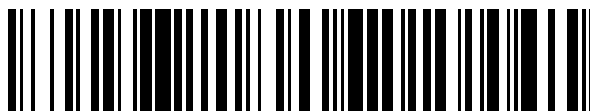


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 873 599**

51 Int. Cl.:

G16H 50/20

(2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.07.2016 PCT/EP2016/065492**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.01.2017 WO17009070**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2016 E 16739049 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.04.2021 EP 3320462**

54 Título: **Procedimiento de ayuda al diagnóstico médico**

30 Prioridad:

10.07.2015 FR 1556591

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

03.11.2021

73 Titular/es:

**SORBONNE UNIVERSITE (25.0%)
21 rue de l'École de Médecine
75006 Paris, FR;
INSERM (INSTITUT NATIONAL DE LA SANTÉ ET
DE LA RECHERCHE MÉDICALE) (25.0%);
UCL BUSINESS PLC (25.0%) y
ASSISTANCE PUBLIQUE - HÔPITAUX DE PARIS
(25.0%)**

72 Inventor/es:

**DHOMBRES, FERDINAND;
JOUANNIC, JEAN-MARIE;
JAUNIAUX, ERIC;
MALENGREZ, PASCAL y
MAURICE, PAUL**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 873 599 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de ayuda al diagnóstico médico

Campo técnico

5 La invención se sitúa en el ámbito de la asistencia al establecimiento de un diagnóstico médico. La misma se aplica especialmente, pero no exclusivamente, a la asistencia al diagnóstico de los embarazos ectópicos por medio de un examen ecográfico. Más concretamente, la invención concierne a un procedimiento de asistencia al establecimiento de un diagnóstico de un paciente, a partir de un signo de identidad, apoyándose en una base de conocimientos informáticos que comprende una ontología médica.

Estado de la técnica anterior

10 La técnica ecográfica es una técnica de adquisición de imágenes relativamente poco cara, y considerada como indolora y no invasiva para el paciente y el feto. Su utilización está actualmente expandida en el mundo, tanto en el ámbito de la obstetricia como en el ámbito de la ginecología.

En el ámbito de la obstetricia, la detección prenatal de las anomalías fetales por ecografía ha conocido un impulso considerable en los últimos treinta años. En la mayoría de los países desarrollados, esta detección se apoya en la realización de uno o dos exámenes de rutina realizados a los cinco y siete meses de amenorrea por un operador, por ejemplo un médico, una comadrona, un radiólogo o un "sonographer" según la terminología anglosajona. Ha sido propuesto progresivamente un referente de cortes ecográficos normalizados, con el fin de barrer los órganos fetales y desvelar los principales signos susceptibles de afectarles. Estos signos conciernen por ejemplo a una anomalía de un órgano del feto, tal como una malformación o un retardo en el crecimiento, o a una anomalía de la cantidad de líquido amniótico. Un exceso de líquido amniótico (hidramnio) puede ser el primer signo de alarma de una afección fetal. En la situación en que uno de los cortes ecográficos no corresponda a la imagen habitual, dicho de otro modo cuando se sospeche la presencia de un síntoma, se realiza un control inmediato o diferido generalmente por un operador experto. Asimismo, puede estar recomendado el análisis de un experto en caso de antecedentes familiares, por ejemplo en caso de antecedentes de malformación, de pareja que presente un riesgo elevado de anomalía genética, o de patología materna anterior al embarazo que exponga al riesgo de embriofetopatía. De modo general, se recomienda un examen detallado, realizado por un experto, en aproximadamente un 15% a un 20% de los embarazos. El papel del experto es entonces rechazar o confirmar la existencia de una o varias anomalías, y después reunir elementos que concurren al establecimiento de un diagnóstico y de un pronóstico.

Según los países y los establecimientos sanitarios, el operador encargado de realizar el diagnóstico prenatal por ecografía está más o menos experimentado. Casi siempre, y en particular en las estructuras de urgencias ginecológicas, los que intervienen en primera línea son médicos jóvenes, poco experimentados en ecografía. El riesgo es que los primeros signos no sean identificados, y que el paciente no sea dirigido en tiempo útil hacia un experto.

Por otra parte, el estado actual de los conocimientos en materia de patología obstétrica implica una gran complejidad en el establecimiento de un diagnóstico. El número de enfermedades raras (aproximadamente 6000), el número anomalías de desarrollo (aproximadamente 1000), y el número de signos (aproximadamente 8000 en postnatal), cada vez más accesibles en prenatal con la mejora de las técnicas de imagen, muestran que un mismo facultativo no puede controlar todos los conocimientos del ámbito.

Con el fin de gestionar eficazmente todos estos conocimientos, se han desarrollado sistemas expertos. Estos sistemas expertos comprenden una base de hechos, en este caso signos y estados patológicos, una base de reglas, y un motor de inferencia. En este caso, los hechos corresponden a signos y a estados patológicos, y las reglas corresponden a vínculos de correlación entre los signos y los estados patológicos. El motor de inferencia se parece a una inteligencia artificial. El mismo utiliza los diferentes hechos y las reglas entre estos hechos para generar nuevos hechos, hasta llegar a una respuesta satisfactoria en el mejor de los casos. Un inconveniente de los sistemas expertos es que un resultado, es decir un diagnóstico, solo puede ser facilitado si se dispone de la totalidad de informaciones necesarias. Ahora bien estas informaciones no son siempre identificables por un facultativo que tenga poca experiencia. En la práctica, los sistemas expertos pueden entonces facilitar el establecimiento de un diagnóstico por un médico experto, pero generalmente no pueden asistir a un operador 3 que tenga poca experiencia en la conducción de su examen, con miras al establecimiento de un diagnóstico, posteriormente, por un médico experto.

El documento US 2014/012790 A1 describe un método para ayudar a un diagnóstico clínico, que permite, a partir de síntomas iniciales, deducir enfermedades posibles y nuevos síntomas asociados. Una tesis, presentada por M. DONFACK GUEFACK, describe métodos de modelización de los signos en las ontologías biomédicas para la ayuda al diagnóstico. Finalmente, el documento US 2007/237377 A1 describe un método de creación de un soporte para un informe médico.

En el ámbito de la ginecología, la ecografía se ha convertido para muchos ginecólogos en la prolongación natural del examen clínico ginecológico. Permite especialmente diagnosticar las patologías ginecológicas más frecuentes, tales como la endometriosis, los quistes de ovario (benignos o malignos), los fibromas uterinos, la adenomiosis uterina o la

exploración de menometrorragias. Cuando la ecografía de pelvis es realizada por un operador experimentado, la misma conduce una gran relevancia diagnóstica.

Sin embargo, como para la detección prenatal de las anomalías fetales, la calidad diagnóstica es en la práctica mediocre en razón, por una parte, de un defecto de formación de los operadores y, por otra, de la ausencia de un protocolo de examen definido, contrariamente a lo que puede observarse en el ámbito de la obstetricia.

Exposición de la invención

La invención es definida por las reivindicaciones adjuntas.

Un objetivo de la invención es especialmente remediar todos o parte de los inconvenientes antes citados.

En particular, un objetivo de la invención es permitir a los operadores que realizan un examen médico ser asistidos con el fin de recoger todas de las informaciones necesarias para el establecimiento de un diagnóstico fiable. Esto implica recoger informaciones no solamente para corroborar el diagnóstico establecido, sino también para descartar otros diagnósticos posibles.

La invención está destinada especialmente a permitir a los operadores que tengan poca experiencia y pocos conocimientos en el ámbito considerado, recoger todas de las informaciones necesarias para un experto para permitirle establecer un diagnóstico fiable.

La invención se apoya en la utilización de una base de conocimientos informáticos que comprende una ontología médica. De manera general, una ontología médica constituye una representación lógica de los conocimientos en el ámbito médico, o en un ámbito médico particular. Diferentes conceptos, tales como signos, órganos, estados patológicos (enfermedades o síndromes) están relacionados unos con otros o entre sí por medio de relaciones semánticas. La ontología está generalmente modelizada en un lenguaje estándar de la Web, interpretable por ordenador, lo que permite la realización de procedimientos automáticos. Las ontologías tienen la ventaja principal de poder relacionar datos heterogéneos, de permitir el tratamiento de una cantidad importante de datos, y de poder ser enriquecidos con nuevos datos sin poner en cuestión la estructura de los datos.

Más concretamente, la invención tiene por objeto un procedimiento de asistencia al establecimiento de un diagnóstico de un paciente implementado por un dispositivo, a partir de al menos un signo de identidad e introducido por un operador en este dispositivo y basándose en una base de conocimientos informáticos que comprende una ontología médica, comprendiendo la ontología médica:

- una lista de signos, que forman una clase "signo",
- una lista de estados patológicos, que forman una clase "estado patológico", y
- un primer conjunto de relaciones lógicas entre los signos y los estados patológicos, estableciendo cada relación lógica un vínculo de correlación entre un signo y un estado patológico,

comprendiendo el procedimiento:

- una etapa de búsqueda de estados patológicos potenciales, en la cual se buscan en la clase "estado patológico" todos los estados patológicos relacionados por un vínculo de correlación con al menos uno de los signos identificados por medio del primer conjunto de relaciones lógicas, formando los citados estados patológicos los estados patológicos potenciales, y
- una etapa de identificación de signos potenciales, en la cual, para cada estado patológico potencial, se identifican en la clase "signo" todos los signos relacionados por un vínculo de
- correlación con el estado patológico potencial por medio del primer conjunto de relaciones lógicas, formando los citados signos los signos potenciales.

En la presente solicitud de patente, el término "signo" designa un fenómeno relacionado con el estado de un paciente. El mismo cubre especialmente los conceptos de "signo funcional", de "signo clínico", y de "signo paraclínico". Un signo funcional, denominado igualmente "síntoma", designa un fenómeno tal como es sentido y expresado subjetivamente, cualitativamente o cuantitativamente por el paciente. Se trata por ejemplo de una fatiga, de un dolor, o de una tos. Un signo clínico es un signo observado durante el examen clínico de un paciente. El mismo se constata objetivamente, le perciba o no el paciente, se trata por ejemplo de un soplo en el corazón, de un reflejo anormal en un examen neurológico, de un fenómeno de crepitación observado en el campo pulmonar, o de una marcha temblorosa de un paciente que camine con los ojos cerrados. Un signo paraclínico es un signo observado con la ayuda de un instrumento. Se trata por ejemplo de un signo biológico, de un signo histológico (anatomía patológica de un cáncer por ejemplo), o de un signo de imagen, es decir un signo observado durante interpretación de una imagen médica. Una imagen médica puede ser obtenida por diferentes técnicas de adquisición de imágenes, tales como la radiografía, el escáner, o la imagen por resonancia magnética.

En la presente solicitud de patente, el término “estado patológico” designa un estado de alteración de las funciones, de la morfología o de la salud de un órgano u organismo cuya causa se conoce o no, y que se caracteriza por la presencia o la ausencia de uno o varios signos. Deberá observarse que el estado patológico es designado por el término “enfermedad” cuando se conoce la causa, y por el término “síndrome” si no.

5 El procedimiento según la invención permite así, a partir de uno o varios signos identificados, remontarse al conjunto de estados patológicos que afectan potencialmente al paciente, y listar todos los signos correlacionados con cada uno de estos estados patológicos posibles, con el fin de proponer al facultativo una lista de signos que pueden ser verificados y permitirle, después de un análisis, seleccionar uno o varios estados patológicos que afectan potencialmente al paciente.

10 Según una primera variante de realización, en el caso en que se utilicen en el procedimiento uno o varios signos identificados, la etapa de búsqueda de estados patológicos es realizada considerando individualmente cada signo identificado. La etapa de búsqueda de estados patológicos potenciales consiste entonces en buscar, para cada signo identificado, todos los estados patológicos relacionados por un vínculo de correlación con el signo identificado considerado, formando los diferentes conjuntos de estados patológicos así encontrados los estados patológicos potenciales. La etapa de identificación de signos potenciales puede ser realizada varias veces, después de cada búsqueda de estados patológicos relacionados con uno de los signos identificados, o una sola vez, cuando todos los estados patológicos potenciales han sido encontrados.

Según una segunda variante de realización, la etapa de búsqueda de estados patológicos es realizada considerando colectivamente todos los signos identificados. La etapa de búsqueda de estados patológicos potenciales consiste entonces en buscar todos los estados patológicos relacionados por un vínculo de correlación con cada uno de los signos identificados.

Según una forma particular de realización, el primer conjunto de relaciones lógicas comprende relaciones lógicas según cada una de las cuales un signo es revelador de al menos un estado patológico. Dicho de otro modo, una relación lógica puede tomar la forma siguiente: “El signo A es revelador del estado patológico B”. Una relación lógica puede relacionar un único signo a un único estado patológico. Cuando un signo dado es revelador de varios estados patológico, una multiplicidad de relaciones lógicas relaciona este signo con los estados patológicos. La ontología permite representar una relación lógica definiendo varios vínculos entre un signo dado y estados patológicos. La relación lógica toma entonces por ejemplo la forma siguiente: “El signo C es revelador de los estados patológicos D, E y F”. Otras relaciones lógicas son igualmente posibles. La relación lógica correspondiente puede tomar entonces la forma siguiente: “El signo G es revelador de la ausencia del estado patológico H”. Es posible atribuir a cada relación lógica un coeficiente representativo de la probabilidad de que un signo sea asociado a un estado patológico. La relación lógica toma entonces la forma siguiente: “El signo J está presente en el 80% de los casos del estado patológico K”.

Los estados patológicos pueden presentar ciertas correlaciones entre sí, especialmente relaciones de parentesco. Dicho de otro modo, ciertos estados patológicos pueden ser constitutivos de uno o varios estados patológicos. Se habla en este caso de orden entre los estados patológicos. Para un estado patológico de orden m dado, donde m es un entero natural estrictamente positivo, todos los estados patológicos a los cuales pertenece forman los estados patológicos padres, de orden p , con p un entero natural estrictamente superior a m . A modo de ejemplo, el estado patológico “catarro” puede ser considerado como un estado patológico de orden uno, constitutivo de un estado patológico de orden dos, “afección viral de la nariz”. Este estado patológico de orden dos es a su vez constitutivo de un estado patológico de orden tres “afección viral”. Este estado patológico es constitutivo de un estado patológico de orden cuatro “enfermedad infecciosa”.

Así, según una forma particular de realización, la ontología comprende, además, un segundo conjunto de relaciones lógicas entre estados patológicos de la clase “estado patológico”, definiendo cada relación lógica un vínculo de parentesco entre un estado patológico dado y un estado patológico padre de este estado patológico dado, comprendiendo la etapa de búsqueda de estados patológicos potenciales:

- una búsqueda de estados patológicos potenciales de orden n , en la cual se buscan todos los estados patológicos revelados por al menos uno de los signos identificados, formando los citados estados patológicos los estados patológicos potenciales de orden n , y
- una búsqueda de estados patológicos potenciales de orden dos a N , donde N es un entero natural superior o igual a dos, comprendiendo la búsqueda de estados patológicos potenciales de orden n , donde n es un entero natural comprendido entre dos y N , para cada estado patológico potencial de orden $n-1$, una búsqueda de todos los estados patológicos padres de este estado patológico potencial de orden $n-1$ por medio del segundo conjunto de relaciones lógicas, formando los citados estados patológicos padres los estados patológicos potenciales de orden n , comprendiendo la etapa de identificación de signos potenciales una identificación de todos los signos reveladores de un estado patológico potencial de orden uno, y/o un estado patológico potencial de orden n .

La búsqueda de estados patológicos de orden superior al orden uno está limitada por el número N . Este número N debe ser determinado de manera que barra un conjunto suficiente y razonable de estados patológicos. El número N puede ser así fijado en función de la ontología médica considerada, y especialmente en función del número de estados

patológicos en esta ontología o en función del número de estados patológicos potenciales identificados en la etapa correspondiente. El número N está comprendido por ejemplo entre dos y cuatro.

Ventajosamente, la etapa de identificación de signos potenciales comprende una clasificación de estos signos potenciales, según la cual todos los signos potenciales reveladores de un estado patológico potencial de orden m, donde m es un entero natural comprendido entre uno y N, forman los signos potenciales de orden m. Dicho de otro modo, todos los signos potenciales identificados directamente desde un estado patológico potencial de orden n son clasificados como signos potenciales de orden n. En la medida en que un mismo signo puede ser revelador de diferentes estados patológicos, ciertos signos identificados pueden ser clasificados con órdenes diferentes. Es posible entonces conservar solo uno de estos signos, preferentemente aquél asociado al orden más bajo.

Con el fin de ayudar al facultativo a verificar los diferentes signos potenciales, es posible indicarle las modalidades técnicas que permiten observar estos signos potenciales. Tal es especialmente el caso cuando los signos pueden ser observados por imagen médica. La ontología médica puede comprender entonces, además:

- una lista de modalidades técnicas de adquisición de imágenes médicas que forman una clase "imagen", definiendo cada modalidad técnica de adquisición de una imagen médica un tipo de tecnología de adquisición de imágenes médicas, y un posicionamiento de la imagen médica en el paciente, y

- un tercer conjunto de relaciones lógicas entre los signos y las modalidades técnicas de adquisición de imágenes médicas, definiendo cada relación lógica una modalidad técnica de adquisición de una imagen médica que permite observar un signo,

compendiendo el procedimiento además:

- una etapa de identificación de modalidades técnicas de adquisición de interés, en la cual, para cada signo potencial, la totalidad de las modalidades técnicas de adquisición de imágenes médicas que permiten observar el citado signo potencial son identificadas en la clase imagen por medio de un tercer conjunto de relaciones lógicas, formando las citadas modalidades técnicas de adquisición de imágenes médicas las modalidades de adquisición de interés.

El término "modalidad técnica de adquisición de una imagen médica", o más simplemente "modalidad de adquisición", designa un conjunto de particularidades técnicas que permiten obtener una cierta imagen médica, apta para ser comparada con una imagen de referencia o con datos de referencia. En particular, una modalidad de adquisición puede ser definida por un tipo de tecnología de adquisición de las imágenes médicas, y un posicionamiento de la imagen médica con relación al paciente. A modo de ejemplos, una modalidad de adquisición puede ser definida por la técnica ecográfica, y un corte sagital medio del encéfalo del feto, o un corte del perímetro cefálico del feto, o un corte sagital del útero de la paciente.

La etapa de identificación de modalidades técnicas de adquisición de interés puede comprender una clasificación de estas modalidades técnicas de adquisición de interés, según la cual la totalidad de las modalidades técnicas de adquisición de imágenes médicas de interés que permiten observar un signo potencial de orden m forman las modalidades técnicas de adquisición de interés de orden m.

El procedimiento de asistencia al establecimiento de un diagnóstico según la invención puede comprender una etapa de construcción de un protocolo de examen. El protocolo de examen comprende esencialmente una lista ordenada de las modalidades técnicas de adquisición de interés que hay que proponer al facultativo para la búsqueda de signos potenciales. Preferentemente, las modalidades técnicas de adquisición de interés están jerarquizadas según su orden, siendo las modalidades técnicas de adquisición de interés de orden m prioritarias con respecto a las modalidades técnicas de adquisición de interés de orden m+1.

Varias modalidades técnicas de adquisición de interés pueden tener el mismo orden. En este caso, es posible privilegiar las modalidades técnicas de adquisición de interés que permitan observar más signos potenciales. Así, el procedimiento puede ser dispuesto de modo que las modalidades técnicas de adquisición de interés del mismo orden estén jerarquizadas según su aparición entre la totalidad de las modalidades técnicas de adquisición de interés de este orden, o entre la totalidad de las modalidades técnicas de adquisición de interés de diferentes órdenes.

El procedimiento según la invención puede comprender, además, una etapa de visualización de las modalidades técnicas de adquisición de interés.

El procedimiento puede igualmente comprender:

- una etapa de selección de modalidades técnicas de adquisición que haya que implementar, en la cual se selecciona al menos una de las modalidades técnicas de adquisición de interés, formando la totalidad de las modalidades técnicas de adquisición de interés las modalidades técnicas de adquisición que haya que implementar, y

- una etapa de adquisición de una o varias imágenes médicas, siendo adquirida cada imagen médica según una de las modalidades técnicas de adquisición de interés que haya que implementar.

La etapa de adquisición de una o varias de las imágenes médicas puede ser realizada de manera más o menos automática. A modo de ejemplo, en el caso en que todas las modalidades técnicas de adquisición de interés impliquen la utilización de un dispositivo de imagen por resonancia magnética, las diferentes imágenes pueden ser adquiridas sin necesitar desplazar al paciente, y sin intervención del facultativo.

- 5 El procedimiento de asistencia al establecimiento de un diagnóstico de un paciente puede constituir un procedimiento iterativo. En efecto, una vez que un conjunto de signos potenciales hayan sido identificados, es posible verificar la presencia o la ausencia de estos signos, y utilizarlos como constituyentes de los signos identificados para una nueva iteración del procedimiento.

- 10 Así, según una forma particular de realización, el procedimiento de asistencia al establecimiento de un diagnóstico de un paciente comprende una repetición de las etapas de búsqueda de estados patológicos potenciales, de identificación de signos potenciales y, en su caso, una repetición de las etapas de identificación de modalidades técnicas de adquisición de interés, de selección de modalidades técnicas de adquisición que haya que implementar, y de adquisición de una o varias imágenes médicas. El procedimiento comprende por ejemplo, al final de cada iteración de la etapa de adquisición de una o varias imágenes médicas, una etapa de verificación del estado clínico de los signos
15 potenciales, constituyendo estos signos potenciales los signos identificados para una nueva iteración del procedimiento, y una nueva iteración de las diferentes etapas del procedimiento.

- Siempre con el objetivo de asistir al facultativo en el establecimiento de las informaciones que permitan establecer un diagnóstico, el procedimiento según la invención puede facilitar al facultativo imágenes de referencia, tanto para permitirle verificar el carácter normal o anormal de un fenómeno observado en el paciente, o de ayudarlo a adquirir
20 imágenes explotables para el diagnóstico.

- La base de conocimientos informáticos puede así comprender, además, una biblioteca de imágenes médicas, representando cada imagen médica un signo, comprendiendo el procedimiento, posteriormente a la etapa de identificación de signos potenciales, una etapa de búsqueda de imágenes de referencia, en la cual, para al menos uno de los signos potenciales, se buscan en la biblioteca de imágenes médicas la totalidad de las imágenes médicas que
25 representan el citado al menos un signo potencial, formando las citadas imágenes médicas las imágenes de referencia.

- Cada imagen médica puede representar naturalmente varios signos. Una imagen puede representar una situación considerada como normal o anormal. En un modo de realización particular, la etapa de búsqueda de imágenes de referencia comprende la búsqueda, para al menos uno de los signos potenciales, de una imagen que representa el signo potencial en una situación normal, y una imagen que representa el mismo signo potencial en una situación
30 anormal.

- Según una forma particular de realización, la etapa de búsqueda de imágenes de referencia es realizada posteriormente a la etapa de identificación de modalidades técnicas de adquisición de interés, y comprende, para al menos uno de los signos potenciales, la búsqueda de imágenes médicas que representan el citado al menos un signo potencial y que son adquiridas por una de las modalidades técnicas de adquisición de interés. Las imágenes de
35 referencia son así presentadas al facultativo según la misma forma que aquélla en que se supone fueron obtenidas durante la adquisición de las imágenes.

La ontología médica puede referirse a diferentes ámbitos médicos y, especialmente, a los ámbitos de la ginecología y de la obstetricia. En particular, la ontología médica puede referirse a los embarazos ectópicos.

- La invención tiene igualmente por objeto un dispositivo apto para implementar el procedimiento según la invención. Más concretamente, el dispositivo puede comprender una memoria informática en la cual esté registrada la base de conocimientos, y medios de tratamiento aptos para realizar las diferentes etapas, especialmente la etapa de búsqueda de estados patológicos potenciales, la etapa de identificación de signos potenciales y, en su caso, la etapa de identificación de modalidades técnicas de adquisición de interés.

- Según una forma particular de realización, el dispositivo comprende además medios de adquisición de imágenes médicas, aptos para adquirir imágenes según al menos una de las modalidades técnicas de adquisición de imágenes
45 médicas de la clase imagen.

La invención tiene también por objeto un programa informático que comprende instrucciones ejecutables por un ordenador para implementar el procedimiento de asistencia al establecimiento de un diagnóstico de un paciente tal como se ha descrito anteriormente.

- 50 La invención tiene finalmente por objeto un soporte informático que comprende instrucciones ejecutables por un ordenador para implementar el procedimiento anteriormente descrito.

Descripción de la figuras

- Otras ventajas y particularidades de la invención aparecerán en la lectura de la descripción detallada de implementaciones y de modos de realización en modo alguna limitativos, en relación con los dibujos anejos en los
55 cuales:

- la figura 1 representa esquemáticamente un ejemplo de base de conocimientos informáticos en la cual se basa el procedimiento de asistencia al establecimiento de un diagnóstico según la invención;
- la figura 2 representa un ejemplo de ontología médica;
- la figura 3 ilustra un ejemplo de relaciones lógicas entre un estado patológico y signos;
- 5 - la figura 4 ilustra un ejemplo de relaciones lógicas entre varios estados patológicos;
- la figura 5 representa un ejemplo de procedimiento de asistencia al establecimiento de un diagnóstico de un paciente según la invención.

Descripción de modos de realización

Los modos de realización descritos en lo que sigue no son en modo alguno limitativos, se podrán considerar especialmente variantes de la invención que comprendan solo una selección de características descritas, por consiguiente aisladas de las otras características descritas (incluso si esta selección es aislada en el seno de una frase que comprenda otras características), si esta selección de características es suficiente para conferir una ventaja técnica o para diferenciar la invención con respecto a la técnica anterior. Esta selección comprende al menos una característica, preferentemente funcional sin detalles estructurales, o solamente con una parte de los detalles estructurales si esta parte únicamente es suficiente para conferir una ventaja técnica o para diferenciar la invención con respecto al estado de la técnica anterior.

Se recuerda que el término "signo" designa cualquier fenómeno vinculado con el estado de un paciente, y cubre especialmente los conceptos de "signo funcional", de "signo clínico", y de "signo paraclínico". El término "estado patológico" se refiere a un estado de alteración de las funciones, de la morfología, o de la salud de un órgano o de un organismo, que se manifiestan por la presencia o ausencia de uno o varios signos. El término "modalidad técnica de adquisición de una imagen médica" designa un conjunto de particularidades técnicas que permiten obtener una imagen médica, apta para ser comparada con una imagen de referencia o con datos de referencia.

La figura 1 representa esquemáticamente una base de conocimientos informáticos en la que se apoya el procedimiento de asistencia al establecimiento de un diagnóstico según la invención. La base de conocimientos 10 está por ejemplo registrada en una memoria informática de un ordenador o de un servidor informático, o en un soporte de almacenamiento desmontable, tal como un disco compacto (CD) o una llave USB. La misma comprende una biblioteca 11 de imágenes médicas y una ontología médica 12. Cada imagen médica representa uno o varios signos, y está asociada a una etiqueta que indica diferentes propiedades de la imagen médica. La etiqueta indica por ejemplo la técnica de adquisición de la imagen médica (escáner, ecografía, tomografía, etc), el órgano del paciente representado, el posicionamiento de la imagen con respecto al paciente, por ejemplo el plano de corte en el cual se sitúa la imagen, para una imagen plana, o las fronteras de la imagen, para una imagen tridimensional. La etiqueta puede también indicar la presencia de cada signo observable en la imagen asociada, y el estado clínico de este signo. El estado clínico toma por ejemplo uno de los valores siguientes: "estado normal", "estado variante de la normal", "malformación", "inflamación", "excrecencia", etc. La biblioteca 11 de imágenes médicas comprende por ejemplo cortes o conjuntos de imágenes médicas, que representan un signo dado para diferentes estados clínicos. En particular, una de las imágenes puede representar el signo para un estado considerado como normal.

La figura 2 representa más en detalle la ontología médica 12. La ontología médica 12 comprende una lista 121 de signos, una lista 122 de estados patológicos, y una lista 123 de modalidades técnicas de adquisición de imágenes médicas. Para comodidad de lectura, los signos están designados individualmente o globalmente con la referencia S_i , donde el índice i es un entero natural comprendido entre uno y P , los estados patológicos están designados individualmente o globalmente con la referencia D_j , donde el índice j es un entero natural comprendido entre uno y Q , y las modalidades técnicas de adquisición de imágenes médicas son designadas individualmente o globalmente con la referencia M_k , donde el índice k es un entero natural comprendido entre uno y R . Los enteros P , Q y R son enteros naturales superiores o iguales a dos. Estos pueden ser del orden de algunas decenas, de algunas centenas, o incluso de varios millares. Todos los signos S_i forman una clase "signo", todos los estados patológicos D_j forman una clase "estado patológico", y la totalidad de las modalidades técnicas de adquisición de imágenes médicas forma la clase "imagen".

La ontología médica 12 comprende además un primer conjunto 124 de relaciones lógicas entre los signos S_i y los estados patológicos D_j , un segundo conjunto 125 de relaciones lógicas entre los estados patológicos D_j y un tercer conjunto 126 de relaciones lógicas entre los signos S_i y las modalidades técnicas de adquisición de imágenes médicas M_k . Cada relación lógica del primer conjunto 124 establece un vínculo de correlación entre un signo S_i y un estado patológico D_j , como se explica más en detalle en referencia a la figura 3. Cada relación lógica del segundo conjunto 125 define un vínculo de parentesco entre un estado patológico dado D_j , y un estado patológico padre D_l de este estado patológico dado, como se explica en detalle en la figura 4. Cada relación lógica del tercer conjunto 126 define una modalidad técnica de adquisición de una imagen médica M_k que permite observar uno de los signos S_i . Un signo S_i puede ser observable por varias modalidades técnicas de adquisición de una imagen médica M_k . Por otra parte, una modalidad técnica de adquisición de una imagen médica M_k puede permitir observar varios signos S_i .

La figura 3 ilustra un ejemplo de relaciones lógicas entre un estado patológico D_1 y signos S_1, S_2, S_3 , en el ámbito ginecológico. A modo de ejemplo, se considera que el estado patológico D_1 es un embarazo ectópico y que los signos S_1, S_2, S_3 son respectivamente una vacuidad del útero, una masa latero-uterina, y un derrame peritoneal. Cada signo S_i es revelador del estado patológico D_1 . Las relaciones lógicas 31, 32, 33 son por tanto definidas en consecuencia.

Es posible atribuir a cada relación lógica un coeficiente representativo de la probabilidad de que un signo esté asociado a un estado patológico. Durante la ejecución del procedimiento según la invención, estados patológicos pueden ser así puestos delante con respecto a otros.

La figura 4 ilustra un ejemplo de relaciones lógicas entre varios estados patológicos, en el ámbito de la medicina fetal. A modo de ejemplo, se considera que el estado patológico D_1 es el síndrome CARGA, y que se trata de un estado patológico de orden uno. Este estado patológico D_1 es el estado patológico hijo de tres estados patológicos D_2, D_3 y D_4 , que corresponden respectivamente a una anomalía sindrómica del desarrollo del ojo, una sordera genética sindrómica, y una malformación otorrinolaringológica. Estos estados patológicos D_2-D_4 son denominados estados patológicos padres, o estados patológicos primeros padres, en la media en que están directamente relacionados con el estado patológico D_1 . Estos forman estados patológicos de orden dos. El estado patológico D_2 (anomalía sindrómica del desarrollo del ojo, es el hijo de dos estados patológicos D_5 y D_6 que corresponden respectivamente a una anomalía del desarrollo del ojo de origen genético y una anomalía del ojo de origen genético. Estos estados patológicos constituyen estados patológicos de orden tres con respecto al estado patológico D_1 . Asimismo, el estado patológico D_4 (malformación otorrinolaringológica) es el estado patológico hijo de los estados patológicos D_7 (enfermedad otorrinolaringológica) a D_8 (malformación de la cabeza y del cuello). De manera análoga a las relaciones entre los signos y los estados patológicos, las relaciones lógicas entre los estados patológicos pueden comprender coeficientes representativos de una probabilidad de parentesco.

La figura 5 representa un ejemplo de procedimiento de asistencia al establecimiento de un diagnóstico de un paciente según la invención. El procedimiento 500 comprende una primera etapa 501, en la cual uno o varios signos S_1 son introducidos por un operador en un dispositivo que implementa el procedimiento, tal como un ordenador. Esos signos pueden haber sido identificados típicamente por un operador. Los mismos se denominan así "signos identificados".

En etapas posteriores, se buscan estados patológicos potenciales de orden uno a N . A tal efecto, en una segunda etapa 502, una variable n toma el valor uno.

En una etapa posterior 503, se buscan todos los estados patológicos potenciales D_j de orden n en la clase "estado patológico". Durante la primera iteración de esta etapa 503, donde n tiene el valor uno, la búsqueda se efectúa por medio del primer conjunto 124 de relaciones lógicas. Durante las iteraciones siguientes de la etapa 503, en las que n toma un valor entero comprendido entre dos y N , la búsqueda se efectúa por medio del segundo conjunto 125 de relaciones lógicas. La etapa 503 de búsqueda de los estados patológicos potenciales D_j conduce a una lista de estados patológicos potenciales de diferentes órdenes. La información relativa al orden de cada estado patológico puede ser conservada, en un objetivo de jerarquización, como se explica más adelante.

En una cuarta etapa 504, se identifican en la clase signos todos los signos potenciales S_i de orden n reveladores de un estado patológico potencial D_j de orden n . Esta etapa 504 es realizada por medio del primer conjunto 124 de relaciones lógicas. La etapa 504 puede comprender una clasificación de los signos potenciales S_i identificados, en función del orden del estado patológico potencial D_j que les ha revelado. Ventajosamente, cuando un signo potencial S_i es identificado para diferentes órdenes, es posible conservar solamente el signo potencial de orden menos elevado.

En una etapa 505, se identifican la totalidad de modalidades técnicas de adquisición de las imágenes médicas M_k que permiten observar los signos potenciales S_i de orden n . Más concretamente, para cada signo potencial S_i de orden n , se identifican en la clase signo todas las modalidades técnicas de adquisición de las imágenes médicas M_k , por medio del tercer conjunto 126 de relaciones lógicas. Estas modalidades de adquisición son denominadas modalidades técnicas de adquisición de interés. La etapa 505 puede comprender una clasificación de las modalidades técnicas de adquisición de interés M_k en función del orden asociado al signo potencial S_i considerado, de manera que permita clasificar estas modalidades de adquisición M_k según que las mismas sean más o menos susceptibles de mostrar signos potenciales S_i próximos al signo inicial, identificado por el operador.

En una etapa 506, se verifica si la búsqueda de estados patológicos potenciales, y de sus signos potenciales asociados, ha explorado suficientemente vías posibles. En la práctica, se verifica si la variable n es inferior o igual a N , o estrictamente superior a N . En el primer caso, se incrementa en una unidad esta variable en una etapa 507, y se reiteran las etapas 502 a 506 con este nuevo valor de n . En el segundo caso, se pone fin a la búsqueda de nuevos estados patológicos potenciales, de nuevos signos potenciales asociados, y de nuevas modalidades técnicas de adquisición de interés asociadas.

El procedimiento ejecuta entonces una etapa 508, en la cual se construye un protocolo de examen. Este protocolo de examen consiste en listar la totalidad de las modalidades técnicas de adquisición de interés M_k , preferentemente en función de su clasificación. El protocolo de examen así construido puede ser visualizado por el operador en una etapa 509.

5 En una etapa 510, se seleccionan las modalidades técnicas de adquisición de imágenes que haya que implementar entre las modalidades técnicas de interés. La selección puede ser realizada por un operador, o de modo automático por un algoritmo. La misma consiste por ejemplo en seleccionar las modalidades de adquisición que presenten el orden más bajo. Además, se pueden seleccionar las modalidades de adquisición que permitan observar más signos potenciales en una misma imagen, o que impliquen la utilización de un solo aparato de imagen médica, en detrimento de modalidades de adquisición que conduzcan a la observación de un único signo potencial, o de modalidades de adquisición que impliquen la utilización de diferentes aparatos de imagen médica.

10 En una etapa opcional 511, se pueden buscar una o varias imágenes de referencia en función de las modalidades de adquisición que haya que implementar. La etapa 511 consiste en buscar, en la biblioteca 11, imágenes médicas, correspondiendo estas a las modalidades técnicas de adquisición que haya que implementar, y que por tanto representen signos potenciales. Esta búsqueda puede ser efectuada por medio de una etiqueta asociada a cada imagen. El operador que deba efectuar la adquisición de las imágenes médicas dispone así de imágenes de referencia para permitirle verificar que la imagen adquirida corresponde bien a la esperada para el establecimiento posterior de un diagnóstico.

15 En una etapa 512, se adquieren imágenes médicas. Estas imágenes médicas son adquiridas de acuerdo con las modalidades técnicas de adquisición que haya que implementar. La adquisición de las imágenes puede ser realizada por el operador, o de manera automática, por uno o varios dispositivos de adquisición de imágenes.

20 Naturalmente, la invención no está limitada a los ejemplos que se acaban de describir y a estos ejemplos pueden ser aportadas numerosas disposiciones sin salirse del marco de la invención, tal como queda definida por las reivindicaciones adjuntas. En particular, los signos de la ontología no son necesariamente observables por una imagen, sino que pueden consistir en cualquier tipo de fenómeno relacionado con el estado de un paciente, tal como la temperatura corporal del paciente, o una propiedad física o bioquímica de un fluido corporal del paciente. Así, la etapa de identificación de modalidades técnicas de adquisición de imágenes médicas puede consistir, más generalmente, en una etapa de identificación de modalidades técnicas de adquisición de datos médicos.

25

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de asistencia al establecimiento de un diagnóstico de un paciente implementado por un dispositivo, a partir de al menos un signo identificado e introducido por un operador en este dispositivo (501) y apoyándose en una base de conocimientos informáticos (10) que comprende una ontología médica (12), comprendiendo la ontología médica:

- una lista (121) de signos (S_i), que forman una clase "signo",
- una lista (122) de estados patológicos (D_j), que forman una clase "estado patológico", y
- un primer conjunto (124) de relaciones lógicas entre los signos y los estados patológicos, estableciendo cada relación lógica un vínculo de correlación entre un signo y un estado patológico,

comprendiendo el procedimiento (500):

- una etapa (503) de búsqueda de estados patológicos potenciales, en la cual se busca en la clase estado patológico la totalidad de estados patológicos relacionados por un vínculo de correlación con al menos uno de los signos identificados por medio del primer conjunto (124) de relaciones lógicas, formando los citados estados patológicos los estados patológicos potenciales, y

- una etapa (504) de identificación de signos potenciales, en la cual, para cada estado patológico potencial, se identifican en la clase signo todos los signos relacionados por un vínculo de correlación con el citado estado patológico potencial por medio del primer conjunto (124) de relaciones lógicas, formando los citados signos los signos potenciales.

caracterizado por que la ontología médica (12) comprende además:

- una lista (123) de modalidades técnicas de adquisición de imágenes médicas (M_k) que forman una clase "imagen", definiendo cada modalidad técnica de adquisición de una imagen médica un tipo de tecnología de adquisición de imágenes médicas, y un posicionamiento de la imagen médica en el paciente, y

- un tercer conjunto (126) de relaciones lógicas entre los signos y las modalidades técnicas de adquisición de imágenes médicas, definiendo cada relación lógica una modalidad técnica de adquisición de una imagen médica que permite observar un signo,

comprendiendo el procedimiento además.

- una etapa (505) de identificación de modalidades técnicas de adquisición de interés, en la cual, para cada signo potencial, se identifican en la clase imagen la totalidad de las modalidades técnicas de adquisición de imágenes médicas que permiten observar el citado signo potencial por medio de un tercer conjunto (126) de relaciones lógicas, formando las citadas modalidades técnicas de adquisición de imágenes médicas las modalidades de adquisición de interés.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el cual el primer conjunto (124) de relaciones lógicas comprende relaciones lógicas según cada una de las cuales un signo (S_i) es revelador de un estado patológico (D_j).

3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el cual la ontología médica (12) comprende, además, un segundo conjunto (125) de relaciones lógicas entre estados patológicos de la clase estado patológico, definiendo cada relación lógica un vínculo de parentesco entre un estado patológico dado y un estado patológico padre de este estado patológico dado, comprendiendo la etapa (503) de búsqueda de estados patológicos potenciales:

- una búsqueda de estados patológicos potenciales de orden uno, en la cual se buscan todos los estados patológicos revelados por al menos uno de los signos identificados, formando los citados estados patológicos los estados patológicos potenciales de orden uno, y

- una búsqueda de estados patológicos potenciales de orden dos a N, donde N es un entero natural superior o igual a dos, comprendiendo la búsqueda de estados patológicos potenciales de orden n, donde n es un entero natural comprendido entre dos y N, para cada estado patológico potencial de orden n-1, una búsqueda de todos los estados patológicos padres de este estado patológico potencial de orden n-1 por medio del segundo conjunto (125) de relaciones lógicas, formando los citados estados patológicos padres los estados patológicos potenciales de orden n, comprendiendo la etapa (504) de identificación de signos potenciales una identificación de todos los signos reveladores de un estado patológico potencial de orden uno, y/o un estado patológico potencial de orden n.

4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el cual la etapa (504) de identificación de signos potenciales comprende una clasificación de estos signos potenciales, según la cual la totalidad de signos potenciales reveladores de un estado patológico potencial de orden m, donde m es un entero natural comprendido entre uno y N, forman los signos potenciales de orden m.

5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el cual la etapa (505) de identificación de modalidades técnicas de adquisición de interés comprende una clasificación de estas modalidades técnicas de adquisición de interés, según la cual la totalidad de las modalidades técnicas de adquisición de imágenes médicas de interés que permiten observar un signo potencial de orden m forman las modalidades técnicas de adquisición de interés de orden m .
- 5 6. Procedimiento según la reivindicación 5 que comprende, además, una etapa (508) de construcción de un protocolo de examen, en el cual las modalidades técnicas de adquisición de interés están jerarquizadas según su orden, siendo las modalidades técnicas de adquisición de interés de orden m prioritarias con respecto a las modalidades técnicas de adquisición de interés de orden $m+1$.
- 10 7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el cual las modalidades técnicas de adquisición de interés del mismo orden se jerarquizan según su apariencia entre la totalidad de modalidades técnicas de adquisición de interés de este orden, o entre la totalidad de las modalidades técnicas de adquisición de interés de los diferentes órdenes.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 7 que comprende, además, una etapa de visualización de las modalidades técnicas de adquisición de interés.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 8, que comprende, además:- 15 ▪ una etapa (510) de selección de modalidades técnicas de adquisición que haya que implementar, en la cual se seleccionan al menos una de las modalidades técnicas de adquisición de interés, formando la totalidad de las modalidades técnicas de adquisición de interés seleccionadas las modalidades técnicas de adquisición de interés que haya que implementar, y
- 20 ▪ una etapa (512) de adquisición de una o varias imágenes médicas, siendo adquirida cada imagen médica según una de las modalidades técnicas de adquisición que haya que implementar.
- 25 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual la base de conocimientos informáticos (10) comprende, además, una biblioteca (11) de imágenes médicas, representando cada imagen médica un signo, comprendiendo el procedimiento, posteriormente a la etapa (504) de identificación de signos potenciales, una etapa (511) de búsqueda de imágenes de referencia, en la cual, para al menos uno de los signos potenciales, se buscan en la biblioteca (11) de imágenes médicas, la totalidad de las imágenes médicas que representan el citado al menos un signo potencial, formando las citadas imágenes médicas las imágenes de referencia.
- 30 11. Procedimiento según la reivindicación 10, tomada con una de las reivindicaciones 1 a 9, en el cual la etapa (511) de búsqueda de imágenes de referencia es realizada posteriormente a la etapa (505) de identificación de modalidades técnicas de adquisición de interés, y comprende, para al menos uno de los signos potenciales, la búsqueda de imágenes médicas que representan el citado al menos un signo potencial y que son adquiridas por una de las modalidades técnicas de adquisición de interés.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual la ontología médica (12) se refiere a los embarazos ectópicos.
- 35 13. Programa informático que comprende instrucciones ejecutables por un ordenador para implementar el procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes.
14. Soporte informático que comprende instrucciones ejecutables por un ordenador para implementar el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12.

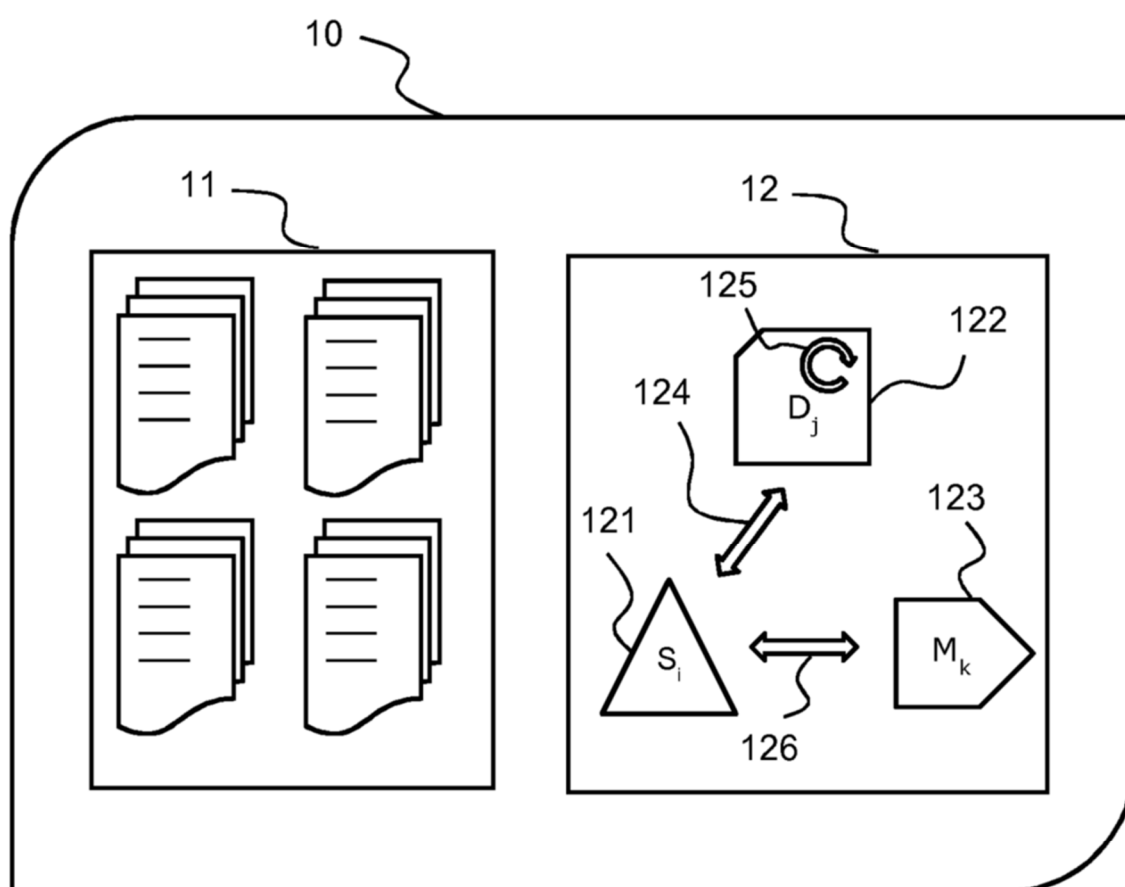


FIG. 1

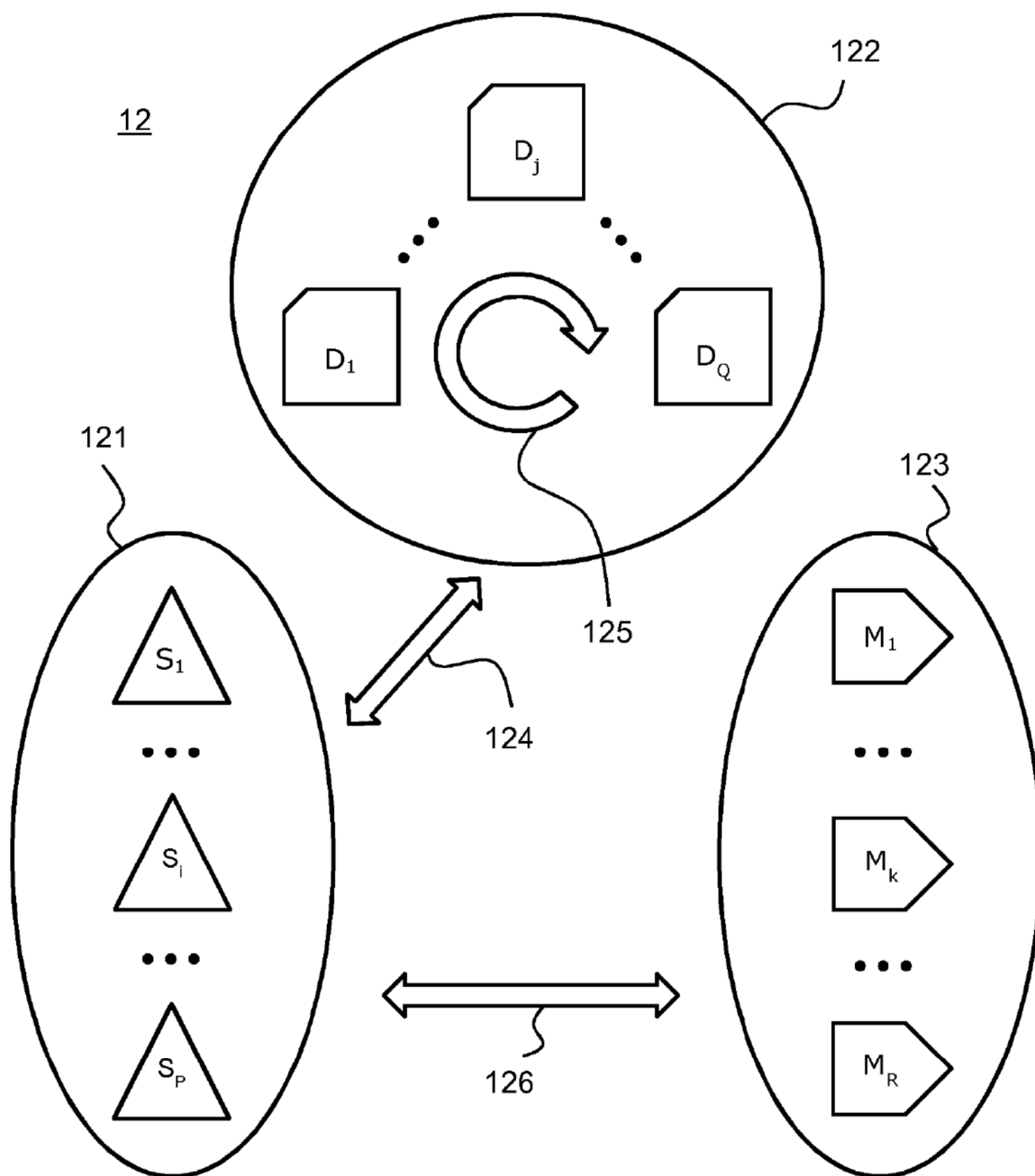


FIG. 2

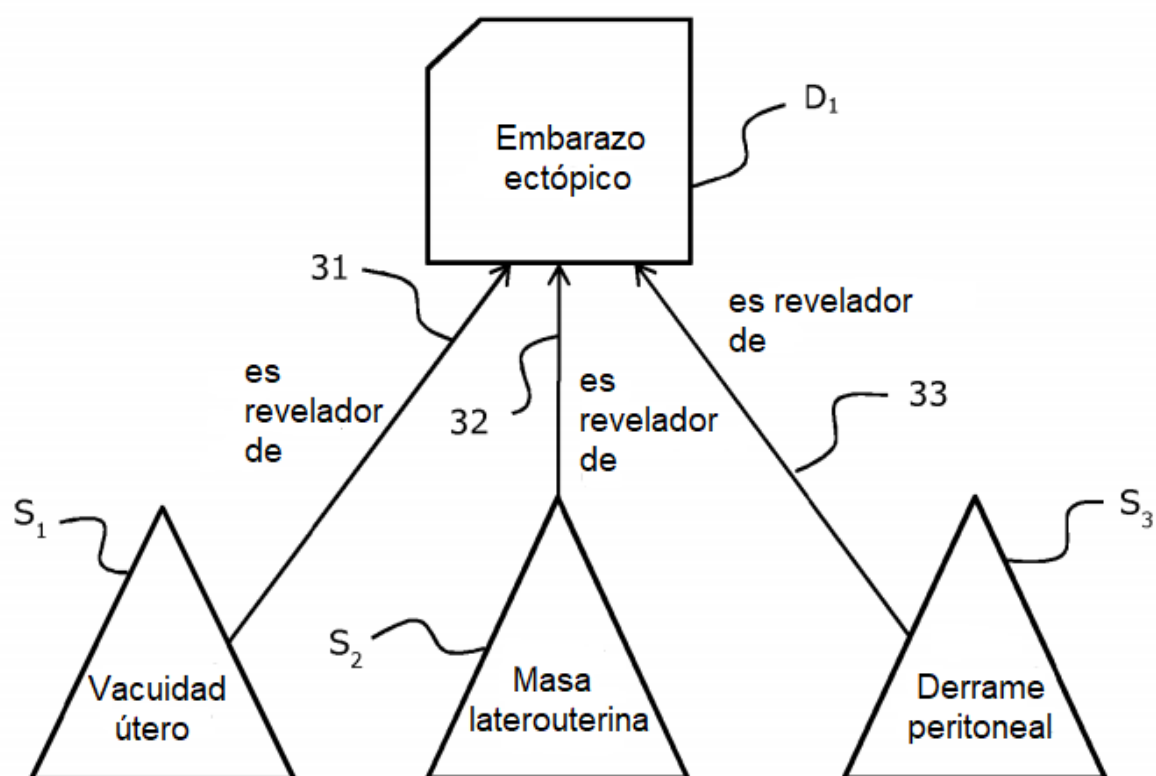


FIG. 3

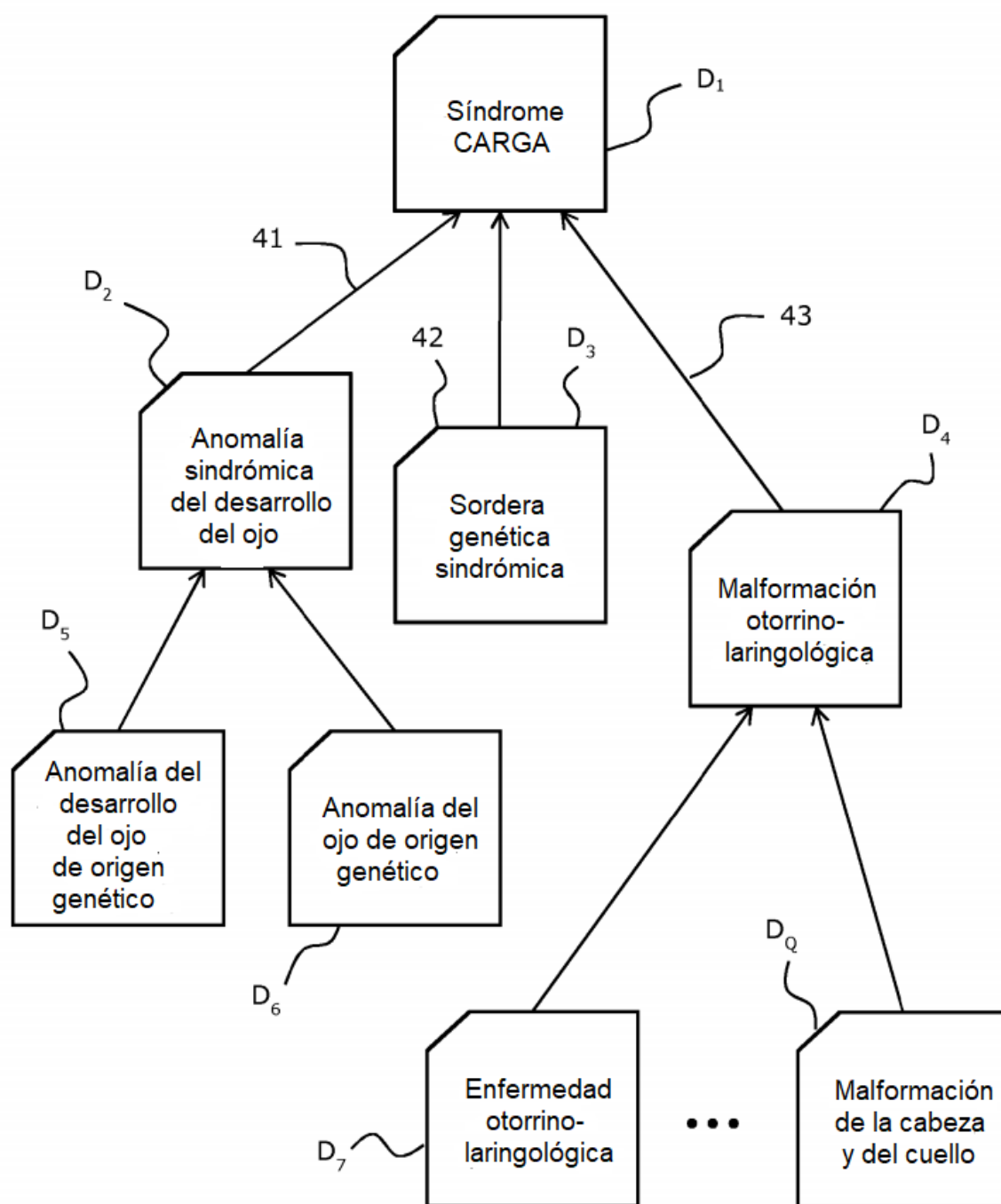


FIG. 4

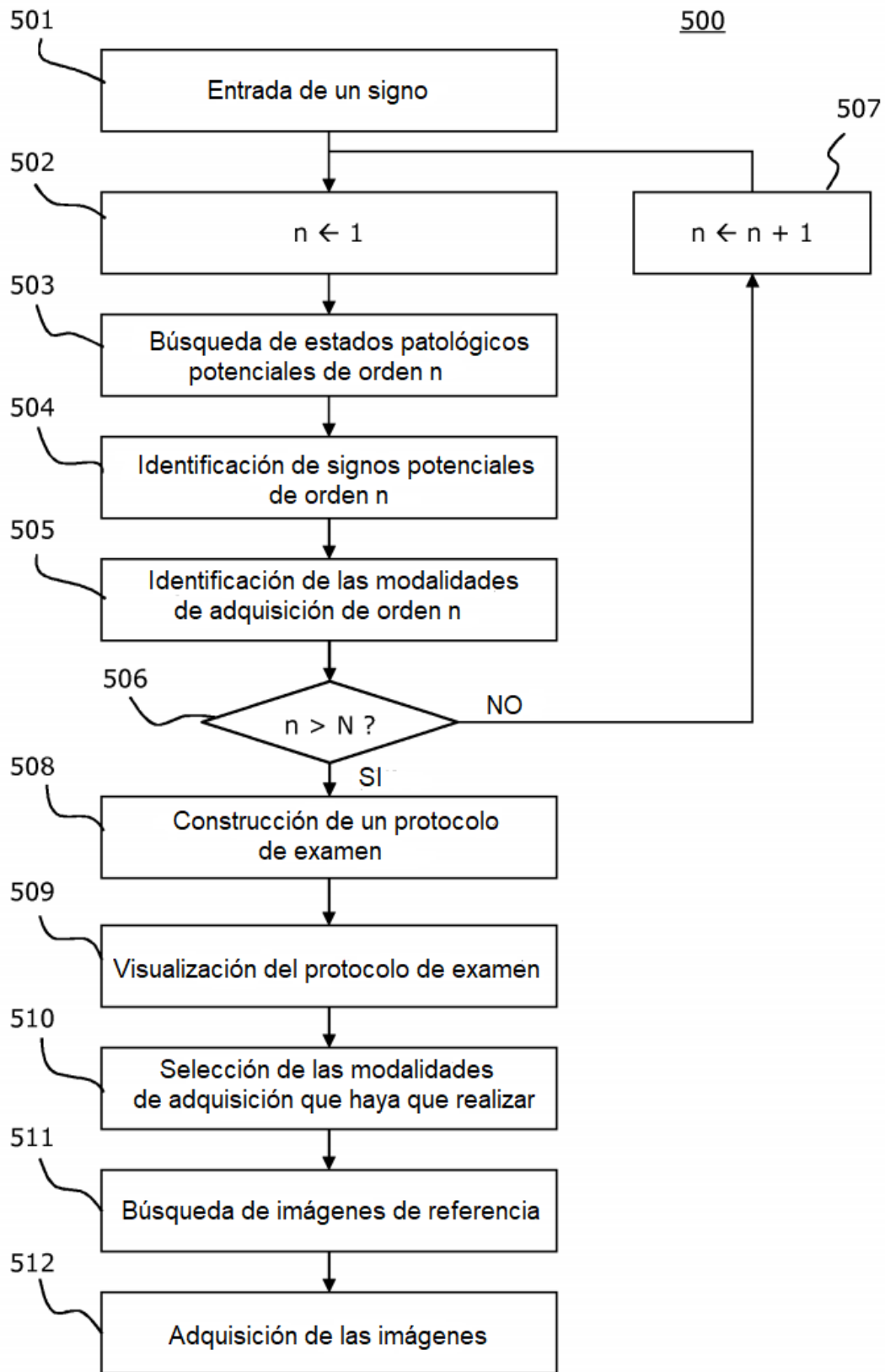


FIG. 5