



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 346 025**

② Número de solicitud: 200801649

⑤ Int. Cl.:

G09B 9/00 (2006.01)

G09B 23/28 (2006.01)

A61B 17/00 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

② Fecha de presentación: **02.06.2008**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **07.10.2010**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
07.10.2010

⑦ Solicitante/s: **Universidad Rey Juan Carlos
c/ Tulipán, s/n
28933 Móstoles, Madrid, ES**

⑦ Inventor/es: **Bayona Beriso, Sofía;
Fernández Fernández-Arroyo, José Manuel;
Pastor Pérez, Luis Ignacio y
Robles Sánchez, Óscar David**

⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Sistema para la simulación de practicas quirúrgicas.**

⑤ Resumen:

Sistema para la simulación de prácticas quirúrgicas. Sistema que comprende un equipo informático (1) con una base de datos (11) de una parte anatómica y unos medios de visualización (2) de recreación visual de un modelo virtual, estando asociado un simulador (4) de la parte anatómica, palpable, posicionable y orientable en el entorno virtual generado por el equipo informático (1), mediante unos medios que proporcionan al usuario una información táctil específica de las diferentes zonas de la parte anatómica reproducida, con el fin de permitir un número indefinido de prácticas de localización táctil en dicho simulador -sin deteriorar el modelo anatómico- (4) de posibles portales de entrada para la zona subsidiaria a ser intervenida quirúrgicamente, mediante técnicas de cirugía de mínimo abordaje. El sistema comprende un simulador (5) de la herramienta posicionable sobre el simulador (4) de la parte anatómica para la interacción de ambos en el entorno virtual mediante unos medios (3) de seguimiento y posicionamiento del simulador (4) y del simulador (5).

ES 2 346 025 A1

DESCRIPCIÓN

Sistema para la simulación de prácticas quirúrgicas.

5 **Objeto de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema para la simulación de prácticas quirúrgicas destinado principalmente al entrenamiento en la localización o situación para la realización de los portales de entrada en cirugía de mínima invasión, tal como operaciones de artroscopia, laparoscopia y similares. No obstante, puede utilizarse en cualquier otro sector en el que el problema presentado sea similar.

Antecedentes de la invención

Con el fin de conjugar adecuadamente las vías de aprendizaje tradicional con la aplicación de nuevas tecnologías para la docencia de cirugía de mínima invasión, se preconiza el empleo de sistemas de simulación, mas específicamente, de sistemas de simulación basados en técnicas de realidad virtual, como una herramienta didáctica fundamental en el proceso de formación de los cirujanos de técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas o de mínimo abordaje.

Los simuladores existentes en el mercado ya conocidos, constituyen una opción muy interesante como herramienta formativa que se ha extendido en numerosos sectores. La medicina es una de las áreas donde su potencial de utilización es muy grande al permitir mejorar, acelerar y sistematizar el complejo proceso de aprendizaje y contribuir por tanto a la mejora global del sistema sanitario y al incremento de su eficiencia. El interés suscitado por la problemática que se trata de resolver, queda demostrado por el gran número de grupos de investigación que se encuentran trabajando sobre simuladores relacionados con la docencia en medicina.

A continuación se dará una visión general de los simuladores de procedimientos mínimamente invasivos más conocidos. Como podrá observarse, la mayoría de ellos suelen estar relacionados con una intervención específica. Un ejemplo es UroMentor para procedimientos urológicos que proporciona realimentación háptica y entrena la coordinación visuo-motora.

Para operaciones de colonoscopia, por ejemplo, se encuentran: Portable VES, que es un simulador endoscópico con realimentación de fuerza conseguida mediante un novedoso sistema de desarrollo con bolas de goma. El simulador desarrollado por Korner y Manner que realizaron un estudio sobre realimentación de fuerza basándose en cables y tornos deslizantes; o GI Mentor, un simulador comercial con realimentación háptica. Noar *et al.*, al igual que Kuhnappel *et al.*, estudiaron la simulación de procedimientos endoscópicos. Basdogan *et al.* simularon una exploración de las vías biliares. Mentice tiene una gama de simuladores para artroscopia de hombro y rodilla y para laparoscopia. El simulador Pre-Op es específico para operaciones de broncoscopia. Para minimizar su coste, combina realimentación de fuerza a través de un dispositivo pasivo con modelos de los tubos bronquiales humanos. Proporciona una guía para habilidades pre y post operativas. Al igual que en el procedimiento real, la mucosidad oscurecerá la visión del cirujano. Este simulador está especialmente diseñado para el entrenamiento en "Endoscopia Retrograde Cholangio pancreatography" (ERCP). Asimismo, se pueden encontrar simuladores específicos de ginecología o de histeroscopia. En cuanto a operaciones transuretrales de resección de próstata, se puede encontrar el simulador TURP "Transurethral resection of the prostate Simulator". También existen simuladores que emulan el sangrado o la realización de una sutura virtual, e incluso que pretenden emular a un paciente virtual.

La compañía Inmersión cuenta también con varios simuladores. Posee un simulador de endoscopia "Endoscopy AccuTouch System" en el que la sensación de fuerza la transmite el propio endoscopio flexible imitando la de un procedimiento real. Otro de los simuladores de Inmersión es un simulador endovascular, en el que la realimentación de fuerza la proporciona un Phantom®.

Existe un gran número de entrenadores virtuales asociados con laparoscopias. Un ejemplo es el simulador de laparoscopia "LAP Mentor" de Symbionix que incorpora un módulo de sutura en el paquete de habilidades básicas. Así podemos encontrar otro simulador para laparoscopia que incorpora modelado de objetos rígidos y deformables. El abdomen simulado contiene en su mayoría tejido blando que se deformará cuando entre en contacto con el instrumental, permitiendo un correcto entrenamiento sobre este tipo de tejidos y el que se pueda mover el extremo del instrumental hacia diferentes puntos en el entorno virtual.

El simulador sin realimentación de fuerza (SEP) "SurgicalSim Education Platform" está diseñado para proporcionar un entorno en el que se entrenan habilidades laparoscópicas utilizando instrumental genérico con dispositivos de seguimiento electromagnéticos.

VEST-ONE de la compañía Select-IT es un simulador de laparoscopia con realimentación de fuerza mediante el dispositivo Laparoscopic Impulse Engine de la compañía Immersion. Es el resultado del proyecto KISMET de la Universidad Karlsruhe.

MIST-VR es uno de los simuladores de laparoscopia más consolidados comercialmente. Está diseñado para entrenar a los cirujanos en habilidades clave tales como manejo del instrumental y sutura, pretendiendo mejorar las habilidades., psicomotoras. Comprende doce tareas individuales que requieren movimientos y técnicas similares a las

que se usarán en la operación real; sin embargo son tareas abstractas, ya que el entorno en el que se desarrollan no se parece al de una laparoscopia real. Dichas tareas incluyen, por ejemplo, manipulación, sutura y coagulación. Aunque tiene un grado bajo de realismo (pues posee realimentación gráfica pero no háptica), está validado como herramienta de entrenamiento y como método para evaluar habilidades.

5

En lo referente a simulaciones de artroscopia, existen bastantes referentes bibliográficos sobre el desarrollo de simuladores artroscópicos de rodilla. En 1999, Sherman *et al.* publican el desarrollo de un simulador para artroscopia de rodilla VEKATS “Virtual Environment Knee Arthroscopy Training System”. Heng *et al.* desarrollan, partiendo de una imagen del proyecto Humano Visible, un sistema para artroscopia de rodilla sobre un modelo de caja en vez de sobre una estructura de pierna. Moody *et al.* publican en 2004 trabajos sobre el “Sheffield Haptic Knee Arthroscopy Training System” (WISHKATS) para el entrenamiento de triangulación y diagnóstico artroscópico de rodilla. Bliss *et al.* publican la experiencia obtenida en la formación artroscópica mediante manipulación del artroscopio y del palpador, la identificación de estructuras anatómicas y la localización de cuerpos libres en la rodilla con el “Procedicus Virtual Arthroscopy Knee trainer” de la compañía Mentice. McCarthy *et al.* comparan sobre el simulador de rodilla SKATS los resultados de cirujanos expertos frente a los de inexpertos, observando que tras 10 sesiones de entrenamiento, los resultados de los cirujanos inexpertos se aproximan a los obtenidos por los expertos. Weishaupt *et al.* realizaron una artroscopia virtual sobre un modelo obtenido a partir de imágenes de resonancia magnética. Zhang *et al.* diseñaron un simulador para artroscopia de rodilla con realimentación de fuerza utilizando un diseño propio de dispositivo háptico. Usan un modelo híbrido de elementos finitos que es capaz de calcular deformaciones no lineales y de tratar cambios topológicos en regiones locales.

20

La gran mayoría de los desarrollos de simuladores artroscópicos se han hecho para rodilla, mientras que para otras articulaciones son mucho más escasos. Cabe destacar sin embargo la práctica inexistencia de bibliografía referente a simuladores artroscópicos para el hombro. Un simulador muy interesante de artroscopia es insight arthro vr[®]. También existe el simulador Procedicus VA.

25

Tal como se ha mencionado, la mayoría de estos simuladores están destinados a simular una operación en concreto y dispone al cirujano aprendiz que está siendo entrenado en la situación concreta, con unos portales predeterminados de antemano. Sin embargo, tan importante como la propia operación es el paso previo de la detección y determinación de los portales de entrada óptimos por los que se deben introducir el endoscopio y los útiles quirúrgicos, no existiendo simuladores para esta técnica concreta.

30

El entrenamiento mediante el uso de cadáveres o animales; además del coste asociado, de la escasez de cadáveres, y de las diferencias anatómicas en el caso de usar animales, presenta el inconveniente de que las piezas dejan de ser aptas para posteriores usos, ya que quedan marcadas en las primeras sesiones de entrenamiento, con lo que en las próximas prácticas ya se pueden observar los puntos de incisión, dificultando la labor didáctica.

35

Además, los modelos existentes no permiten, previamente a la realización de los portales y con el fin de determinar su ubicación óptica, inspeccionar las estructuras internas mediante un endoscopio virtual para verificar la viabilidad del portal de entrada y el acceso a las regiones cuya cirugía se va a realizar. Así, en el problema específico de la detección de portales de entradas, no se conoce la existencia de ningún sistema de adiestramiento completo que esté basado en técnicas de realidad virtual como las que se describen en la presente invención.

40

45 Descripción de la invención

El sistema para la simulación de prácticas quirúrgicas, objeto de esta invención presenta unas particularidades técnicas destinadas a permitir el entrenamiento del cirujano aprendiz en una situación lo más real posible, sin que ello comprenda ningún deterioro del material de simulación y por lo tanto permite una repetibilidad ilimitada de la misma práctica, pudiendo además el cirujano aprendiz observar no sólo la situación simulada como una operación real, sino que también posibilita estudiar cualquier otro aspecto de dicha situación mediante diferentes modos de visualización. Además el sistema permite la personalización de la práctica mediante el uso de datos de pacientes provenientes de pruebas diagnósticas tales como “escáner”, “mapeado en 3D” y “TAC” con lo que un profesional puede comprobar la situación de una operación, decidir dónde situar los portales de entrada y practicar en la realización de los mismos antes realizar la operación real sobre dicho paciente.

55

Esta invención presenta una solución al aprendizaje de esta técnica, crítica y esencial en los procedimientos de cirugía mínimamente invasiva.

60

Así, el sistema dispone unos medios que se asocian al equipo informático en el que reside una base de datos de al menos una parte anatómica humana y unos medios de visualización de dichos datos en forma de recreación visual. Estos medios comprenden un simulador de una parte anatómica del cuerpo, posicionable y orientable en un entorno virtual generado por el equipo informático, estando provisto dicho simulador de unos medios para proporcionar al usuario una información táctil específica de las diferentes zonas de la parte anatómica reproducida por el simulador, con el fin de permitir un número indefinido de prácticas de localización táctil en dicho simulador de posibles puntos de incisión para la definición de portales de entrada a la zona a intervenir quirúrgicamente en la parte anatómica reproducida por dicho simulador. El sistema también comprende un simulador de la herramienta posicionable sobre el simulador de la parte anatómica para la interacción de ambos con el equipo informático. A su vez, el sistema tam-

65

ES 2 346 025 A1

bién comprende unos medios de seguimiento y posicionamiento del simulador de la parte anatómica y del simulador de la herramienta para la coordinación espacial del conjunto.

De esta forma, la persona que está adquiriendo experiencia con el sistema de esta invención puede primero practicar la determinación por tacto de la ubicación precisa de los portales, con una respuesta similar a la que obtendría si lo estuviera haciendo sobre un paciente, con las sensaciones de partes blandas y de partes duras (correspondientes a los relieves óseos fácilmente identificables por palpación), proporcionando al cirujano una idea de la situación anatómica tridimensional de las estructuras. Además, una vez determinados dichos portales, se puede realizar la simulación de la realización del portal y verificar la situación idónea o incorrecta del mismo mediante una inspección directa, todo ello sin necesidad de que se deteriore ninguna parte o pieza alguna del sistema, independientemente del número de portales simulados realizados.

Por tanto, el simulador de la parte anatómica del cuerpo comprende un modelo anatómico a escala 1:1 palpable. Este modelo anatómico está realizado con diferentes capas de distintas durezas, texturas y consistencias, para simular las distintas estructuras anatómicas (piel, huesos, tendones y músculos) de la región representada para el entrenamiento.

El modelo anatómico físico comprende marcadores para su detección por los medios de seguimiento y posicionamiento en el espacio para su control por parte del equipo informático, consiguiéndose así una total correlación entre la manipulación del modelo anatómico físico y la visualización generada.

En una alternativa de realización, el simulador de la parte anatómica del cuerpo comprende al menos un dispositivo háptico táctil asociado a un modelo anatómico virtual para la recreación táctil del modelo anatómico desde la base de datos alojada en el equipo informático. Este dispositivo háptico táctil presenta una configuración de guante táctil de realidad virtual (o de un dispositivo háptico de tipo lápiz, como por ejemplo Phantom® Omni), con el que la persona entrenada obtiene la misma sensación que si estuviera tocando la parte anatómica del cuerpo real que se le muestra, con la ventaja de una mayor flexibilidad de uso al no depender de modelos físicos. Este dispositivo háptico devuelve una resistencia a la manipulación del modelo virtual acorde con la constitución que se encuentra almacenada en la base de datos.

El simulador de herramienta comprende en una primera realización, una herramienta de incisión real, tal como una cánula endoscópica con obturador con la punta o extremo de incisión retráctil, de forma que esta herramienta es utilizable tanto sobre el modelo anatómico físico de la parte anatómica como sobre el modelo virtual de la parte anatómica, permitiendo al cirujano aprender a hacerse a la idea del manejo del instrumental, y no solo de sus propiedades (forma, peso, constitución), sino de las reacciones que se encontrará con el mismo cuando lo emplee en una situación quirúrgica real. Este simulador de herramienta también puede imitar el funcionamiento de un endoscopio.

También se ha previsto, que en una alternativa el simulador de herramienta comprenda al menos un dispositivo háptico táctil asociado a un modelo funcional virtual para la recreación táctil de la herramienta y la respuesta que se produce en ésta al interactuar con el simulador de la parte anatómica a través del equipo informático. Este dispositivo háptico táctil presenta una configuración de guante táctil de realidad virtual, con el que el usuario puede alcanzar la sensación de que está manejando una herramienta real, e incluso sentir las reacciones que la manipulación de dicha herramienta sobre la parte anatómica pueden provocar, sin que ni el modelo anatómico ni la herramienta sean reales físicamente. Para ello el simulador de herramienta comprende medios de información háptica para suministrar al cirujano aprendiz una fuerza de oposición correspondiente con la fuerza de penetración de una herramienta real sobre un miembro real. Los medios de información háptica están conectados con el equipo informático para su regulación según el modelo anatómico almacenado en la base de datos que se utiliza, simulando las condiciones de los distintos tejidos que en teoría se están manipulando.

Esto permite que un solo sistema pueda reproducir un abanico de situaciones considerable, al poderse simular distintos modelos de partes anatómicas con facilidad y de las herramientas disponibles, ya sean de uso genérico o de aplicación específica en situaciones concretas, sin que el cirujano aprendiz disponga de estas herramientas o como mucho de un muleto genérico, tal como una bola o esfera de guía.

Tal como se ha mencionado anteriormente el sistema también comprende unos medios de visualización de cómo se está realizando la operación. Dado que el sistema está destinado al entrenamiento en situación real y a la mejora en experiencia del cirujano aprendiz, estos medios de visualización permiten por un lado simular la situación real de operación con las vistas exteriores y la vista interior de la parte anatómica que se está tratando, tal como si se realizara una inspección endoscópica después de haber penetrado a través del portal de entrada. También se ha previsto que dichos medios de visualización permitan una visualización de análisis externo, tal como si se utilizara una cámara virtual externa, en la que los tejidos y estructuras anatómicas se pueden hacer transparentes a voluntad, lo que permite al docente indicar la situación de la herramienta y su camino al cirujano aprendiz con una mayor flexibilidad.

Así los medios de visualización comprenden al menos un casco HMD (Head Mounted Display o pantalla montada en cabeza) de realidad virtual. También estos medios de visualización comprenden al menos un monitor de vídeo convencional y en otra opción los medios de visualización comprenden al menos un monitor de endoscopia conectado al equipo informático para la recreación de un aparato de endoscopia real.

El equipo informático está asociado a unos medios de adquisición directa o indirecta de datos de al menos una parte anatómica de un paciente para la simulación *a posteriori* de dicha parte anatómica. Esto permite ampliar la base de datos del sistema con las enfermedades y situaciones en las que se puede encontrar el cirujano. Además permite que un cirujano pueda introducir en el sistema los archivos generados por una prueba diagnóstica, tal como un “escáner” o un “TAC” entre otros. De esta forma un cirujano puede entrenar una operación de un paciente antes de llevarla a cabo, con los datos reales de dicho paciente, con lo que puede determinar con más tranquilidad los portales de entrada y verificar si su situación es óptima, antes de la operación.

El simulador diseñado y desarrollado presenta una solución al problema del aprendizaje de la técnica de los portales de entrada en operaciones artroscópicas, permitiendo que el cirujano en formación adquiera conocimiento y se habitúe a la anatomía de superficie, y se entrene en la correcta ubicación y orientación de los portales.

Este simulador podría aplicarse como complemento en la formación de cirujanos, cubriendo el entrenamiento en la técnica de la realización de portales de entrada en operaciones de mínima invasión, que, de otro modo, es difícil de entrenar.

Descripción de las figuras

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de facilitar la comprensión de las características de la invención, se acompaña a la presente memoria descriptiva un juego de dibujos en los que, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

- La figura 1 muestra un esquema de bloques del sistema.

- La figura 2, muestra un ejemplo práctico de una situación de uso del sistema con el simulador de la parte anatómica constituido por un modelo anatómico físico y el simulador de la herramienta comprendiendo una cánula artroscópica con obturador y un endoscopio.

- La figura 3 muestra una sección axial de un simulador de parte anatómica humana realizado con un modelo anatómico físico

- La figura 4 muestra una vista de perfil de un simulador de herramienta con la punta retráctil y en su interior el dispositivo de seguimiento que permite saber dónde se encuentra la herramienta en cada momento.

- La figura 5 muestra una vista en perspectiva del dispositivo háptico de tipo guante

- La figura 6 muestra una vista en perspectiva del dispositivo háptico de tipo lápiz.

Realización preferente de la invención

Como se puede observar en las figuras referenciadas el sistema comprende un equipo informático (1) para la generación de la simulación de una operación de determinación de portales de entrada, comprendiendo este equipo informático (1) una base de datos (11) de modelos virtuales de partes anatómicas sobre las que se puede trabajar, y unos medios de visualización (2) de las imágenes generadas de los modelos virtuales de las partes anatómicas a simular o de aspectos relacionados. Se encuentran asociados al equipo informático (1) unos medios (3) de seguimiento y posicionamiento en el espacio para el manejo coordinado de un simulador (4) de una parte anatómica humana que es palpable, posicionable y orientable en dicho entorno virtual y un simulador (5) de herramienta de cirugía, tal como una cánula artroscópica con obturador o un endoscopio (51), también posicionable y orientable en el entorno virtual. Los medios (3) de seguimiento y orientación en el espacio utilizados en este caso comprenden un dispositivo “Flock of Birds” de la compañía “Ascensión Technologies” mediante posicionamiento magnético de marcadores.

El simulador (4) de la parte anatómica en este caso es un modelo anatómico físico (41) de un hombro para la realización de una artroscopia como ejemplo de cirugía mínimamente invasiva. El modelo anatómico físico (41) es una realización a escala de la parte del cuerpo a operar, en este caso del hombro. Dicho modelo anatómico físico (41) está formado por capas (42, 43) de material de distinta dureza de modo que mediante palpación se pueden diferenciar las estructuras internas para obtener las referencias palpadas de la anatomía de superficie. En este caso las zonas (42) correspondientes a los huesos tienen mayor dureza, con el fin de permitir la palpación y la detección de las estructuras óseas, y estando estas realizadas en poliuretano. A su vez, las partes blandas restantes están configuradas por capas (43) realizadas con silicona blanda que recubre y da textura realista a dicho modelo anatómico físico (41). En dicho modelo anatómico físico (41) se encuentra incorporado un marcador (31) para que los medios (3) de seguimiento y posicionamiento capten la disposición espacial de dicho modelo anatómico físico (41). Entre los medios de seguimiento con posibilidad de ser utilizados se pueden mencionar medios de seguimiento ópticos, magnéticos, mecánicos, etc.

En una alternativa de realización el simulador (4) de la parte anatómica está realizado virtualmente mediante un dispositivo háptico (6a) o (6b), tal como el guante de la figura 5, que proporciona realimentación táctil y de fuerza a partir del modelo virtual existente en la base de datos (11) del equipo informático (1).

ES 2 346 025 A1

5 En la base de datos (11) del equipo informático (1) se encuentra el modelo virtual que incluye toda la anatomía de la zona a operar, tanto a nivel visual como nivel de dureza, textura y consistencia, ya sea de una anatomía estándar para aprendizaje o de una anatomía específica de un paciente, incorporándose los datos de los archivos generados en exploraciones diagnósticas por unos medios convencionales, tal como dispositivos de almacenamiento masivo portátil o conexión de red de comunicaciones.

10 A su vez, el simulador (5) de herramienta comprende un dispositivo que imita una cánula endoscópica con obturador (51) de incisión al que se le ha incorporado un marcador de los medios (3) de seguimiento y posición para su interacción con el modelo virtual generado por el equipo informático (1). Este simulador (5) de herramienta presenta la punta de incisión retráctil para no producir corte o perforación en caso de contacto con el modelo anatómico físico (41) y así evitar su deterioro o marcado. En el simulador (5) de herramienta se encuentran unos medios de información háptica de retroalimentación de fuerza y reacciones al usuario en su mano, emulando la situación real de incisión y penetración sobre una parte anatómica real.

15 Análogamente en la base de datos (11) del equipo informático (1) se encuentra un modelo virtual tridimensional de dicha herramienta del simulador (5).

20 En una alternativa de realización dicho simulador (5) de herramienta también puede estar constituido virtualmente por un dispositivo háptico (6b) análogo o igual al dispositivo háptico (6a) del simulador (4) de la parte anatómica para poder recrear táctilmente la cánula endoscópica con obturador o el endoscopio (51).

25 Con el fin de determinar la corrección del portal de entrada realizado, se puede simular virtualmente la parte del modelo virtual que se observaría si introdujésemos un artroscopio o un endoscopio. Para ello el simulador (5) de herramienta también comprende el dispositivo de endoscopio (51) o artroscopio, con los marcadores (31) de seguimiento y de posicionamiento, y asociado a unos medios de visualización (2) en el que se puede observar una recreación de la parte anatómica por su interior como en un caso real, a través del portal que se acaba de realizar. De este modo el cirujano aprendiz puede observar la vista artroscópica que obtendría al haber realizado un portal en dicha ubicación con esa orientación, y corregirse en el caso de que observe que no puede acceder a las estructuras anatómicas correctamente.

30 En la figura 6 se representa un dispositivo háptico de tipo lápiz, que posee el dispositivo (52) que es cogido por la mano del usuario (53) durante las operaciones de aprendizaje, sujetándose dicho dispositivo (52) mediante los brazos (54) y (55) a la esfera giratoria (56) lográndose del movimiento del endoscopio (52) en cualquier sentido con respecto a la base fija (57). Este dispositivo y los brazos poseen fuerzas resistentes adecuadas a la operación a simular que se realiza.

40 Una vez descrita suficientemente la naturaleza de la invención, así como un ejemplo de realización preferente, se hace constar a los efectos oportunos que los materiales, forma, tamaño y disposición de los elementos descritos podrán ser modificados, siempre y cuando ello no suponga una alteración de las características esenciales de la invención que se reivindican a continuación.

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema para la simulación de prácticas quirúrgicas; del tipo de los que comprenden un equipo informático (1) con una base de datos (11) de al menos una parte anatómica humana o de un ser vivo, y unos medios de visualización (2) de dichos datos en forma de recreación visual de un modelo virtual **caracterizado** porque comprende:
- 10 - un simulador (4) de una parte anatómica del cuerpo, posicionable y orientable en un entorno virtual generado por el equipo informático (1), estando provisto dicho simulador (4) de unos medios para proporcionar al usuario una información táctil específica de las diferentes zonas de la parte anatómica reproducida por el simulador (4), con el fin de permitir un número indefinido de prácticas de localización táctil en dicho simulador (4) de posibles puntos de incisión para la definición de portales de entrada a la zona a intervenir quirúrgicamente en la parte anatómica reproducida por dicho simulador (4);
 - 15 - un simulador (5) de la herramienta posicionable sobre el simulador (4) de la parte anatómica para la interacción de ambos con el equipo informático (1) y,
 - unos medios (3) de seguimiento y posicionamiento del simulador (4) de la parte anatómica y del simulador (5) de la herramienta para su interacción.
- 20 2. Sistema, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el simulador (4) de la parte anatómica del cuerpo comprende un modelo anatómico físico (41) a escala 1:1 palpable.
- 25 3. Sistema, según la reivindicación 2, **caracterizado** porque el modelo anatómico físico (41) comprende diferentes capas (42, 43) de distintas durezas, texturas y consistencias para simular los distintos huesos, músculos y tejidos de la parte anatómica representada para el entrenamiento.
- 30 4. Sistema, según la reivindicación 2, **caracterizado** porque el modelo anatómico físico (41) comprende marcadores (31) para su detección por los medios (3) de seguimiento y posicionamiento en el espacio para su control por parte del equipo informático (1).
- 35 5. Sistema, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el simulador (4) de la parte anatómica del cuerpo comprende al menos un dispositivo háptico (6a) táctil asociado a un modelo anatómico virtual para la recreación táctil de un modelo anatómico desde la base de datos (11) alojada en el equipo informático (1).
- 40 6. Sistema, según la reivindicación 5, **caracterizado** porque el dispositivo háptico (6a) táctil presenta una configuración de guante táctil de realidad virtual.
7. Sistema, según la reivindicación 5, **caracterizado** porque el dispositivo háptico (6a) táctil presenta una configuración de tipo lápiz.
- 45 8. Sistema, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el simulador (5) de herramienta comprende una herramienta física de incisión con la punta (51) o extremo de incisión retráctil.
- 50 9. Sistema, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el simulador (5) de herramienta comprende al menos un dispositivo háptico (6b) táctil asociado a un modelo funcional virtual para la recreación táctil de la herramienta y de la respuesta que se produce en esta al interactuar con el simulador (4) de la parte anatómica a través del equipo informático (1).
- 55 10. Sistema, según la reivindicación 9, **caracterizado** porque el dispositivo háptico (6a) táctil presenta una configuración de guante táctil de realidad virtual.
- 60 11. Sistema, según la reivindicación 9, **caracterizado** porque el dispositivo háptico (6b) táctil presenta una configuración de tipo lápiz.
- 65 12. Sistema, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el simulador (5) de herramienta comprende medios de información háptica (54) para suministrar al usuario una fuerza de oposición correspondiente con la fuerza de penetración de una herramienta real sobre un miembro real.
13. Sistema, según la reivindicación 12, **caracterizado** porque los medios de información háptica (54) están conectados con el equipo informático (1) para su regulación según el modelo anatómico almacenado en la base de datos (11), simulando las condiciones de los distintos tejidos que en teoría se están manipulando.
14. Sistema, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los medios de visualización (2) comprenden al menos un casco HMD de realidad virtual.
15. Sistema, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los medios de visualización (2) comprenden al menos un monitor de vídeo.

ES 2 346 025 A1

16. Sistema, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los medios de visualización (2) comprenden al menos un monitor de endoscopia conectado al equipo informático (1) para la recreación de un aparato de endoscopia real.

5 17. Sistema, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el equipo informático (1) está asociado a unos medios de adquisición directa o indirecta de datos de al menos una parte anatómica de un paciente para simulación *a posteriori* de dicha parte anatómica.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

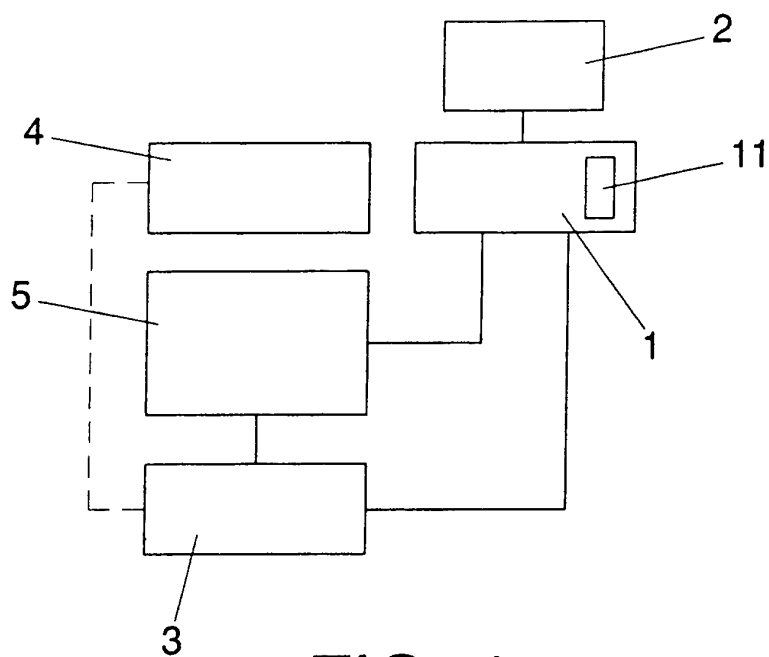


FIG. 1

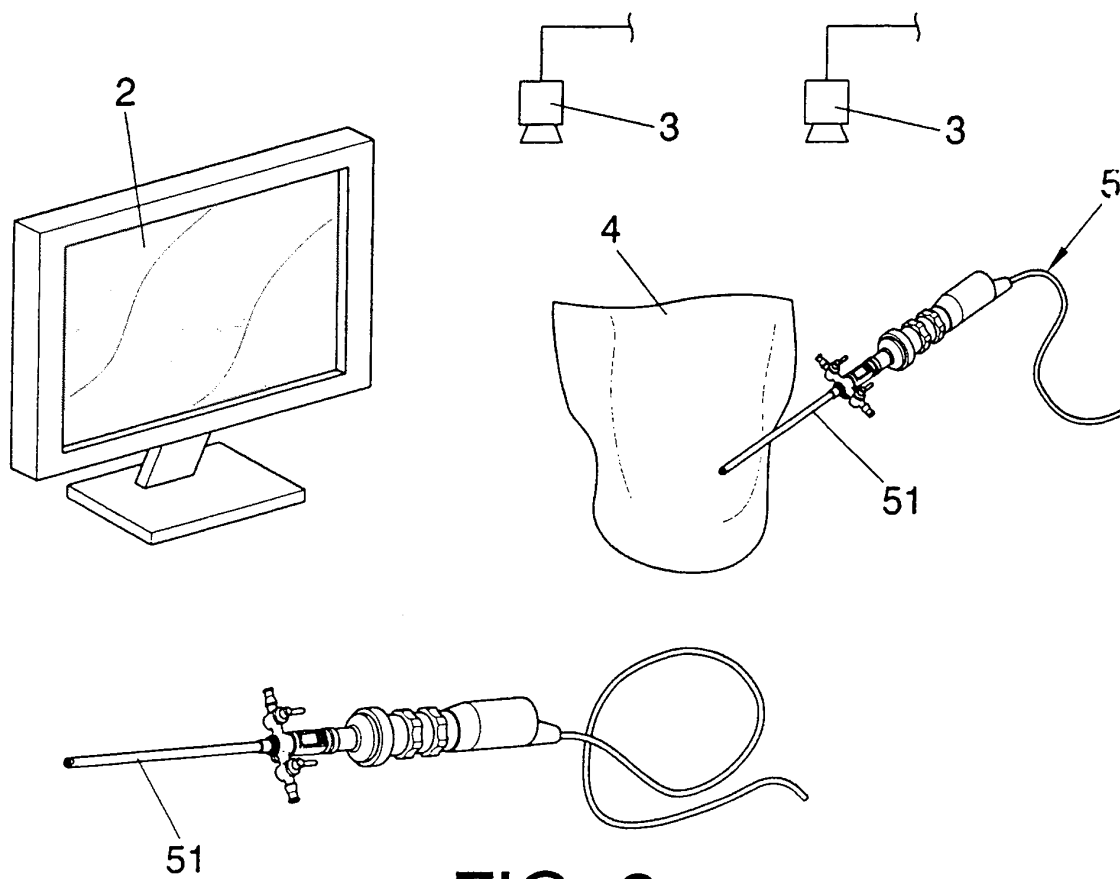


FIG. 2

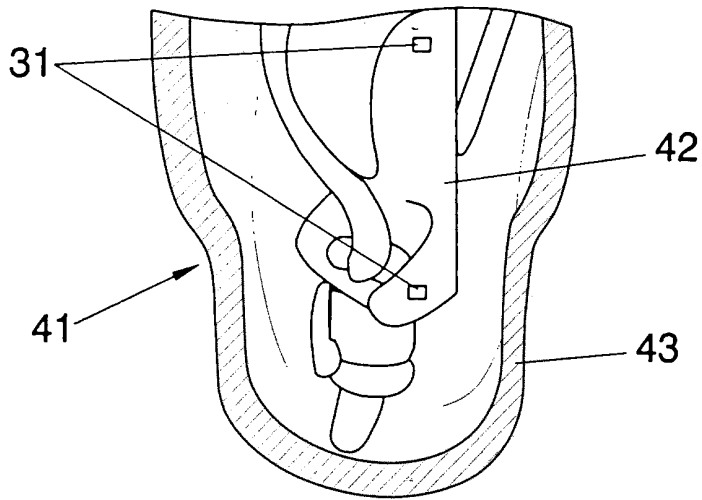


FIG. 3

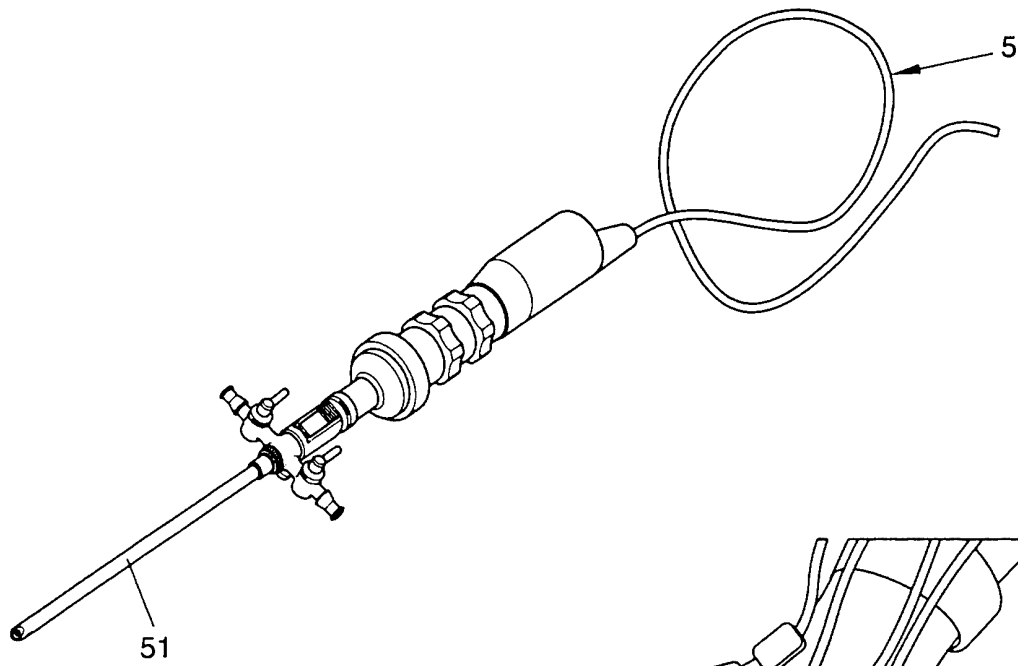


FIG. 4

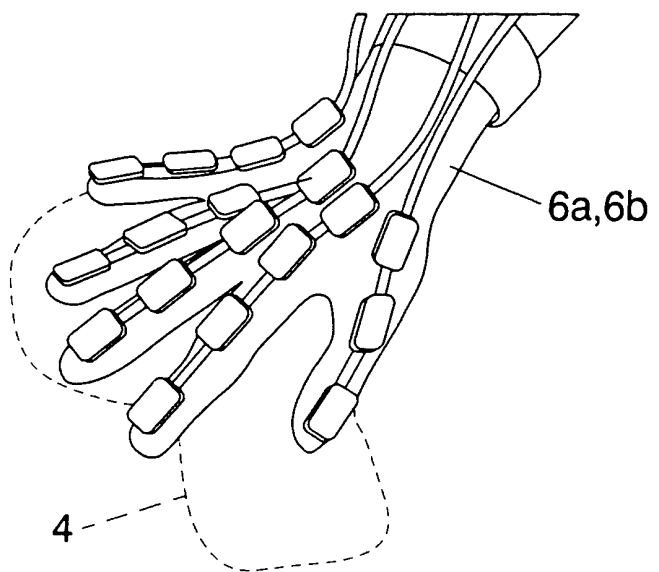


FIG. 5

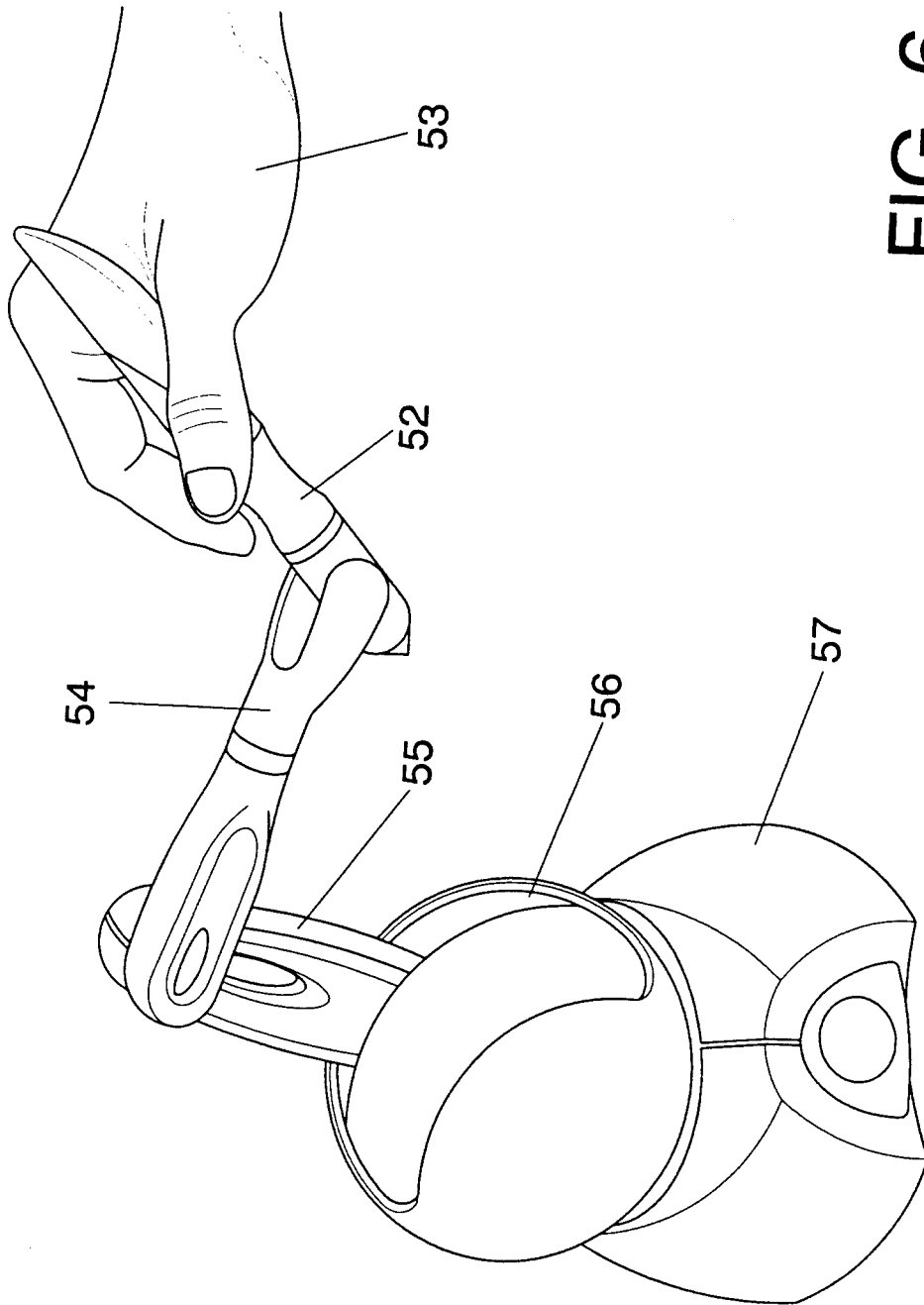


FIG. 6



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 346 025

② Nº de solicitud: 200801649

③ Fecha de presentación de la solicitud: **02.06.2008**

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ **Int. Cl.:** Ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 20070293734 A1 (COSTE-MANIERE et al.) 20.12.2007, párrafos 2,14-17,19,20,22,37,49-50,52-54.	1-17
A	US 2004095310 A1 (GREGORIO et al.) 20.05.2004, párrafos [1-2]; reivindicaciones 1-23.	1-17
A	WO 2004029910 A1 (GÖTEBORG UNIVERSITY SURGICAL SCIENCE AB) 08.04.2004, todo el documento.	1-17
A	US 7236618 B1 (CHUI et al.) 26.06.2007, todo el documento.	1-17
A	WO 2008033541 A1 (TUFTS UNIVERSITY) 20.03.2008, todo el documento.	1-17
A	WO 2004051601 A1 (MENTICE AB) 17.06.2004, todo el documento.	1-17
A	WO 2004029909 A1 (GÖTEBORG UNIVERSITY SURGICAL SCIENCE) 08.04.2004, todo el documento.	1-17

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

23.09.2010

Examinador

A. Cardenas Villar

Página

1/4

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

G09B 9/00 (2006.01)

G09B 23/28 (2006.01)

A61B 17/00 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G09B, A61B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC,WPI,NPL,INSPEC,BIOSIS,MEDLINE

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 23.09.2010

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1 - 17	SÍ
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1 - 17	SÍ
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de **aplicación industrial**. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión:

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como ha sido publicada.

1. Documentos considerados:

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 20070293734 A1	20-12-2007
D02	US 2004095310 A1	20-05-2004
D03	WO 2004029910 A1	08-04-2004
D04	US 7236618 B1	26-06-2007
D05	WO 2004051601 A1	17-06-2004
D06	WO 2008033541 A1	20-03-2008
D07	WO 2004029909 A1	08-04-2004

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

La solicitud de patente en estudio contiene una reivindicación independiente, la nº 1, que contiene todas las características técnicas fundamentales de la invención y que se refiere a un sistema para la simulación de prácticas quirúrgicas de mínima invasión para proporcionar al usuario información táctil de las diferentes zonas de la parte anatómica reproducida por el simulador y que está especialmente diseñado para permitir un número indefinido de prácticas de localización táctil de posibles puntos de incisión para la definición de portales de entrada a la zona a intervenir quirúrgicamente.

Las reivindicaciones dependientes contienen características técnicas de los componentes fundamentales del sistema: del modelo anatómico físico (2 - 4); del simulador anatómico y del dispositivo háptico utilizado (5 - 7); del simulador de herramienta quirúrgica (8 - 11); medios propios de información háptica (12 - 13); medios de visualización (14 - 16) y medios de adquisición de datos anatómicos para su utilización en la simulación (17). En el estado de la técnica son conocidos numerosos sistemas de simulación utilizados para prácticas de cirugía de mínima invasión. Los documentos citados son algunos ejemplos del estado de la técnica. Así, el documento D01 se refiere especialmente a la simulación de procedimientos quirúrgicos utilizando un conjunto de puertos de entrada para comprobar su diferente fiabilidad y para identificar las localizaciones más ventajosas y que dispone de medios de adquisición de datos para la elaboración de un modelo de una zona anatómica. El documento D02 describe la utilización de dispositivos hápticos y métodos especialmente diseñados para la simulación de orificios de entrada. El dispositivo descrito en el documento D03 reivindica un método y un dispositivo para generar entornos anatómicos virtuales para sistemas de simulación de procedimientos de cirugía de mínima invasión. El dispositivo descrito en el documento D04 incide en las propiedades hápticas y visuales de un sistema de cirugía virtual. El documento D05 describe un sistema de simulación de procedimientos quirúrgicos de mínima invasión para el entrenamiento en entornos no estáticos cuyo objetivo es simular situaciones cambiantes más próximas a la realidad.

Sin embargo ninguno de los sistemas descritos en los documentos citados está especialmente diseñado para realizar un número indefinido de prácticas de localización táctil para la detección y determinación de los portales de entrada óptimos por los que se introducirán las herramientas quirúrgicas de mínima invasión por lo que se considera que esta solicitud de patente presenta novedad y actividad inventiva según lo especificado en los artículo 6 y 8 de la LP.