



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 295 547**

(51) Int. Cl.:
A61B 19/00 (2006.01)
G01B 5/016 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **03700269 .8**
(86) Fecha de presentación : **16.01.2003**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1465541**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **13.10.2004**

(54) Título: **Procedimiento y aparato para la reconstrucción de superficies óseas durante una intervención quirúrgica.**

(30) Prioridad: **16.01.2002 WO PCT/CA02/00047**
18.01.2002 US 349267 P

(73) Titular/es: **Orthosoft Inc.**
75 Queen Street
Montreal, Québec H3C 2N6, CA

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2008

(72) Inventor/es: **Richard, Alain**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2008

(74) Agente: **Carpintero López, Francisco**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato para la reconstrucción de superficies óseas durante una intervención quirúrgica.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere al campo de la cirugía asistida por computadora o cirugía guiada por imagen. Más concretamente se refiere a la reconstrucción de la superficie de un hueso durante una intervención quirúrgica.

10 **Antecedentes de la invención**

A medida que la tecnología nos permite avanzar en el campo de la cirugía asistida por computadora, los sistemas relacionados con dicho tipo de cirugía resultan cada vez más especializados y perfeccionados. Los avances llevados a cabo en la cirugía ortopédica son especialmente espectaculares. Estos sistemas permiten que los cirujanos se preparen para intervenir quirúrgicamente mediante la observación de modelos en 3D de la anatomía de los pacientes que fueron reconstruidos utilizando imágenes preoperatorias, como por ejemplo escáneres y rayos X. Unos marcadores de planificación virtual pueden ser insertados en unas imágenes de tres dimensiones en cualquier zona de interés y el implante o prótesis ideal puede ser diseñado para un paciente específico mediante la construcción de modelos de implante virtuales y la simulación de los resultados con el modelo reconstruido.

Así mismo, durante una intervención quirúrgica, muchos instrumentos quirúrgicos son en la actualidad objeto de seguimiento y pueden representarse sobre los modelos reconstruidos en 3D para que los cirujanos puedan tener una referencia de la posición en que se encuentran en el cuerpo de un paciente. Esta es una ventaja inestimable en intervenciones quirúrgicas delicadas que dejan al cirujano un espacio muy reducido de maniobra. Por desgracia, esta característica únicamente puede aprovecharse cuando se ha llevado a cabo una reconstrucción en 3D de la estructura del paciente. Esto se lleva a cabo utilizando con carácter preoperatorio diversas tecnologías de representación por la imagen y en ellas el cirujano puede invertir un tiempo excesivo.

Sin embargo, resulta deseable reducir el tiempo del preoperatorio que un cirujano debe invertir para preparar una intervención quirúrgica. También es deseable desarrollar una aplicación que pueda utilizar medios distintos de los escáneres tomográficos computerizados (CT), cuando no puede disponerse de éstos.

Así mismo, dado que es ventajoso que el cirujano cuente con una confirmación visual de las tareas que está llevando a cabo durante la intervención quirúrgica, se necesita perfeccionar un sistema de reconstrucción ósea intraoperatoria sin CT que sea menos intraoperatoria.

El documento EP 0919203 describe un escáner tomográfico estereotático sin marco que incluye un dispositivo de representación por la imagen que define un sistema de coordenadas dentro de un espacio del escáner. Un dispositivo localizador incluye una porción de base montada en relación fija al dispositivo de representación por la imagen y un extremo libre adaptado para el desplazamiento selectivo en diversas posiciones cerca del cuerpo de un paciente dispuesto sobre el dispositivo de representación por la imagen. Un transductor de la posición asociado con el dispositivo localizador genera, en un espacio localizador, información de la localización de la punta del dispositivo localizador cuando el dispositivo localizador es desplazado cerca del cuerpo del paciente. Un procesador convierte la información de localización de la punta localizadora en información de la localización de la punta localizadora convertida dentro de un espacio de la imagen. El dispositivo de representación por la imagen está adaptado para generar información de imagen del cuerpo del paciente dentro del espacio de la imagen con respecto al cuerpo del paciente dispuesto sobre el dispositivo. Una unidad de representación está incluida para representar información de la imagen del cuerpo del paciente junto con la información de la posición de la punta del localizador sobre un monitor de visualización legible por una persona. La porción de base del dispositivo localizador está adaptada para su montaje sobre el dispositivo de representación por la imagen en una pluralidad de posiciones fijas.

El documento US 6,006,126 describe un sistema para la determinación y visualización gráfica por computadora de la anatomía de un paciente, lo mismo que el escaneo por CT o MR, y su almacenamiento junto con el equipo asociado en un campo de objetos que incluye la anatomía del paciente. Una primera estructura de cámara de digitalización produce una señal representativa de su campo de visión la cual define las coordenadas de los puntos de índice en su campo de visión. Una segunda estructura de cámara de digitalización produce una salida similar para un campo de visión de desplazamiento. Las posiciones de las dos cámaras son definidas con respecto a la anatomía del paciente para que los campos de visión de las cámaras incluyan tanto la anatomía del paciente como el equipo, pero son tomadas desde direcciones diferentes. Unos marcadores de índice están dispuestos para fijar unos puntos en los campos de visión y situar de acuerdo con ellos el equipo relacionado con la anatomía de dicho paciente. Los marcadores de índice se suministran mediante una diversidad de estructuras incluyendo fuentes luminosas en diversas formas como reflectores, diodos, y estructuras de escáner de rayos láser para proporcionar una cuadrícula, malla o nube de puntos visible.

El documento US 6,033,415 describe un procedimiento para transformar un conjunto de datos de imágenes de huesos representativas de al menos una imagen parcial de un hueso largo en un sistema de coordenadas robótico, que comprende la generación del conjunto de datos de la imagen del hueso a partir de una imagen del hueso, el registro de un brazo digitalizador del hueso en el sistema de coordenadas robótico, la generación de un conjunto de datos del

hueso digitalizado mediante la toma de mediciones de la posición de la superficie del hueso con el brazo digitalizador, y la transformación del conjunto de datos de la imagen del hueso en el sistema de coordenadas robótico mediante la realización de un cálculo del mejor ajuste entre las coordenadas del conjunto de datos de la imagen del hueso y las coordenadas correspondientes del conjunto de datos del hueso digitalizados.

Sumario de la invención

De acuerdo con ello, constituye un objeto de la presente invención reducir el tiempo preoperatorio de las intervenciones quirúrgicas.

Otro objeto de la presente invención consiste en reducir el tiempo de calibración del instrumental de las intervenciones quirúrgicas.

Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un sistema simple sin CT para su uso en casos quirúrgicos sencillos que pueda ser utilizado en combinación con un sistema basado en la CT en casos quirúrgicos difíciles.

De acuerdo con un primer aspecto amplio de la presente invención, se proporciona un procedimiento para presentar intraoperativamente un modelo aproximado de una estructura anatómica que no forma parte de un cuerpo de un animal o persona vivos, comprendiendo el procedimiento: la aplicación de un instrumento de registro que tiene un sistema de detección de la posición asociado con él en una pluralidad de emplazamientos sobre la estructura anatómica, la adquisición de unos datos de entrada utilizando el instrumento de registro de forma que se registre un punto para cada uno de los emplazamientos; el procesamiento de los datos de entrada hasta configurar un modelo aproximado de la estructura anatómica; y la representación del modelo aproximado en un dispositivo de salida.

El instrumento de registro está provisto de una punta que tiene una superficie adaptada para situarse en contacto con la superficie de una estructura anatómica y registrar la normal en el punto de contacto. Preferentemente, una nube de puntos es representada en forma de mosaico sobre el dispositivo de salida. Alternativamente, la nube de puntos es alisada y una superficie alisada es representada sobre el dispositivo de salida. Los puntos sobre los cuales se adquirieron los datos pueden también ser representados sobre la superficie alisada. También alternativamente, se lleva a cabo una reconstrucción en tres dimensiones en base a los datos de entrada adquiridos.

Adicionalmente, una base de datos de modelos conocidos de la superficie anatómica puede ser utilizada para su fijación a la porción de la superficie anatómica representada por la nube de puntos, la superficie alisada, o la reconstrucción en tres dimensiones.

De acuerdo con un aspecto amplio de la presente invención, se proporciona un sistema para representar un modelo aproximado de una superficie de una estructura anatómica de acuerdo con lo definido en la reivindicación 22.

Preferentemente, el módulo de procesamiento puede también efectuar, bien sea un alisamiento de una superficie o una reconstrucción o de un modelo en tres dimensiones. Así mismo, una base de datos de modelos conocidos puede incorporarse para su fijación a cualquier porción de la superficie anatómica representada por los datos de entrada adquiridos con el fin de representar un modelo total de la superficie anatómica.

También preferentemente, el instrumento de registro tiene una punta adaptada para situarse en contacto con la superficie de una estructura anatómica y registrar la normal en el punto de contacto. La normal para cada punto de contacto es incluida en los datos de entrada y es utilizada en la representación de la superficie anatómica.

De acuerdo con un tercer aspecto amplio de la presente invención, se proporciona un instrumento de registro de acuerdo con lo definido en la reivindicación 19.

El instrumento es un instrumento de dos extremidades con una primera superficie plana en el primer extremo y una segunda superficie plana en un segundo extremo también adaptado para determinar la normal en un punto de contacto. La primera superficie plana y la segunda superficie plana tienen dimensiones diferentes.

Breve descripción de los dibujos

Estas y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se comprenderán mejor con respecto a la descripción subsecuente y a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La Fig. 1 es un diagrama de flujo del procedimiento de acuerdo con la invención;

la Fig. 2 muestra la reconstrucción gráfica de un hueso;

la Fig. 3 muestra el hueso reconstruido después del alisado;

la Fig. 4 es un diagrama de un instrumento de registro con una punta adaptativa;

la Fig. 5 es un diagrama de bloques del sistema de acuerdo con la invención; y

la Fig. 6 es un diagrama de bloques de una porción del sistema de la figura 5.

5 Descripción detallada de la forma de realización preferente

A los fines de la presente descripción, se utilizará para demostrar la invención una cirugía de sustitución total de la rodilla. Sin embargo, puede apreciarse que la invención puede utilizarse para reconstruir la superficie de cualquier estructura anatómica de un cuerpo.

La Figura 1 es un diagrama de flujo que describe las etapas utilizadas para presentar de forma intraoperativa un modelo aproximado de una estructura anatómica sobre un dispositivo de salida. La primera etapa es aplicar un instrumento de registro a la superficie anatómica 20. Este instrumento puede ser un puntero de digitalización estándar, un puntero láser, o cualquier otro instrumento conocido por una persona experta en la materia. Un sistema de detección de la posición debe estar asociado con el instrumento para rastrear la posición y orientación del instrumento de registro a medida que se desplaza sobre la superficie de la estructura anatómica. En una forma de realización preferente, se utiliza un sistema de rastreo de reflexión de la luz que tiene al menos tres reflectores. Alternativamente, puede utilizarse cualquier sistema de detección de la posición óptico o electromagnético. La etapa siguiente consiste en adquirir los datos de entrada en cada punto de contacto 22.

En una forma de realización preferente, la normal en cada punto de contacto se determina y se incluye entre los datos de entrada. Un instrumento que tenga una superficie plana pequeña, como por ejemplo un pequeño disco, es utilizado para adquirir los datos de forma que en lugar de registrar únicamente un punto, una pequeña superficie es registrada en cada punto de contacto. Los datos de entrada son a continuación procesados hasta completar un modelo aproximado de la superficie anatómica 23 y a continuación son representados sobre el dispositivo de salida 24.

El procesamiento puede sencillamente consistir en la transformación de los datos de entrada hasta completar en una nube de puntos que constituyen un gráfico representativo de una porción de la estructura anatómica que fue digitalizada. Un ejemplo de una porción de un fémur se muestra representado mediante una nube de puntos en la figura 2. Alternativamente, los datos de entrada pueden ser alisados para ser representados como una superficie alisada representativa de una topología de la superficie más precisa de la porción de la estructura anatómica que fue digitalizada. Un ejemplo de la misma porción del fémur alisada puede apreciarse en la figura 3. Puede apreciarse en esta figura que la normal de cada punto de contacto fue tomada en consideración cuando los puntos fueron registrados. Una topología de la superficie resulta evidente a partir de la superficie representada.

Los datos de entrada pueden ser también utilizados para reconstruir un modelo en tres dimensiones de la porción de la estructura anatómica que fue digitalizada. Esto requiere un procesamiento más complejo de los datos de entrada que un simple alisado. Alternativamente, los puntos registrados pueden ser adaptados a un modelo conocido de la misma estructura anatómica y el modelo ser representado sobre el dispositivo de salida con los puntos digitalizados indicados en el modelo. De esta forma, la totalidad del hueso puede ser visualizado durante la intervención quirúrgica. Alternativamente, los datos de entrada pueden ser utilizados para reconstruir un modelo completo de la superficie anatómica utilizando la extrapolación de los datos de entrada.

Otra forma de representar una estructura anatómica completa es fijar una porción de un modelo conocido a la porción digitalizada utilizando el instrumento de registro. Por ejemplo, si la porción de un fémur que es digitalizada consiste en la corteza anterior, la superficie condilar, y la entalla intercondilar, a continuación puede unirse una porción del eje y una cabeza del fémur a partir de un modelo conocido con unas dimensiones similares a la porción digitalizada y puede ser representada como un fémur completo. El modelo conocido puede ser fijado a una nube de puntos constituyendo un mosaico, una superficie alisada, o una reconstrucción en tres dimensiones.

Opcionalmente, el modelo de la estructura anatómica representada en el dispositivo de salida puede ser ajustado adquiriendo más puntos para representar mejor la topología real de la estructura anatómica. Con la adquisición de nuevos datos, el modelo representado resulta actualizado para reflejar la nueva información.

Una vez que un modelo que representa la anatomía es representado en el dispositivo de salida, puede realizarse el seguimiento con respecto a este modelo de los instrumentos utilizados en la intervención quirúrgica, posibilitando con ello que el cirujano navegue con estos instrumentos y tenga una referencia en el cuerpo.

La reconstrucción de un modelo de las superficies es un procedimiento que posibilita que usuario digitalice pequeñas superficies en lugar de únicamente puntos. Estas superficies pueden ser pequeños círculos, como puede apreciarse en la figura 2. El pequeño círculo aparece físicamente en la punta del instrumento de registro en forma de disco pequeño plano. El tamaño del disco (radio) se escoge a modo de compromiso entre la precisión y el tiempo. Es contraproducente solicitar de un cirujano que tome cientos de puntos al digitalizar la superficie de un hueso. Sin embargo, cuantos más puntos se tomen, mejor será la representación del hueso y más preciso será el modelo. El tamaño puede variar dependiendo de la morfología de la superficie del hueso, afectando a la precisión de la herramienta. Por ejemplo, el disco podría cubrir un área de 1 cm². El disco debe situarse plano sobre la superficie para registrar la mayor superficie posible. El instrumento registra también la normal en el punto de contacto entre la superficie plana del disco y el hueso. La reconstrucción se lleva a cabo en tiempo real.

La Figura 4 es la forma de realización preferente del instrumento de registro que va a ser utilizado en el procedimiento de digitalización. El instrumento está equipado con un dispositivo 30 de detección de la posición, como por ejemplo los conocidos en el campo de la realización de seguimientos, que incorporan dispositivos de identificación de tres posiciones. En esta forma de realización, los dos extremos del instrumento pueden servir como punta de digitalización, teniendo cada extremo un radio diferente. El extremo más pequeño 32 puede ser utilizado sobre superficies anatómicas que no se adapten fácilmente a la superficie plana del instrumento. El extremo de mayor tamaño 34 puede ser utilizado sobre superficies anatómicas más planas. El usuario selecciona en la computadora el extremo que se utiliza. Alternativamente, puede haber una detección automática del extremo que está siendo utilizado, como por ejemplo cuando la computadora identifique el radio de la superficie del disco cuando es situado sobre la superficie del hueso. Para el registro efectivo de las pequeñas superficies, esto puede conseguirse de diversas maneras. Por ejemplo, puede haber un botón en el instrumento que controle la digitalización. Alternativamente, esto puede llevarse a cabo presionando una tecla existente en el teclado para seleccionar un punto que va a ser digitalizado. También alternativamente, la digitalización puede ser activada mediante una acción rotatoria de un instrumento en un cuarto de giro. Puede apreciarse que son posibles formas de realización alternativas del instrumento de registro. Por ejemplo, pueden llevarse a cabo otras combinaciones con múltiples finalidades. Un extremo puede ser un punzón, un destornillador, o una sonda, mientras que el otro extremo es un digitalizador. De modo similar, el instrumento puede ser un digitalizador con un único extremo.

La Figura 5 muestra el sistema para representar un modelo aproximado de una superficie de una estructura anatómica de acuerdo con la presente invención. Un instrumento de registro 40 envía unos datos hasta un sistema 42 de detección de la posición correspondiente a su posición y orientación con respecto a una estructura anatómica. El instrumento 40 es rastreado por el sistema 42 de detección de la posición en un entorno de tres dimensiones. La orientación y la posición del instrumento 40 son captadas por el sistema de detección de la posición y transferidas al módulo de almacenamiento 44. Los datos son a continuación enviados hasta un dispositivo de salida 46, como por ejemplo un monitor, para que puedan ser utilizados por el usuario.

La Figura 6 es un diagrama de bloques del módulo de almacenamiento 44 de una forma de realización preferente. Cuando los datos indicativos de la posición y orientación del instrumento 40 son recibidos por el módulo de almacenamiento 44 pueden ser procesados de distintas formas. Un módulo de procesamiento 48 se utiliza para alisar la superficie de mosaico constituida por los datos registrados por el instrumento 40. El procedimiento inicial del registro del hueso se lleva a cabo recabando la información sobre la superficie del hueso. La información recogida es la posición y orientación de la superficie del hueso en cada punto de contacto. La normal de la superficie digitalizada es calculada utilizando el valor medio de la orientación del instrumento de registro 40, el cual es recogido mediante el sistema de detección 42. El módulo de procesamiento 48 recibe la información de la orientación y posición y utiliza un algoritmo de modelación de la superficie, como por ejemplo el algoritmo de cubos marchantes, para proporcionar una superficie alisada de la topología del hueso. Puede apreciarse que cualquier algoritmo de modelación de la superficie conocido en la técnica puede ser utilizado para llevar a cabo el procedimiento de alisado. Opcionalmente, los puntos en los cuales fueron recogidos los datos iniciales pueden ser también representados por encima de la superficie alisada.

Alternativamente, el módulo de procesamiento 48 puede llevar a cabo una reconstrucción en tres dimensiones de un hueso utilizando los datos de posición y orientación reunidos por el instrumento de registro 40. Esta reconstrucción es similar a una reconstrucción en tres dimensiones de un hueso llevada a cabo de forma preoperatoria utilizando otros tipos de dispositivo de recogida de datos, como por ejemplo los escáneres de CT y otros dispositivos de escaneo. En una forma de realización la reconstrucción en tres dimensiones se lleva a cabo independientemente de cualquier estándar o forma y tamaño conocidos de hueso. En una forma de realización distinta, una base de datos de modelos conocidos 50 está disponible para el módulo de procesamiento 48. En este caso, la reconstrucción se basa en modelos conocidos. Los puntos registrados son adaptados utilizando un algoritmo del mejor ajuste a un modelo conocido de tamaño y forma similar a la estructura anatómica objeto de examen. La forma reconstruida es a continuación representada sobre el dispositivo de salida 46. Los puntos adaptados pueden ser representados por encima de la forma de tres dimensiones. En otra forma de realización, los modelos conocidos simplemente utilizados como referencia de la reconstrucción en tres dimensiones. El algoritmo de reconstrucción simplemente utiliza los modelos conocidos como guía de la reconstrucción de un modelo en tres dimensiones completo.

La base de datos 50 de modelos conocidos consta de una pluralidad de estructuras anatómicas de diversos tamaños y formas. El módulo de procesamiento 48 accede a la base de datos 50 y selecciona un modelo de tamaño y forma similares a la estructura anatómica sometida a la intervención. La base de datos 50 puede también constar de unas porciones o partes de estructuras anatómicas completas. Por ejemplo, en el caso de un fémur, la base de datos puede comprender cabezas de fémur de diferentes tamaños o formas, o diáfisis femorales de diferentes tamaños y formas. Estas partes de estructuras anatómicas son utilizadas para su fijación a una cualquiera de las reconstrucciones en tres dimensiones, superficies alisadas, o nubes de puntos que constituyen una porción de una estructura anatómica. La porción fijada suministra al cirujano un instrumento visual más completo durante el procedimiento quirúrgico. Se ahorra un tiempo intraoperatorio mediante la limitación de la cantidad de la digitalización necesaria para obtener una fiel representación de las áreas de interés de la estructura anatómica. Se proporciona un instrumento de guía visual mejor durante la navegación quirúrgica con un sistema de navegación quirúrgica asistido por computadora.

El sistema anteriormente descrito puede ser utilizado independientemente, o con un sistema completo de navegación quirúrgica asistido por computadora. Una vez que se ha completado el registro intraoperatorio y que se ha obtenido una representación de la estructura anatómica sobre el dispositivo de salida, puede realizarse un seguimiento

ES 2 295 547 T3

de una pluralidad de instrumentos quirúrgicos y representarse con respecto a la representación intraoperatoria. Unas guías de corte y unos bloques de posicionamiento pueden ser rastreados y utilizados en conjunción con la representación visualizada.

- 5 El procedimiento y el sistema anteriormente descritos pueden ser utilizados en cadáveres o muñecos con el fin de comprobar un sistema de cirugía asistido por computadora. El ensayo del nuevo equipo, como por ejemplo un nuevo sistema de seguimiento, un bloque de posicionamiento, una guía de corte, etc., puede también llevarse a cabo en combinación con el procedimiento y el sistema de la presente invención. El procedimiento y el sistema descrito pueden ser también utilizados en cadáveres o muñecos como instrumento de enseñanza para estudiantes de medicina.
- 10 Situaciones de la vida real pueden ser simuladas utilizando el sistema con el fin de llevar a la práctica los diversos procedimientos quirúrgicos sin los riesgos que puedan plantear para un paciente.

- Los expertos en la materia comprenderán sin dificultad que pueden efectuarse numerosas modificaciones de la forma de realización expuesta. De acuerdo con ello, la descripción precedente y los dibujos que se acompañan deben ser tomados como ilustrativos de la invención y no en sentido limitativo. Debe así mismo entenderse que la invención pretende abarcar cualquier variación, empleo, o adaptación de aquella siguiendo, en general, los principios de la invención e incluyendo las desviaciones de la presente divulgación que constituyan prácticas conocidas o habituales dentro de la técnica a la que pertenece la invención y que puedan ser aplicadas a las características esenciales de la presente memoria anteriormente expuestas, y de acuerdo con lo que se desprende del alcance de las reivindicaciones adjuntas.
- 15
- 20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la presentación intraoperatoria de un modelo aproximado de una estructura anatómica, comprendiendo el procedimiento:

la aplicación de un instrumento de registro (40) que tiene una superficie de disco plano (32, 34) en un primer extremo y que tiene un sistema (30) de detección de la posición asociado con aquél en una pluralidad de localizaciones sobre dicha estructura anatómica;

la adquisición de unos datos de entrada mediante la utilización de dicho instrumento de registro (40) de forma que un punto y su normal correspondiente es registrado para cada una de dichas localizaciones,

el procesamiento de dichos datos de entrada hasta completar un modelo aproximado de dicha estructura anatómica; y

la representación de dicho modelo aproximado sobre un dispositivo de salida, no siendo dicha estructura anatómica parte de un cuerpo animal o humano vivos.

2. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho procesamiento comprende el procesamiento de dichos datos de entrada hasta completar una nube de puntos que constituyen un mosaico y que representa una porción de dicha estructura anatómica.

3. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho procesamiento comprende el alisamiento de una superficie representada por dichos datos de entrada para representar una superficie alisada de una porción de dicha estructura anatómica.

4. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicho procesamiento comprende el suministro sobre dicha superficie alisada de dicha pluralidad de localizaciones donde dichos datos de entrada fueron adquiridos.

5. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende la repetición de dichos datos de entrada de adquisición después de dicha representación para ajustar dicho modelo de dicha estructura anatómica.

6. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 en el que dicho procesamiento comprende la reconstrucción de un modelo en tres dimensiones utilizando dichos datos de entrada para representar un modelo en tres dimensiones de una porción de dicha estructura anatómica.

7. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho procesamiento comprende la reconstrucción de un modelo en tres dimensiones utilizando dichos datos de entrada y un modelo conocido de estructura anatómica para representar un modelo en tres dimensiones de dicha estructura anatómica.

8. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho procesamiento comprende la selección de un modelo conocido a partir de una base de datos (50) de un modelo conocido que comprende una pluralidad de modelos conocidos de diferentes tamaños y formas y la ejecución de un algoritmo para determinar una adaptación del mejor encaje de dichos datos de entrada sobre dicho modelo conocido.

9. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que dicho procesamiento comprende el suministro sobre dicho modelo conocido dicha adaptación del mejor encaje de forma que dicha adaptación del mejor encaje es representada sobre dicho dispositivo de salida (46).

10. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicho procesamiento comprende fijar una porción de un modelo conocido de dicha estructura anatómica a dicho mosaico que representa una porción de dicha estructura anatómica, representando dicho modelo conocido una porción restante de dicha estructura anatómica, de forma que se represente un modelo total de dicha estructura anatómica.

11. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicho procesamiento comprende fijar una porción de un modelo conocido de dicha estructura anatómica a dicha superficie alisada de una porción de dicha estructura anatómica, representando dicho modelo conocido una porción restante de dicha estructura anatómica, de forma que se represente un modelo total de dicha estructura anatómica.

12. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dicho procesamiento comprende la fijación de una porción de un modelo conocido de dicha estructura anatómica a dicho modelo en tres dimensiones de una porción de dicha estructura anatómica, representando dicho modelo conocido una porción restante de dicha estructura anatómica, de forma que se represente un modelo total de dicha estructura anatómica.

13. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha aplicación de un instrumento de registro (40) comprende la aplicación de un instrumento de registro que tiene una superficie de disco plana en un segundo

extremo, teniendo dicha superficie de disco plana en un segundo extremo dimensiones diferentes de las de dicha superficie de disco plana en dicho primer extremo.

14. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha aplicación de un instrumento de registro (40) comprende la aplicación de un instrumento de registro que tiene un instrumento intraoperatorio en un segundo extremo.

15. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, en el que dicha aplicación de un instrumento de registro comprende la selección de un extremo entre dicho primer extremo y dicho segundo extremo para su aplicación a dicha superficie anatómica.

16. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 12, en el que dicha adquisición de datos de entrada comprende la adquisición de datos mediante la rotación de dicho instrumento (40) para indicar a dicho sistema (30) de detección de la posición que una localización ha sido seleccionada.

17. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha adquisición de datos de entrada comprende la adquisición de datos mediante la pulsación de un conmutador para indicar a dicho sistema (30) de detección de la posición que una localización ha sido seleccionada.

18. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, en el que dicha estructura anatómica es un hueso procedente de un cadáver o un muñeco.

19. Un instrumento de registro (40) para la adquisición intraoperatoria de unos datos que representan un modelo aproximado de una estructura anatómica y para la generación de unos datos de entrada que representan un punto y su normal correspondiente con el fin de determinar una topología de superficie de dicha estructura anatómica y reconstruir en tiempo real dicho modelo aproximado de una superficie anatómica; teniendo el instrumento (40) una punta adaptada (34) en un primer extremo y de forma que una superficie anatómica y una normal a dicha superficie anatómica sean registradas cuando dicha punta es aplicada a dicha superficie anatómica, y en el que dicha punta adaptada (34) es un disco plano, en el que un segundo disco plano (32) está presente sobre un segundo extremo de dicho instrumento (40), teniendo dicho segundo disco plano (32) un radio más pequeño que dicho disco plano situado en dicho primer extremo (34).

20. Un instrumento de registro de acuerdo con la reivindicación 19, en el que dicho disco plano (34) tiene un área superficial de 1 cm².

21. Un instrumento de registro de acuerdo con la reivindicación 19, en el que una rotación de dicho disco (40) determina que unos datos sean adquiridos.

22. Un sistema para representar un modelo aproximado de una superficie de una estructura anatómica, comprendiendo el sistema:

un instrumento de registro para la adquisición intraoperatoria de unos datos que representan un modelo aproximado de una estructura anatómica y para la generación de unos datos de entrada que representan un punto y su normal correspondiente para determinar la topología de superficie de dicha estructura anatómica y reconstruir en tiempo real dicho modelo aproximado de una superficie anatómica; teniendo el instrumento (40) una punta adaptada (34) en un primer extremo de forma que una superficie anatómica y una normal a dicha superficie anatómica son registradas cuando dicha punta es aplicada a dicha estructura anatómica, y en el que dicha punta anatómica (34) es un disco plano,

un sistema (30) de detección de la posición asociado a dicho instrumento de registro (40) para la adquisición de unos datos de entrada que representan una pluralidad de localizaciones sobre dicha superficie de una estructura anatómica, de forma que una posición y una orientación de dicho instrumento de registro (40) son determinadas en cada una de dicha pluralidad de localizaciones;

un módulo de almacenamiento (44) para la recepción y almacenamiento de dichos datos de entrada procedentes de dicho sistema (30) de detección de la posición;

un módulo de procesamiento (48) para el procesamiento de dichos datos de entrada hasta completar un modelo aproximado de dicha superficie anatómica mientras se toma en consideración dicha normal correspondiente con el fin de determinar una topología de superficie de dicha estructura anatómica y reconstruir en tiempo real una representación intraoperatoria de dicha superficie anatómica; y

un dispositivo de salida (46) para la representación de dicho modelo aproximado de dicha estructura anatómica.

23. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 22, en el que dicho módulo de procesamiento procesa dichos datos de entrada hasta completar una nube de puntos que constituyen un mosaico y que representan una porción de dicha estructura anatómica.

ES 2 295 547 T3

24. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 22, en el que dicho módulo de procesamiento alisa una superficie representada por dichos datos de entrada en una superficie alisada de una porción de dicha estructura anatómica.

5 25. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 24, en el que dicho módulo de procesamiento representa sobre la parte superior de dicha superficie alisada de dichas localizaciones sobre dicha superficie anatómica donde los datos fueron adquiridos.

10 26. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 22, en el que dicho módulo de procesamiento reconstruye un modelo en tres dimensiones, utilizando dichos datos de entrada, hasta completar un modelo de tres dimensiones de dicha estructura anatómica.

15 27. Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 23 a 26, que comprende una base de datos (50) de modelos conocidos de diversas dimensiones, y en el que dicho módulo de procesamiento (48) fija una porción de dichos modelos conocidos a una porción de dicha estructura anatómica con el fin de representar un modelo total.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

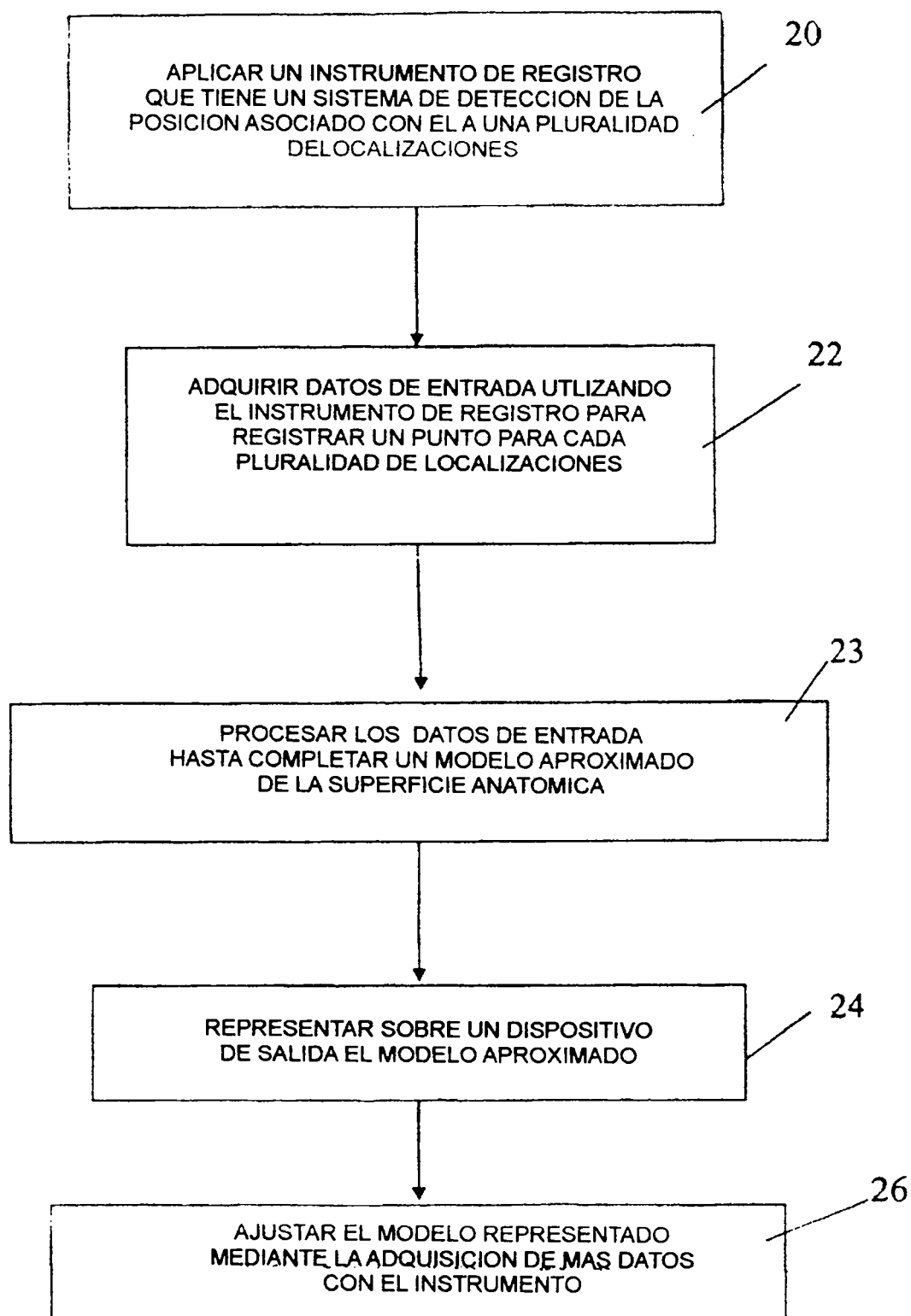


FIGURA 1

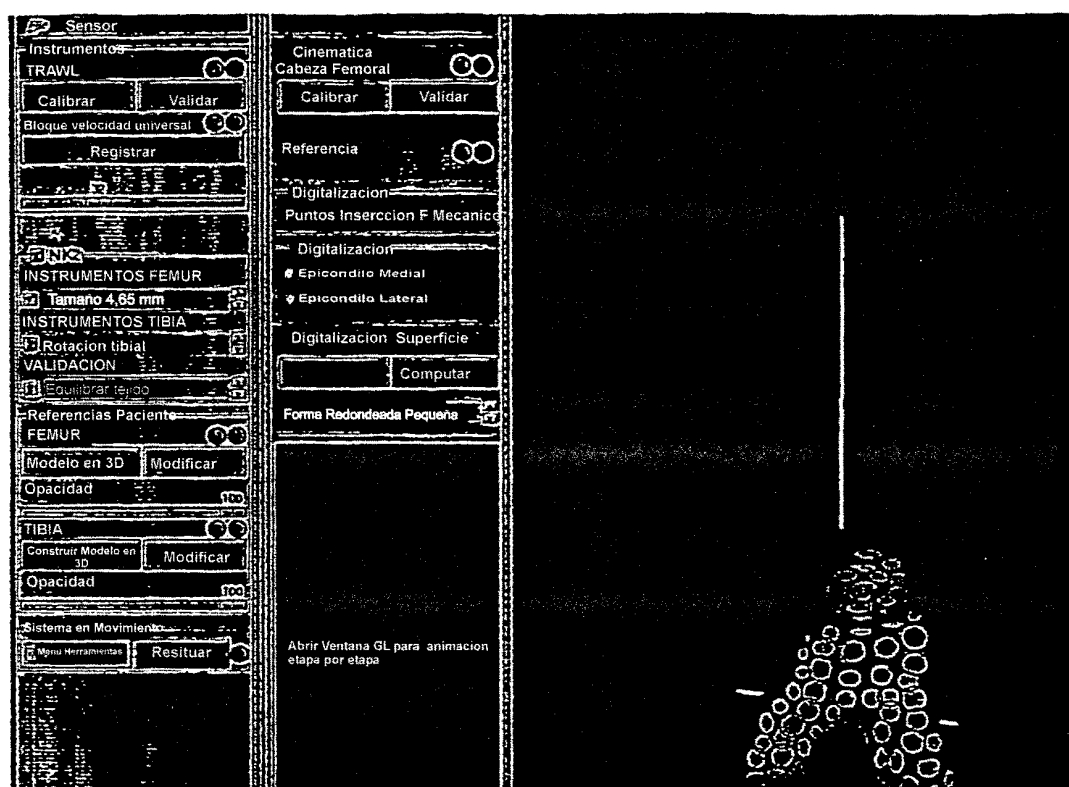


FIGURA 2

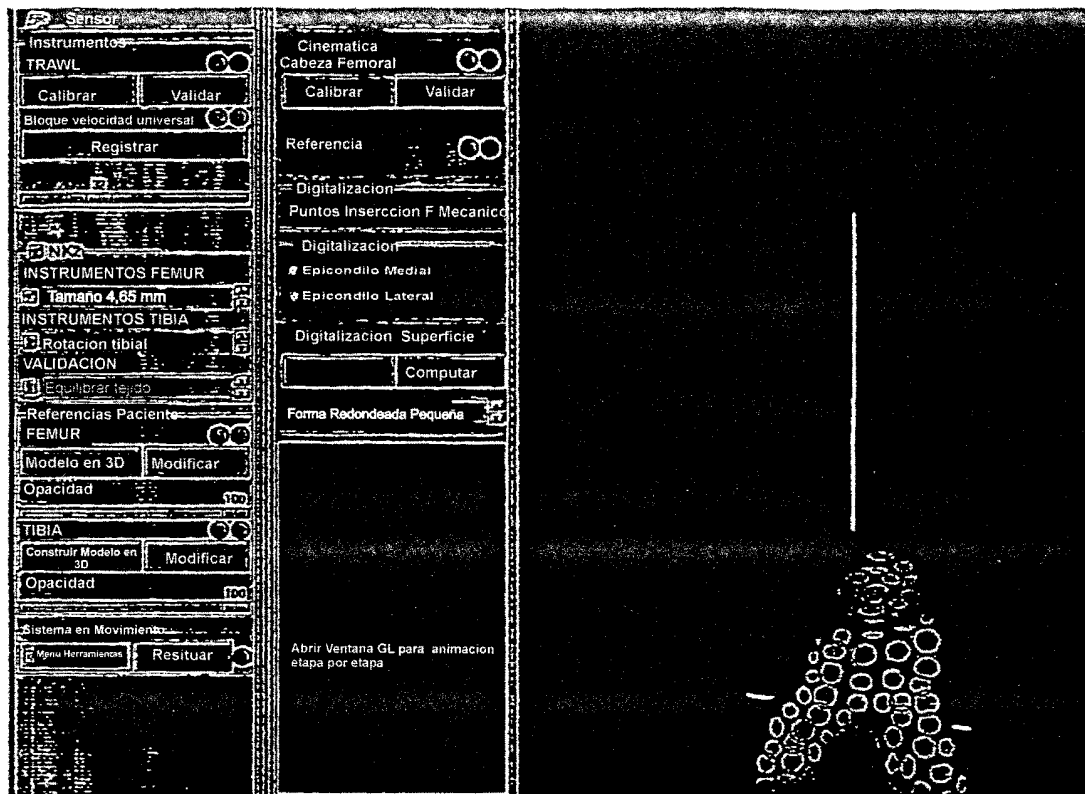


FIGURA 3

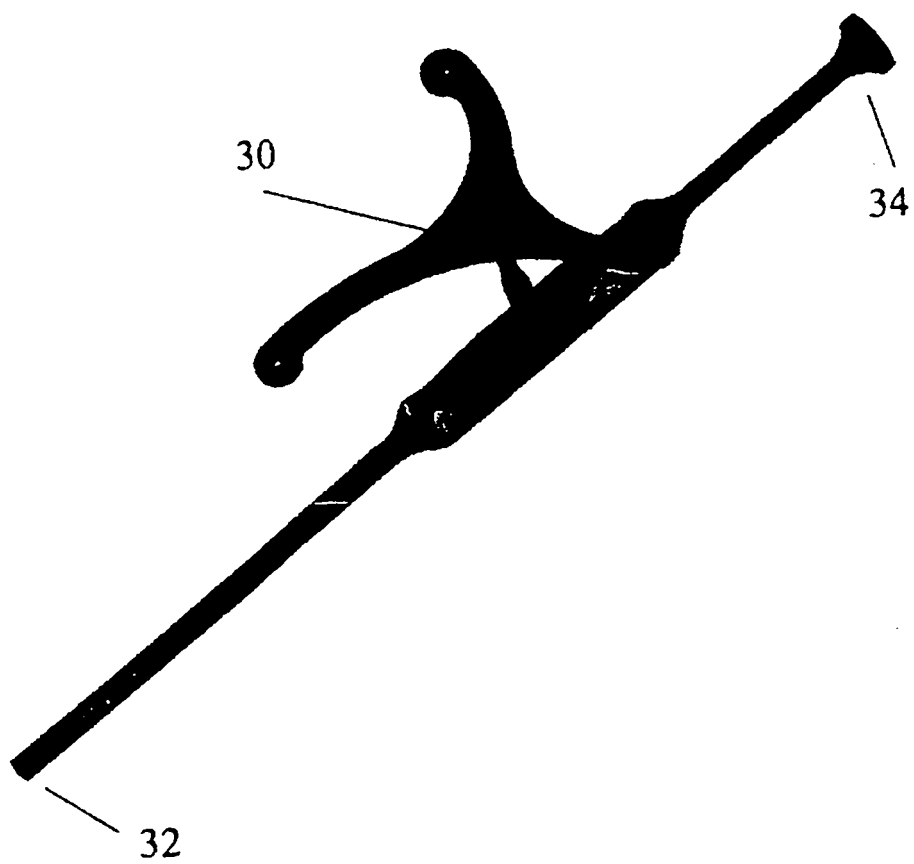


FIGURA 4

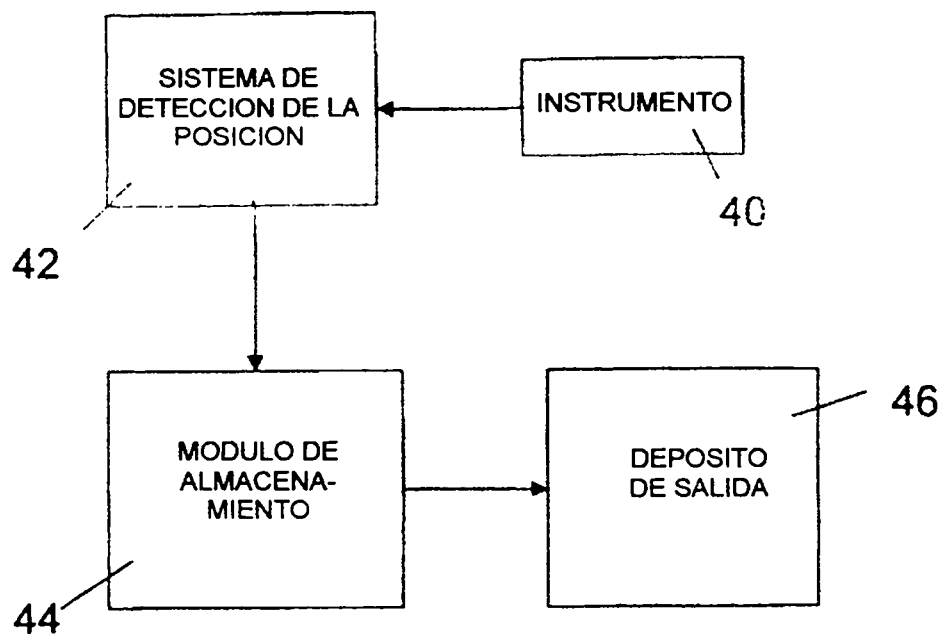


FIGURA 5

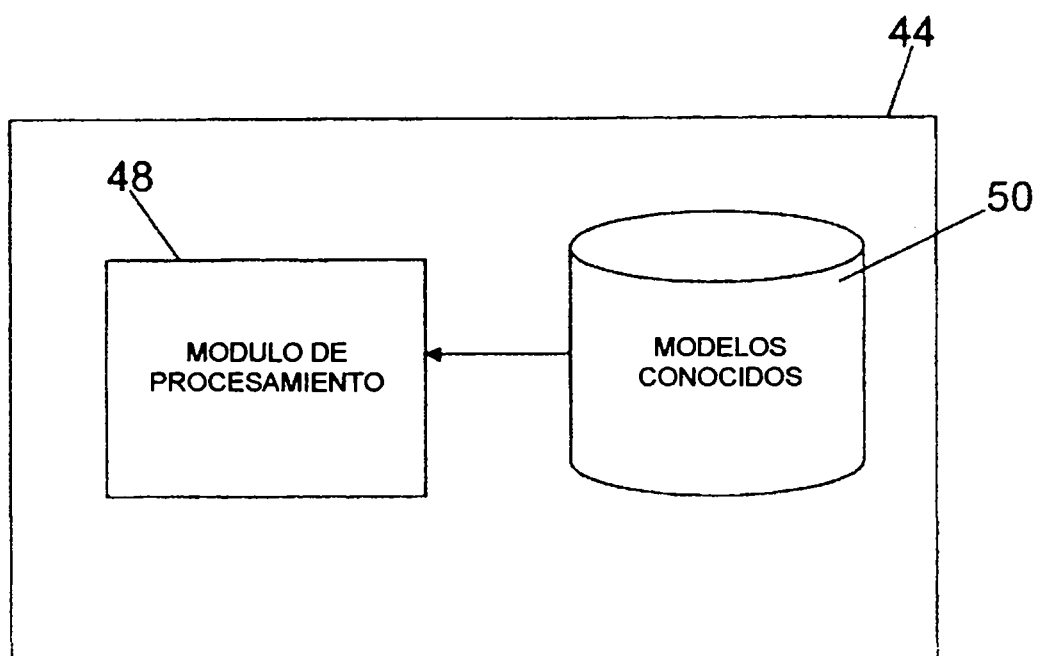


FIGURA 6