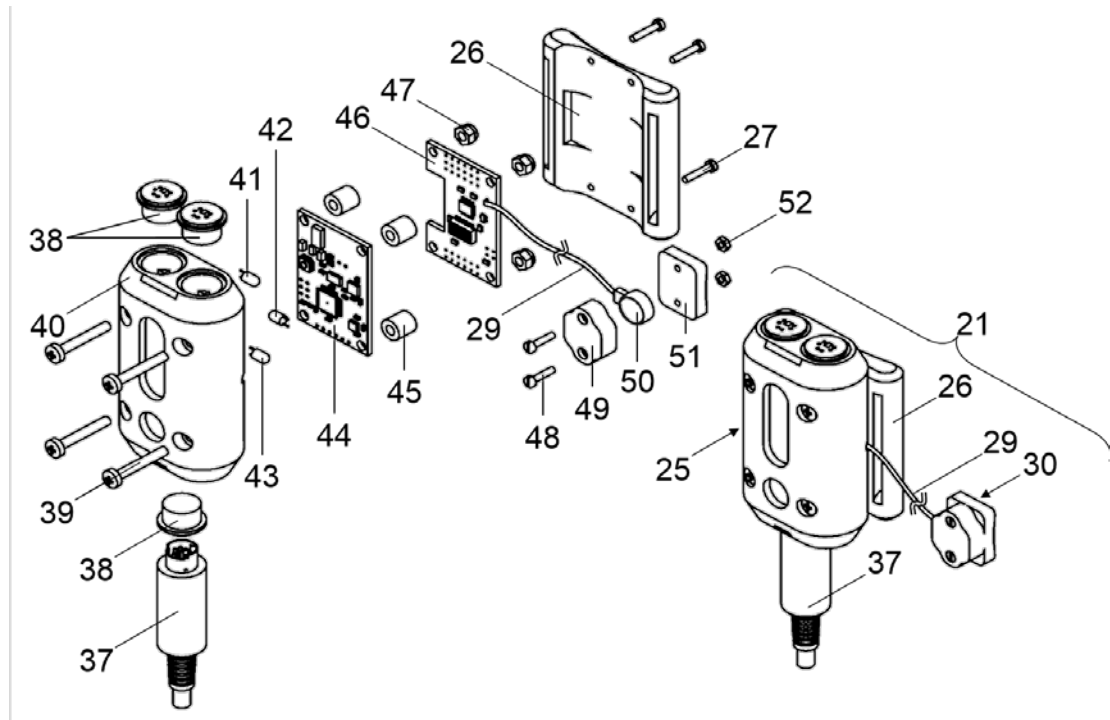


FIG. 4

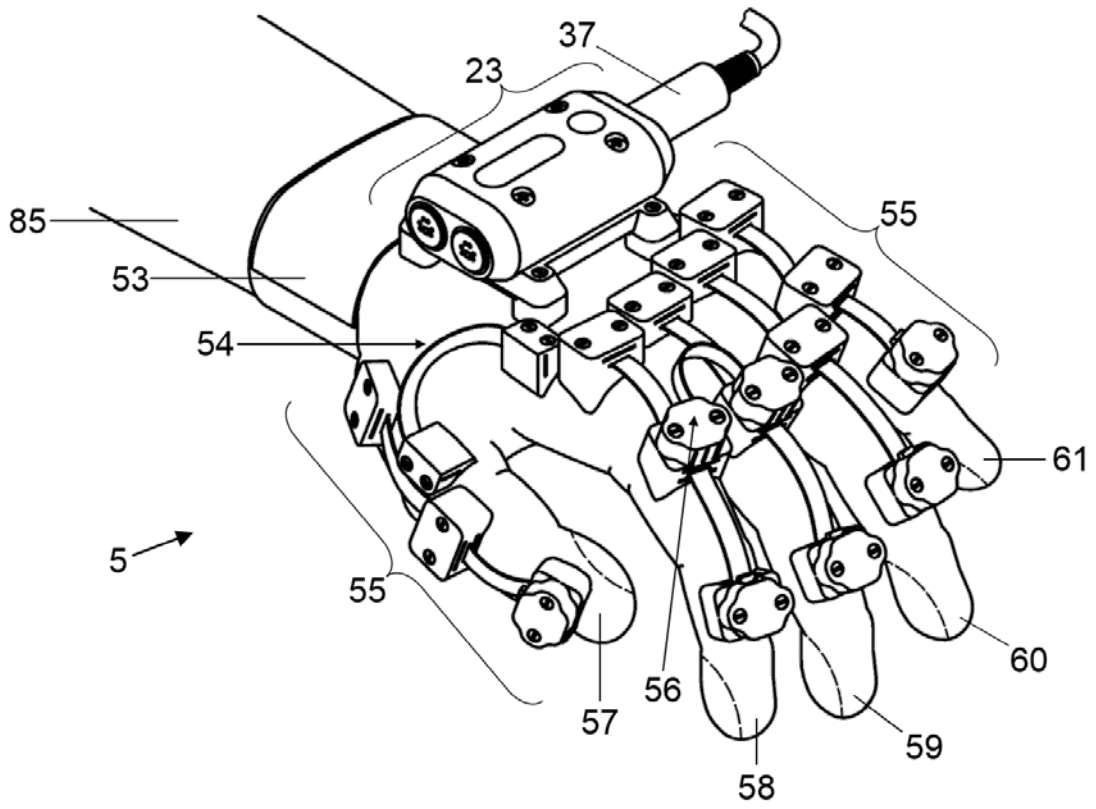


FIG. 5

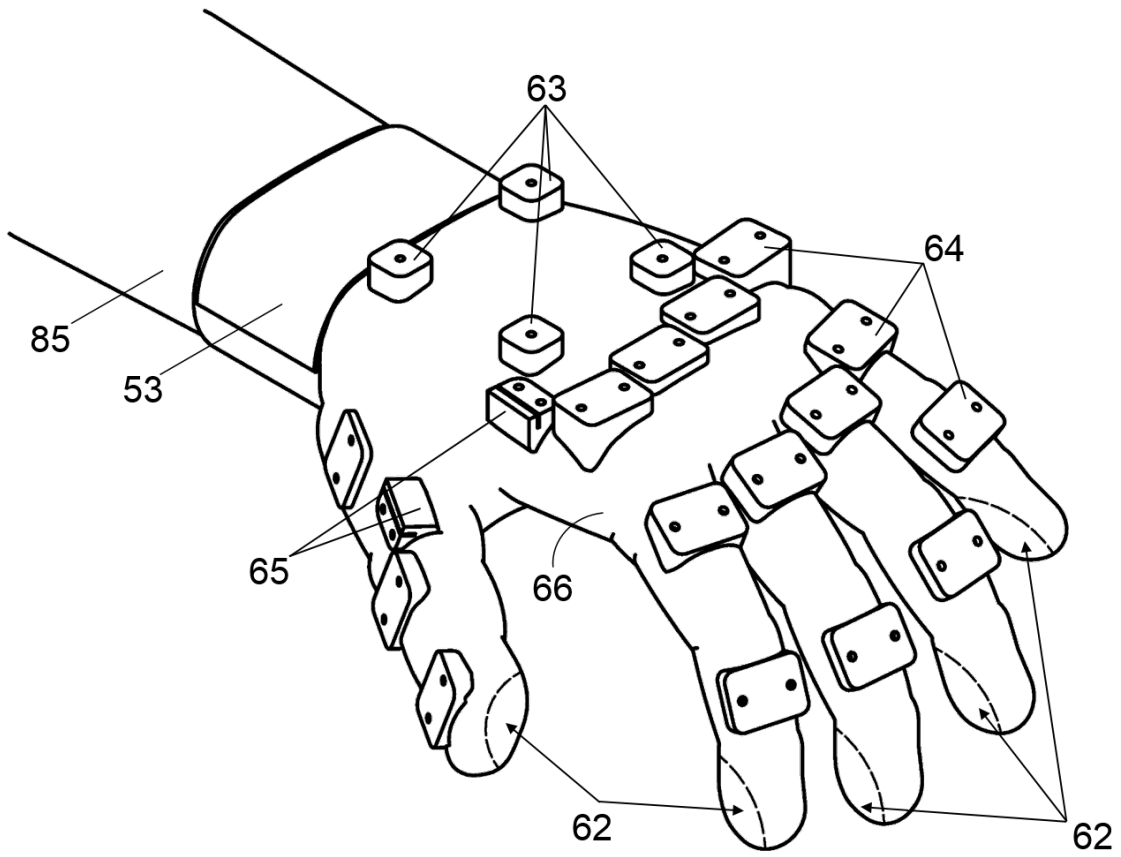
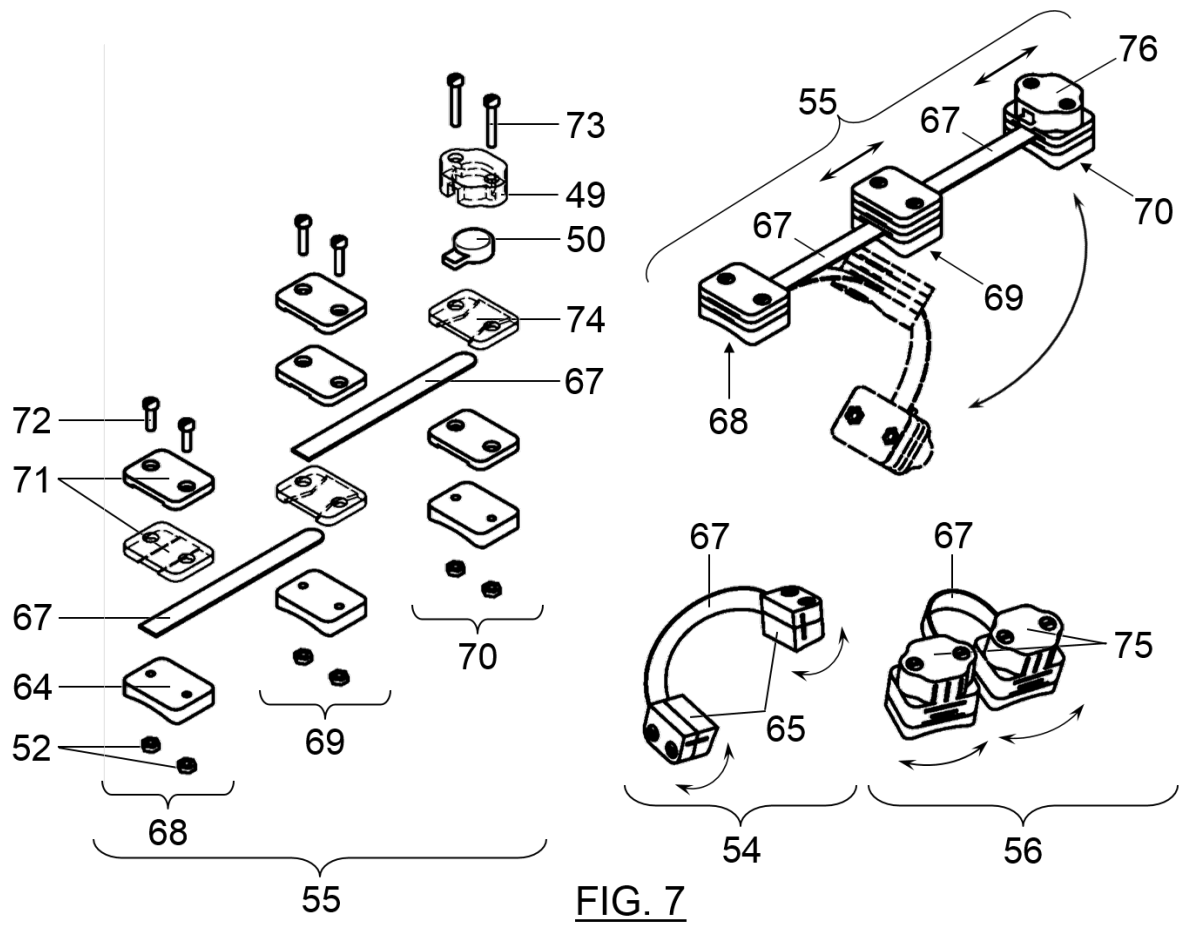


FIG. 6



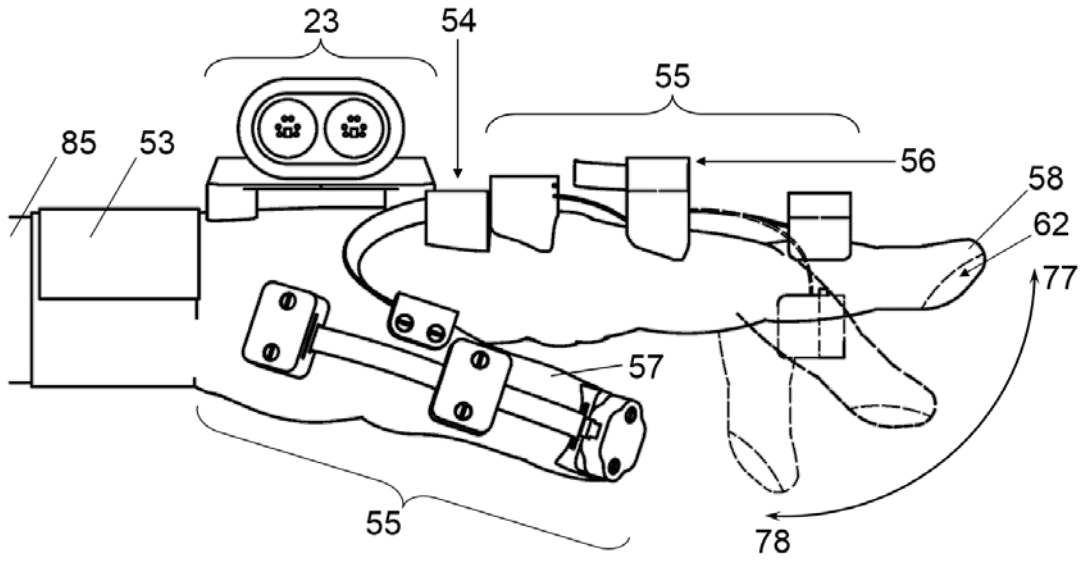


FIG. 8

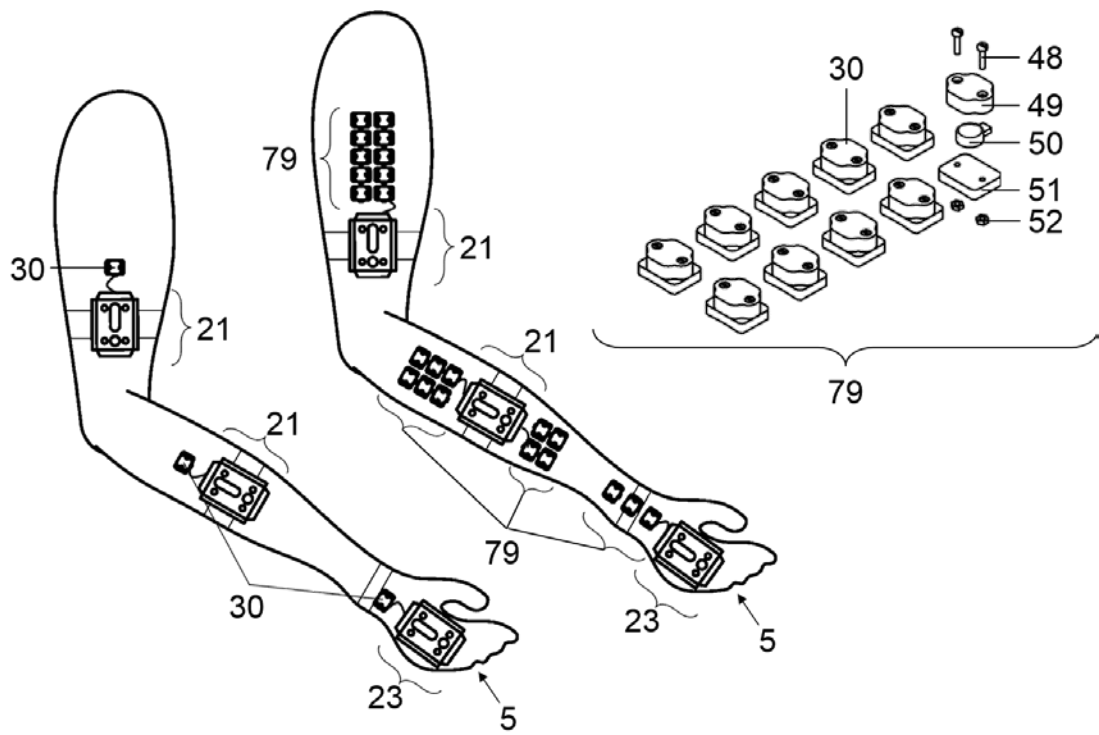


FIG. 9

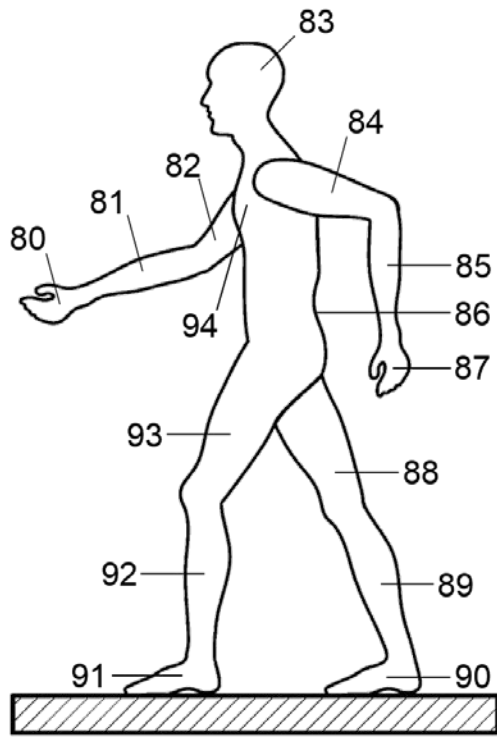


FIG. 10a

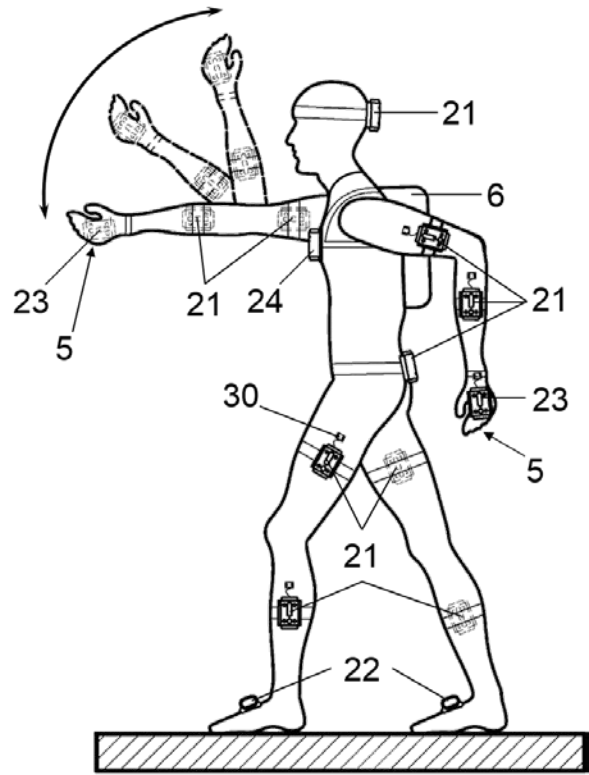


FIG. 10b

