

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. März 2012 (01.03.2012)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/025081 A2

(51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2011/001518

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Juni 2011 (20.06.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 024 851.7 22. Juni 2010 (22.06.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): OTTO-VON-GUERICHKE-UNIVERSITÄT
MAGDEBURG MEDIZINISCHE FAKULTÄT
[DE/DE]; Leipziger Str. 44, 39120 Magdeburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): AMTHAUER, Holger
[DE/DE]; Leipziger Str. 44, 39120 Magdeburg (DE).
GROSSER, Oliver, Stephan [DE/DE]; Schillerstr. 48,
39108 Magdeburg (DE).

(74) Anwälte: DONATH, Dirk et al.; Bock Bieber Donath,
Hans-Knöll-Str. 1, 07745 Jena (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: METHOD FOR DISPLAYING STORED HIGH-RESOLUTION DIAGNOSTIC 3-D IMAGE DATA AND 2-D REALTIME SECTIONAL IMAGE DATA SIMULTANEOUSLY, CONTINUOUSLY, AND IN PARALLEL DURING A MEDICAL INTERVENTION OF A PATIENT AND ARRANGEMENT FOR CARRYING OUT SAID METHOD

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR SIMULTANEN, PARALLELEN, KONTINUIERLICHEN DARSTELLUNG VON GESPEICHERTEN, HOCHAUFGELOSTEN DIAGNOSTISCHEN 3-D-BILDDATEN UND 2-D-ECHTZEITSCHNITTBILDDATEN WÄHREND EINER MEDIZINISCHEN INTERVENTION EINES PATIENTEN UND ANORDNUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DIESES VERFAHRENS

(57) Abstract: The invention relates to a method for displaying stored high-resolution diagnostic 3-D image data and 2-D realtime image data simultaneously, continuously, and in parallel during a medical intervention of a patient and to an arrangement for carrying out said method. The aim of the invention to create such a method (navigation according to the "road map" principle), wherein said aim is achieved by performing the following steps: using at least one high-resolution diagnostic 3-D image data set of a target region of the patient recorded before the intervention; continuously recording at least one 2-D sectional image data set of the target region in realtime; recording at least one non-diagnostic 3-D image data set of the target region without diagnostic quality during the intervention; adapting the presentation of the high-resolution diagnostic 3-D image data set to the presentation of the 2-D sectional image data set and selecting section planes of said image data set that correspond to section planes of the 2-D sectional image data set by dynamically coregistering the diagnostic 3-D image data set with the non-diagnostic 3-D image data set and the non-diagnostic 3-D image data set with the 2-D sectional image data set and continuously and simultaneously displaying the dynamically coregistered diagnostic 3-D image data set and the 2-D sectional image data set in realtime on two devices located next to each other for presenting the 3-D image data and the 2-D realtime sectional image data in parallel.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur simultanen, parallelen, kontinuierlichen Darstellung von gespeicherten, hochaufgelösten diagnostischen 3-D- und 2-D-Echtzeitbilddaten während einer medizinischen Intervention

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/025081 A2



eines Patienten und eine Anordnung zur Durchführung dieses Verfahrens. Die Aufgabe der Erfindung, ein solches Verfahren (Navigation nach dem „Roadmap“-Prinzip) zu schaffen, wird dadurch gelöst, dass folgende Schritte durchlaufen werden: Verwendung zumindest eines vor der Intervention aufgenommen hochaufgelösten diagnostischen 3-D-Bilddatensatzes eines Zielbereichs des Patienten; kontinuierliches Aufnehmen zumindest eines 2-D-Schnittbilddatensatzes des Zielbereichs in Echtzeit; Aufnehmen zumindest eines während der Intervention aufgenommenen nichtdiagnostischen 3-D-Bilddatensatzes des Zielbereichs ohne diagnostische Qualität; Anpassung der Präsentation des hochaufgelösten diagnostischen 3-D-Bilddatensatzes an die Präsentation des 2-D-Schnittbilddatensatzes sowie Auswahl von Schnittebenen dieses Bilddatensatzes, welche mit Schnittebenen des 2-D-Schnittbilddatensatzes korrespondieren, durch dynamische Koregistrierung des diagnostischen 3-D-Bilddatensatzes mit dem nichtdiagnostischen 3-D-Bilddatensatz sowie des nichtdiagnostischen 3-D-Bilddatensatzes mit dem 2-D-Schnittbilddatensatz und kontinuierliche simultane Darstellung des dynamisch koregistrierten diagnostischen 3-D-Bilddatensatzes sowie des 2-D-Schnittbilddatensatzes in Echtzeit auf zwei nebeneinander befindlichen Einrichtungen zur parallelen Präsentation der 3-D-Bilddaten und der 2-D-Echtzeitschnittbilddaten.

Verfahren zur simultanen, parallelen, kontinuierlichen Darstellung von gespeicherten, hochaufgelösten diagnostischen 3-D-Bilddaten und 2-D-Echtzeitschnittbilddaten während einer medizinischen Intervention eines Patienten und Anordnung zur Durchführung dieses Verfahrens

5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur simultanen, parallelen, kontinuierlichen Darstellung von gespeicherten, hochaufgelösten diagnostischen 3-D-Bilddaten und 2-D-Echtzeitbilddaten während einer medizinischen Intervention eines Patienten und eine Anordnung zur Durchführung dieses Verfahrens.

DE 10 2006 003 126 A1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Visualisieren von dreidimensionalen Objekten insbesondere in Echtzeit. Dabei wird ein dreidimensionaler Bilddatensatz des Objektes erstellt und mit aufgenommenen zweidimensionalen Durchleuchtungsbildern des Objektes registriert. Zur Visualisierung werden die Kanten des Objektes aus dem dreidimensionalen Datensatz extrahiert und mit den zweidimensionalen Durchleuchtungsbildern mit den Kanten des Objektes visuell überlagert.

Bei der sogenannten „Overlay Methode“ (gemeinsame Darstellung von einem 2-D-Bild und einem projizierten 3-D-Bild) gemäß DE 10 2006 003 126 A1 werden die beiden Bilder an Hand verschiedener Methoden übereinander gelegt.

Der Nachteil der Visualisierung gemäß 10 2006 003 126 A1 ist, dass nach erfolgter 2-D/3-D-Registrierung eine intuitive Darstellung und Kopplung beider Bildmodalitäten in einem Darstellungsfenster erfolgen muss (händisch mit Hilfe eines Joysticks, welches von Operateur bedient wird).

Üblicher Weise erfolgte dies vor dem Verfahren gemäß 10 2006 003 126 A1 in der Art, dass die präoperativ erhaltenen 3-D-Bilddaten parallel auf einem zweiten Visualisierungssystem zum Interventionszeitpunkt neben den 2-D- Echtzeit-Bilddaten präsentiert

- 2 -

wurden (sogenanntes „Linked cursor“-Verfahren). Hierbei muss der Operateur/ der interventionelle Radiologe jeweils manuell in den 3-D-Bilddaten die zu den 2-D- Echtzeit-Bilddaten korrespondierenden Schnittbilder heraussuchen (siehe dazu bspw. US 6,317,621 B1 und US
5 6,351,513 B1).

DE 10 2007 051 479 A1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Darstellung von Bilddaten mehrerer Bilddatensätze während einer medizinischen, insbesondere abdominalen, Intervention, welches auf der
10 Offenbarung von DE 10 2006 003 126 A1 aufbaut.

Das Verfahren gemäß DE 10 2007 051 479 A1 umfasst folgende Schritten:

- Verwendung zumindest eines vor der Intervention aufgenommenen, dreidimensionalen Bilddatensatzes eines Zielbereiches der
15 Intervention,
- Aufnehmen zumindest eines zweidimensionalen Projektionsdatensatzes des Zielbereiches,
- Registrierung des dreidimensionalen Bilddatensatzes aus dem ersten Schritt mit dem zweidimensionalen Bilddatensatz aus dem zweiten
20 Schritt,
- synchrone dreidimensionale Bilddarstellung, bei der zumindest eine Information des zweidimensionalen Bilddatensatzes in den dreidimensionalen Bilddatensatz mittels der Registrierung übertragen wird, wobei der Blickwinkel oder -abstand der integrierten
25 Bilddarstellung auf den Zielbereich unterschiedlich vom Aufnahme-Blickwinkel oder Aufnahme-Abstand des zweidimensionalen Bilddatensatzes auf den Zielbereich eingestellt werden kann.

Gemäß DE 10 2007 051 479 A1 wird ein Dual-Monitor-System zur synchronen dreidimensionalen Bilddarstellung verwendet.

30 Der Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, dass keine Verknüpfung von präoperativ und intraoperativen aufgenommenen 3-D-/2-D-Bilddaten in Echtzeit erfolgen kann.

35 DE 10 2005 023 167 A1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Registrierung von 2-D-Projektionsbildern eines Objekts relativ zu

- 3 -

5 einem 3-D-Bilddatensatz desselben Objekts, bei welchem aus nur wenigen 2-D-Projektionsbildern ein im Objekt enthaltenes 3-D-Feature, das auch in den 3-D-Bildern identifizierbar ist, symbolisch rekonstruiert wird. Das so erhaltene 3-D-Feature wird dann durch 3-D-3-D-Registrierung mit dem 3-D-Bilddatensatz registriert.

10 DE 103 59 317 A1 offenbart ein Verfahren zur gezielten Navigation eines in ein Hohlraumorgan des menschlichen oder tierischen Körpers invasiv eingeführten medizinischen Instruments, insbesondere eines Katheters, an einen pathologischen Ort im Hohlraumorgan, bei welchem anhand einer vorab mittels einer nicht-invasiven Untersuchungsmodalität aufgenommenen ersten Bilddarstellung zumindest eines Teils des Hohlraumorgans die Position eines oder mehrerer pathologischer Orte bestimmt und die Bilddarstellung während der nachfolgenden Navigation
15 des Instruments zusammen mit einer kontinuierlichen angiographisch aufgenommenen Angiographie-Bilddarstellung zumindest eines Teils des Hohlraumorgans, in dem sich die Spitze des Instruments befindet, wiedergegeben wird.

20 Der Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, dass lediglich eine kontinuierliche angiographisch aufgenommene Angiographie-Bilddarstellung möglich ist, jedoch keine Verknüpfung von präoperativ und intraoperativen aufgenommenen Schnittbilddaten in Echtzeit erfolgen kann.

25 DE 102 10 647 A1 offenbart Verfahren zur Bilddarstellung eines in einen Untersuchungsbereich eines Patienten eingebrachten medizinischen Instruments, insbesondere eines Katheters, im Rahmen einer kardiologischen Untersuchung oder Behandlung, mit folgenden Schritten:

- 30 - Verwendung eines 3-D-Bilddatensatzes des Untersuchungsbereichs und Erzeugung eines 3-D-Rekonstruktionsbilds des Untersuchungsbereichs,
- Aufnahme wenigstens zweier unter einem Winkel zueinander stehender 2-D-Durchleuchtungsbilder des Untersuchungsbereichs,
35 in denen das Instrument gezeigt ist,

- 4 -

- Registrierung des 3-D-Rekonstruktionsbilds bezüglich der 2-D-Durchleuchtungsbilder,
- Bestimmung der räumlichen Orientierung eines Katheterspitzenabschnitts und gegebenenfalls der räumlichen Position der Katheterspitze anhand der 2-D-Durchleuchtungsbilder und
- Darstellung des 3-D-Rekonstruktionsbilds und lagegenaue Darstellung des Katheterspitzenabschnitts und gegebenenfalls der Katheterspitze des Katheters im 3-D-Rekonstruktionsbild an einem Monitor.

Der Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, dass mittels dieses Verfahrens auch keine Verknüpfung von präoperativ und intraoperativen aufgenommenen Bilddaten in Echtzeit erfolgen kann.

Aus der DE 103 33 543 A1 ist ein Verfahren zur gekoppelten Darstellung intraoperativer sowie präoperativer Bilder in der medizinischen Bildgebung mit folgenden Schritten bekannt:

- Aufnehmen eines präoperativen Bildes eines interessierenden Bereiches eines Patienten,
- Aufnehmen eines intraoperativen Bildes oder einer Bildfolge des interessierenden Bereiches,
- Durchführen einer Registrierung des präoperativen Bildes mit dem intraoperativen Bild,
- gekoppeltes Darstellen des präoperativen und des intraoperativen Bildes,
- Re-Registrieren des präoperativen Bildes, falls das präoperative und das intraoperative Bild nicht übereinstimmen,
- Wiederholung der Schritte gekoppeltes Darstellen und Re-Registrieren bis eine akzeptierbare Übereinstimmung vorliegt.

Gemäß DE 103 33 543 A1 wird dabei aus dem pre-registrierten präoperativen Bildern eine Videosequenz auf Basis intraoperativer Bilder, welche während eines periodischen physiologischen Bewegungszyklusses zu definierten Zeitpunkten und/oder Ortspunkten aufgenommen worden sind, zwischen den re-registrierten Bildern interpoliert. Dazu werden vor

dem Aufnehmen des präoperativen Bereichs Marker angebracht, so dass die Registrierung der Bilddaten markerbasiert erfolgt.

Der Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, dass für das gekoppelte
5 Darstellen des präoperativen und des intraoperativen Bildes / der
intraoperativen Bildfolge zusätzliche Marker angebracht werden müssen
und dass vermittels dieses Verfahrens keine Verknüpfung von präoperativ
und intraoperativen aufgenommenen Bilddaten kontinuierlich in Echtzeit
erfolgen kann.

10

DE 10 2007 051 479 A1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung
zur Darstellung von Bilddaten mehrerer Bilddatensätze während einer
medizinischen, insbesondere abdominellen, Intervention, wobei das
Verfahren folgende Schritte aufweist:

15 a) Verwendung zumindest eines vor der Intervention aufgenommenen,
dreidimensionalen Bilddatensatzes eines Zielbereiches der Intervention,
b) Aufnehmen zumindest eines zweidimensionalen Bilddatensatzes des
Zielbereiches,

20 c) Registrierung des dreidimensionalen Bilddatensatzes aus Schritt a) mit
dem zweidimensionalen Bilddatensatz aus Schritt b)

d) synchrone dreidimensionale Bilddarstellung, bei der zumindest eine
Information des zweidimensionalen Bilddatensatzes in den
dreidimensionalen Bilddatensatz mittels der Registrierung übertragen
wird, wobei der Blickwinkel oder -abstand der integrierten
25 Bilddarstellung auf den Zielbereich unterschiedlich vom Aufnahme-
Blickwinkel oder Aufnahme-Abstand des zweidimensionalen
Bilddatensatzes auf den Zielbereich eingestellt werden kann.
Vorzugsweise wird gemäß DE 10 2007 051 479 A1 ein Dual-Monitor-
System zur synchronen dreidimensionalen Bilddarstellung verwendet.

30 Der Nachteil des Verfahrens gemäß DE 10 2007 051 479 A1 besteht
darin, dass es eine Daten- und Bildkonfiguration genutzt wird, die für die
CT-geführte (oder MRT- bzw. US-geführter) Intervention nicht geeignet
ist. Es werden 2D-Projektionsdatensätze generiert die zur Kontrolle der
Patientenanatomie sowie der Werkzeugposition während der Intervention
35 dienen und auf die räumliche Bildinformationen (3D-Datensätze)
registriert werden. Diese Abbildungsgeometrie erfordert eine

- 6 -

Messordnung entsprechend angiografischer Anlagen, bei der eine planare Projektionsaufnahme des Patienten angefertigt wird. Dabei befindet sich der Patient zwischen Strahler und Strahlungsdetektor (z.B. Flächendetektor oder Bildverstärker). Bei der bildgeführten Intervention überwacht durch ein tomographisches Verfahren (CT, MRT, US) kann dieser Ansatz nicht genutzt werden, da keine Projektionsbilder (Durchleuchtungsbilder lt. DE 10 2007 051 479 A1) zur Verfügung stehen. Die generierten Daten sind 2D- oder 3D- Schnittbilddaten.

10

Aus DE 102 43 162 A1 ist bekannt, dass im Rahmen eines rechnergestützten Darstellungsverfahrens für ein 3-D-Objekt (9) von einem Rechner eine 2-D-Grundabbildung des Objekts und eine 2-D-Grunddarstellung eines 3-D-Volumendatensatzes des Objekts ermittelt und über ein Ausgabesystem als Bilder flüchtig ausgegeben werden. Die Grundabbildung und die Grunddarstellung werden dabei gemäß DE 102 43 162 A1 vom Rechner gleichzeitig, aber örtlich getrennt voneinander ausgegeben.

Der Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, dass es eine Daten-/Bildkonfiguration nutzt, die für die CT-geführte (oder MRT- bzw. US-geführte) Intervention nicht geeignet ist. Das Verfahren beruht auf der Anwendung von 2D-Projektionsdaten (Durchstrahlungsdatensätzen) ähnlich der Anmeldung DE 10 2007 051 479 A1. Dabei wird zur besseren Vergleichbarkeit aus einem prä-interventionellen 3D-Schnittbilddatensatz ein 2D-Projektionsdatensatz berechnet. Die auf einen 2D-Datensatz reduzierte Bildinformation wird dann vergleichend neben dem interventionellen Durchstrahlungsbild dargestellt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zu schaffen, dass die Verknüpfung von präoperativ aufgenommenen und gespeicherten hochaufgelösten diagnostischen 3-D-Bilddaten des Zielbereichs eines Patienten mit während einer medizinischen Intervention intraoperativ aufgenommenen 2-D-Schnittbilddaten dieses Zielbereichs des Patienten kontinuierlich in Echtzeit während der Intervention ermöglicht (Navigation nach dem „Roadmap“-Prinzip).

- 7 -

Darüber hinaus ist es die Aufgabe der Erfindung, eine Anordnung zur Durchführung dieses Verfahrens anzugeben.

5 Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch die Merkmale des ersten Patentanspruchs gelöst und durch die Merkmale der Unteransprüche vorteilhaft ausgestaltet.

Die Erfindung wird nachstehend an Hand der schematischen Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

10 Fig. 1 eine Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

und es werden folgende Begriffsdefinitionen vorgenommen:

Diagnostische Bilddaten:

15 Diagnostische Bilddaten sind Bilddaten in einer Qualität die für eine primäremedizinischen Befundung geeignet sind. Bezüglich dieser Qualitätskriterien gibt es einschlägige Vorgaben des DIN (oder internationaler Gremien), der Kassenärztlichen Vereinigung und der Bundesärztekammern. Die Einhaltung der Kriterien ist Gegenstand einer
20 umfassenden Qualitätssicherung und der Kontrolle durch Prüforgane wie z. B. der Ärztlichen Stellen nach Röntgenverordnung. Die Begrifflichkeit der diagnostische Bildgüte kann im Umfeld der Strahlungsanwendung am Patienten als gesellschaftlich definiert angesehen werden.

25 Nichtdiagnostische Bilddaten (o.a. Bilddaten in nichtdiagnostischer Qualität):

Alle Bilddaten die nicht den Qualitätskriterien für Diagnostische Bilddaten entsprechen. Dabei werden die nicht nichtdiagnostischen Bilddaten mit identischen bildgebenden Modalitäten (z.B. CT, MRT) erzeugt die auch zur Erstellung diagnostischer Bilddaten genutzt werden. Lediglich die
30 Aufnahmeprotokolle sind derart adaptiert, dass sie z.B. mit deutlich verkürzter Messzeit aufgenommen werden oder eine deutlich geringere Strahlungs-dosis angewendet wird. Diese Anpassung erfolgt unter dem Vorsatz sie für spezielle Messaufgabe, hier z.B. der Verwendung für fluoroskopische Bildtechniken zur Darstellung einer sich dynamisch
35 ändernden Bildinformation, zu nutzen.

Kontinuierliches generieren des Bilddatensatzes in Echtheit:

Dieses bedeutet, dass die nicht diagnostischen 2D-Schnittbilddaten (fluoroskopische Daten) permanent/kontinuierlich aufgenommen werden.

- 5 Das fluoroskopische 2D-Schnittbild durch das Untersuchungsvolumen stellt dabei nicht eine eingefrorene Bildinformation dar, vielmehr sieht man jede Veränderung innerhalb des Zielvolumens. Diese Veränderung kann sowohl durch einen physiologischen Prozess innerhalb der Schnittebene erfolgen z.B. die Darmbewegung oder auch durch das
- 10 Verschieben eines Werkzeuges zu interventionellen Zwecken.

Aufnehmen eines Bilddatensatzes während der Intervention:

Die beschriebene Erfindung fokussiert in den Bereich der minimalinvasiven Intervention. Dabei wird ein Werkzeug (z.B. eine lange Nadel) durch die Haut eingeführt und dann in eine Zielregion (z.B. in

15 einen Tumor oder in eine zu biopsierende Gewebestruktur) vorgeschoben.

- Mit der Textpassage „Aufnehmen eines Bilddatensatzes während der Intervention“ ist gemeint, dass die Bildgebung während dieser interventionellen Handlungen erfolgt. Da sich bei der Bildgebung der Operateur (Arzt) in direkter Patientennähe befindet und sich die
- 20 Bildgebung als Bestandteil der Intervention über mehrere Minuten (bis hin zu 10 Minuten) erstrecken kann muss im Fall einer Strahlungsanwendung (CT-gestützte Intervention) mit stark reduzierter Dosis gearbeitet werden. Außerdem soll die parallel erfolgende Bildgebung die gesamte Intervention nicht übermäßig verlängern. Aus diesem Grund erfolgt die
- 25 fluoroskopische Bildgebung immer mit adaptierten (beschleunigten) Protokollen um den Preis des Verlustes an diagnostischer Qualität im Bild.

Diagnostische Qualität: s. Diagnostische BilddatenPräsentation:

- 30 Die Präsentation ist die Darstellung der Ergebnisse der Koregistrierung der nicht diagnostischen 2D-Schnittbilder (fluoroskopische Bilddaten) und der prä-interventionell diagnostischen 3D-Bilddaten. Dargestellt werden parallel zum fluoroskopischen 2D-Schnittbild der räumlich entsprechende Bildinhalt des 3D-Schnittbilddatensatzes oder mehrerer 3D-
- 35 Schnittbilddatensätze der zu therapierenden Region.

Anpassung des 3D-Bilddatensatzes an den 2D-Schnittbilddatensatz:

Die räumliche Registrierung (identische räumliche Ausrichtung) der Daten zueinander ist a priori nicht gegeben, beide Untersuchungen (diagnostisch und fluoroskopisch) erfolgen zu unterschiedlichen Zeitpunkten mit abweichender Lagerung des Patienten, möglicherweise sogar mit unterschiedlichen Modalitäten. Aus diesem Grund muss eine räumliche Registrierung der Bilddaten erfolgen. Dabei wird im diagnostischen 3D-Bilddatensatz nach einer zum fluoroskopischen 2D-Schnittbilddatensatz äquivalenten Bildinformation gesucht.

Auswahl der Schnittebene:

Dieser Auswahlprozess erfolgt durch einen Vergleich der Bildinformation des fluoroskopischen 2D-Schnittbilddatensatzes mit dem/diagnostischen 3D-Datensatz/-Datensätzen bis ein Schnitt durch die diagnostischen 3D-Daten gefunden wurde der eine minimale Abweichung aufzeigt.

Dynamische Koregistrierung:

Die Koregistrierung des diagnostischen 3D-Datensatzes mit dem fluoroskopischen 2D-Schnittbilddatensatz erfolgt permanent. Dieses bedeutet, dass eine Veränderung der während der Intervention akquirierten fluoroskopischen 2D-Schnittbilder, z.B. durch die geänderte Lage des Werkzeuges (Nadel), in der Darstellung des passenden Schnittes durch den diagnostischen 3D-Schnittbilddatensatz resultiert.

Kontinuierlich simultane Darstellung:

Bedeutet, dass dieses Verfahren permanent die fluoroskopischen 2D-Daten mit den diagnostischen 3D-Daten vergleicht und damit immer eine aktuelle diagnostische Darstellung (Bildinformation) präsentieren kann. Der Vergleich muss nicht getriggert werden und erfolgt auch nicht in diskreten fest vorgegebenen zeitlichen Abständen. Die Aktualisierung ist lediglich durch die genutzte Rechenleistung limitiert.

Eingeschränktes Zeitfenster:

Der gesamte Prozess der Registrierung von diagnostischen 3D-Daten auf fluoroskopische Schnittbilddaten erfolgt zeitnah zur Messung innerhalb eines Zeitintervalls von maximal 2 s nach der Messung des fluoroskopischen Schnittbilddatensatzes. Dadurch wird eine annähernde

- 10 -

Mitführung der Registrierung der 3D-Daten bei einer Veränderung der fluoroskopischen Bildinformation (z.B. durch die gezielte Bewegung des Patienten) erreicht.

Kurzzeitaufnahme:

5 Hier handelt es sich darum, dass der für die Registrierung notwendige nichtdiagnostische Datensatz während der Intervention auch in einer nicht-fluoroskopischen Technik (z.B. durch eine Rotations-Angiographie) angefertigt werden kann. Man könnte dieses auch als eine Art one-shot-Technik bezeichnen, bei der singulär ein Schnittbilddatensatz
10 aufgenommen wird (3D oder 2D). Anhand dieses 3D-Datensatzes erfolgt dann die Registrierung der Bilddaten. Dieser z.B. durch die Rotationsangio akquirierte Datensatz ersetzt in diesem Fall die fluoroskopische Aufnahme in ihrer Funktion.

Datenabgleich 3D-Bilddaten, 2D-Echtzeitbilddaten und 2D-Echtzeitschnittbilddaten:

15 Der Prozess der Registrierung wird durch die fluoroskopischen 2D-Echtzeitschnittbilddaten gesteuert. Es erfolgt der kontinuierliche automatisierte Abgleich dieses Datensatzes mit prä-interventionell angefertigten 3D-Datensätzen die in diagnostischer Qualität vorliegen. Im
20 Ergebnis dieser Registrierung werden aus dem diagnostischen Datensatz eine oder mehrere Schnittebenen ausgewählt, die in ihrem Bildinhalt die höchste Ähnlichkeit mit dem fluoroskopischen 2D-Echtzeitschnittbilddatensatz besitzen.

Dieser ausgewählte/n Schnittebenen werden dem Interventionalisten als
25 Navigationsunterstützung mit diagnostischer Qualität präsentiert.

Die in Fig. 1 dargestellte Anordnung besteht aus einer Einrichtung (1) zur Speicherung aufgenommener diagnostischer 3-D-Bilddatensätze und zur
30 Durchführung der dynamischen Koregistrierung, einer Einrichtung (2) zur Aufnahme diagnostischer 3-D-Bilddatensätze, einer Einrichtung (3) zur Kurzzeitaufnahme nichtdiagnostischer 3-D-Bilddatensätze und zur Aufnahme von 2-D-Echtzeitschnittbilddaten, einer Einrichtung (4) zur Präsentation der durch Koregistrierung bearbeiteten diagnostischen 3-D-Bilddatensätze und einer Einrichtung (5) zur Präsentation der 2-D-
35

- 11 -

Echtzeitschnittbilddaten, wobei diese Einrichtungen miteinander Datenleitend verbunden sind, in dem eine Verbindung zwischen den Einrichtungen (1) und (2), (1) und (3) sowie (1), (4) und (5) besteht.

5 Erfindungsgemäß ist die Einrichtung (3) ein Magnet-resonanztomograph, Computertomograph oder Ultraschallgerät zur Kurzaufnahme nichtdiagnostischer 3-D-Bilddatensätze in Kombination mit einem fluoroskopischen Verfahren zur Aufnahme von 2-D-Echtzeitschnittbilddaten.

10

Die Einrichtung (4) ist gemäß der Erfindung ein Dual-Monitor-System und die Einrichtung (1) ist ein Computer.

15 Die in Fig. 1 dargestellte Anordnung dient der Durchführung eines Verfahrens zur simultanen, parallelen, kontinuierlichen Darstellung von gespeicherten, hochaufgelösten diagnostischen 3-D-Bilddaten und 2-D-Echtzeitbilddaten während einer medizinischen Intervention eines Patienten.

20 Dieses erfindungsgemäße Verfahren ist durch folgende Schritte gekennzeichnet:

- Verwendung zumindest eines vor der Intervention aufgenommen hochaufgelösten diagnostischen 3-D-Bilddatensatzes eines Zielbereichs des Patienten,
- 25 • kontinuierliches Aufnehmen zumindest eines 2-D-Schnittbilddatensatzes des Zielbereiches in Echtzeit,
- Aufnehmen zumindest eines während der Intervention aufgenommenen nichtdiagnostischen 3-D-Bilddatensatzes des Zielbereichs ohne diagnostische Qualität,
- 30 • Anpassung der Präsentation des hochaufgelösten diagnostischen 3-D-Bilddatensatzes an die Präsentation des 2-D-Schnittbilddatensatzes sowie Auswahl von Schnittebenen dieses Bilddatensatzes, welche mit Schnittebenen des 2-D-Schnittbilddatensatzes korrespondieren, durch dynamische
- 35 Koregistrierung des diagnostischen 3-D-Bilddatensatzes mit dem

- 12 -

nichtdiagnostischen 3-D-Bilddatensatz sowie des nichtdiagnostischen 3-D-Bilddatensatzes mit dem 2-D-Schnittbilddatensatz und

- kontinuierliche simultane Darstellung des dynamisch koregistrierten diagnostischen 3-D-Bilddatensatzes sowie des 2-D-Schnittbilddatensatzes in Echtzeit auf zwei nebeneinander befindlichen Einrichtungen zur parallelen Präsentation der 3-D-Bilddaten und der 2-D-Echtzeitschnittbilddaten.

10 Gemäß der Erfindung wird das Aufnehmen des nichtdiagnostischen 3-D-Bilddatensatzes oder des 2-D-Schnittbilddatensatzes durch Computertomografie (CT), Magnetresonanztomografie (MRT), C-Bogen-Röntgen oder Positronenemissionstomografie (PET) in einem eingeschränkten Zeitfenster von 0,1 bis 5 Sekunden durchgeführt.

15 Dabei erfolgt das Aufnehmen des 2-D-Schnittbilddatensatzes in Echtzeit durch Computertomografie (CT) und Magnetresonanztomografie (MRT) unter fluoroskopischen Bedingungen oder Ultraschall.

20 Die Informationen des diagnostischen 3-D-Bilddatensatzes, des nichtdiagnostischen 3-D-Bilddatensatzes und des 2-D-Schnittbilddatensatzes werden gemäß der Erfindung rechnerisch und automatisch mittels eines Computers koregistriert.

25 Der Vorteil der Erfindung besteht in der kontinuierlichen Verknüpfung von präoperativ aufgenommenen und gespeicherten hochaufgelösten diagnostischen 3-D-Bilddaten des Zielbereichs eines Patienten mit während einer medizinischen Intervention intraoperativ aufgenommenen 30 2-D-Schnittbilddaten dieses Zielbereichs des Patienten in Echtzeit während der Intervention (Navigation nach dem „Roadmap“-Prinzip).

35 Neben der reinen Interventionssteuerung im Sinne einer Roadmap ermöglichen die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren auch das Einblenden zusätzlicher Informationen, wie z.B. die Vorplanung der Lage von Bestrahlungs-

- 13 -

kathedern, um dadurch bei einer späteren Brachytherapie ein optimierten Bestrahlungsplan zu ermöglichen. Die eingeblendete Information dient dabei dazu, den Operateur / interventionellen Radiologen beim Einlegen der Katheter zu leiten.

5

Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren führen durch eine bessere Lokalisierung (sozusagen einer Navigationsunterstützung des Operateurs) zu einer deutlichen Steigerung der Präzision mikrotherapeutischer Eingriffe sowie zu einer Minimierung von Risiken während dieser Eingriffe.

10

Alle in der Beschreibung, den nachfolgenden Ansprüchen und der Zeichnung dargestellten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichenliste

- | | | |
|----|---|--|
| 1 | - | Einrichtung zur Speicherung aufgenommener diagnostischer 3-D-Bilddatensätze und zur Durchführung der dynamischen Koregistrierung |
| 5 | | |
| 2 | - | Einrichtung zur Aufnahme diagnostischer 3-D-Bilddatensätze |
| 3 | - | Einrichtung zur Kurzzeitaufnahme nichtdiagnostischer 3-D-Bilddatensätze und zur Aufnahme von 2-D-Echtzeitschnittbilddaten |
| 10 | | |
| 4 | - | Einrichtung zur Präsentation der durch Koregistrierung bearbeiteten diagnostischen 3-D-Bilddatensätze |
| 15 | 5 | - Einrichtung zur Präsentation der 2-D-Echtzeitschnittbilddaten |

Patentansprüche

1. Verfahren zur simultanen, parallelen, kontinuierlichen Darstellung
von gespeicherten, hochaufgelösten diagnostischen 3-D-Bilddaten
und 2-D-Echtzeitbilddaten während einer medizinischen Intervention
eines Patienten gekennzeichnet durch folgende Schritte:
- Verwendung zumindest eines vor der Intervention aufgenommen
hochaufgelösten diagnostischen 3-D-Bilddatensatzes eines
Zielbereichs des Patienten,
 - kontinuierliches Aufnehmen zumindest eines 2-D-
Schnittbilddatensatzes des Zielbereiches in Echtzeit,
 - Aufnehmen zumindest eines während der Intervention
aufgenommenen nichtdiagnostischen 3-D-Bilddatensatzes des
Zielbereichs ohne diagnostische Qualität,
 - Anpassung der Präsentation des hochaufgelösten diagnostischen 3-
D-Bilddatensatzes an die Präsentation des 2-D-
Schnittbilddatensatzes sowie Auswahl von Schnittebenen dieses
Bilddatensatzes, welche mit Schnittebenen des 2-D-
Schnittbilddatensatzes korrespondieren, durch dynamische
Koregistrierung des diagnostischen 3-D-Bilddatensatzes mit dem
nichtdiagnostischen 3-D-Bilddatensatz sowie des
nichtdiagnostischen 3-D-Bilddatensatzes mit dem 2-D-
Schnittbilddatensatz und
 - kontinuierliche simultane Darstellung des dynamisch koregistrierten
diagnostischen 3-D-Bilddatensatzes sowie des 2-D-
Schnittbilddatensatzes in Echtzeit auf zwei nebeneinander
befindlichen Einrichtungen zur parallelen Präsentation der 3-D-
Bilddaten und der 2-D-Echtzeitschnittbilddaten.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das
Aufnehmen des nichtdiagnostischen 3-D-Bilddatensatzes oder des 2-
D-Schnittbilddatensatzes durch Computertomografie (CT),
Magnetresonanztomografie (MRT), C-Bogen-Röntgen oder

- 16 -

Positronenemissionstomografie (PET) in einem eingeschränkten Zeitfenster von 0,1 bis 5 Sekunden durchgeführt wird.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass
5 das Aufnehmen des 2-D-Schnittbilddatensatzes in Echtzeit durch Computertomografie (CT) und Magnetresonanztomografie (MRT) unter fluoroskopischen Bedingungen oder Ultraschall durchgeführt wird.
- 10 4. Verfahren gemäß Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Informationen des diagnostischen 3-D-Bilddatensatzes, des nichtdiagnostischen 3-D-Bilddatensatzes und des 2-D-Schnittbilddatensatzes rechnerisch und automatisch mittels eines Computers koregistriert werden.
- 15 5. Anordnung zur simultanen, parallelen, kontinuierlichen Darstellung von gespeicherten, hochaufgelösten diagnostischen 3-D-Bilddaten und 2-D-Echtzeitschnittbilddaten während einer medizinischen Intervention eines Patienten bestehend aus
 - 20 • einer Einrichtung (1) zur Speicherung aufgenommener diagnostischer 3-D-Bilddatensätze und zur Durchführung der dynamischen Koregistrierung,
 - einer Einrichtung (2) zur Aufnahme diagnostischer 3-D-Bilddatensätze ,
 - 25 • einer Einrichtung (3) zur Kurzaufnahme nichtdiagnostischer 3-D-Bilddatensätze und zur Aufnahme von 2-D-Echtzeitschnittbilddaten,
 - einer Einrichtung (4) zur Präsentation der durch Koregistrierung bearbeiteten diagnostischen 3-D-Bilddatensätze und
 - 30 • einer Einrichtung (5) zur Präsentation der 2-D-Echtzeitschnittbilddaten,wobei diese Einrichtungen miteinander Daten-leitend verbunden sind, in dem eine Verbindung zwischen den Einrichtungen (1) und (2), (1) und (3) sowie (1), (4) und (5) besteht.

- 17 -

- 5 6. Anordnung gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die
Einrichtung (3) ein Magnet-resonanztomograph,
Computertomograph oder Ultraschallgerät zur Kurzzeitaufnahme
nichtdiagnostischer 3-D-Bilddatensätze in Kombination mit einem
fluoroskopischen Verfahren zur Aufnahme von 2-D-
Echtzeitschnittbilddaten ist.
- 10 7. Anordnung gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die
Einrichtung (4) ein Dual-Monitor-System ist.
8. Anordnung gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die
Einrichtung (1) ein Computer ist.

1 / 1

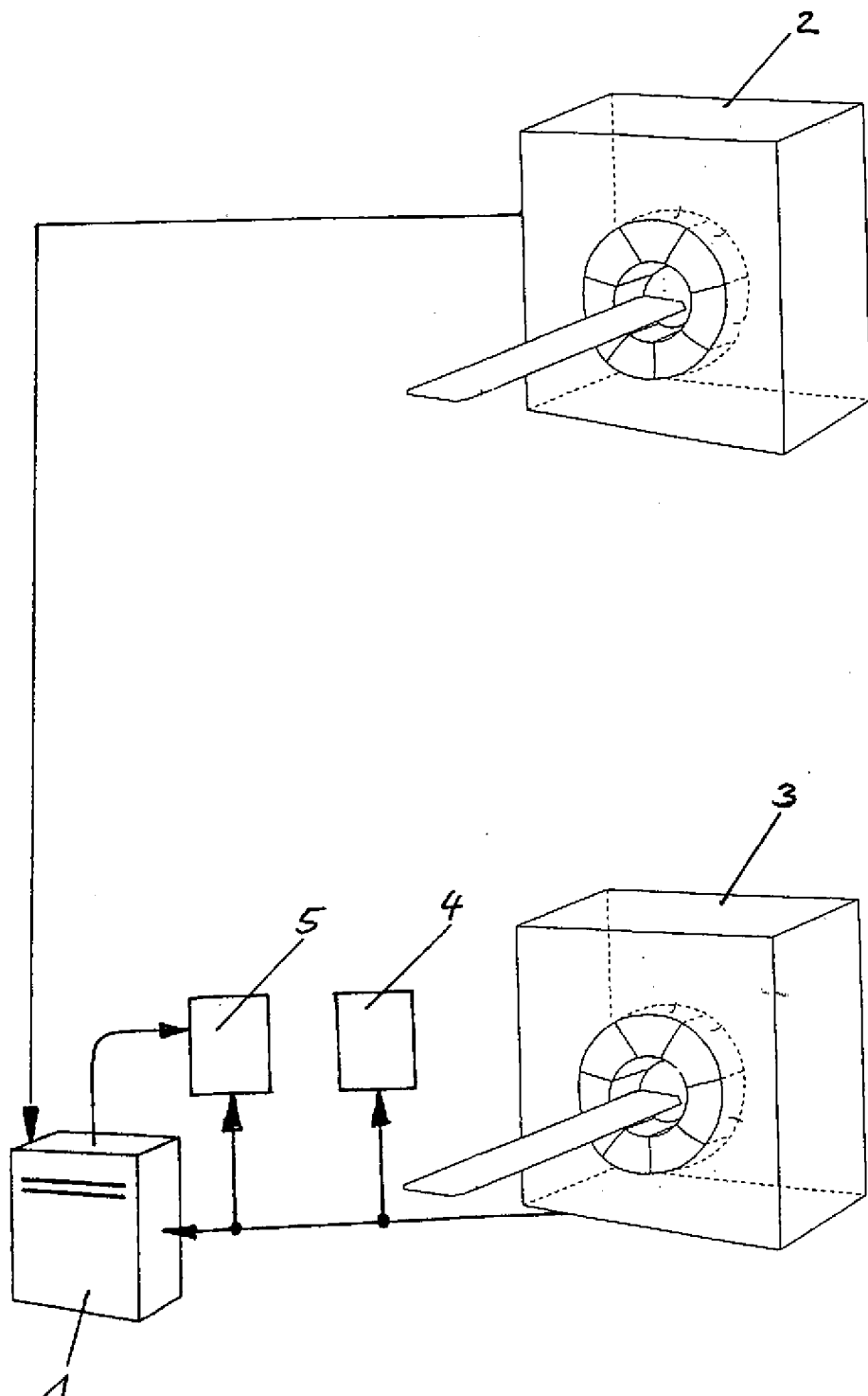


FIG. 1

专利名称(译)	在患者的医疗干预期间同时，连续和并行地显示存储的高分辨率诊断3-d图像数据和2-d实时截面图像数据的方法以及用于执行所述方法的装置		
公开(公告)号	EP2584960A2	公开(公告)日	2013-05-01
申请号	EP2011819445	申请日	2011-06-20
[标]申请(专利权)人(译)	奥托·冯·格里克UNIV马格德堡MEDIZINISCHE FAKULTÄT		
申请(专利权)人(译)	奥托 - 冯 - 格里克Universität大学马格德堡MEDIZINISCHEFAKULTÄT		
当前申请(专利权)人(译)	奥托 - 冯 - 格里克Universität大学马格德堡MEDIZINISCHEFAKULTÄT		
[标]发明人	AMTHAUER HOLGER GROSSER OLIVER STEPHAN		
发明人	AMTHAUER, HOLGER GROSSER, OLIVER, STEPHAN		
IPC分类号	A61B5/00 G06T7/00 A61B19/00		
CPC分类号	A61B8/463 A61B5/0035 A61B5/055 A61B5/7425 A61B6/032 A61B6/037 A61B6/463 A61B6/487 A61B6/5235 A61B6/5247 A61B2090/364		
优先权	102010024851 2010-06-22 DE		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种用于在患者的医疗干预期间同时，连续和并行地显示存储的高分辨率诊断3-D图像数据和2-D实时图像数据的方法以及用于执行所述方法的装置。本发明的目的是创建这样的方法（根据“路线图”原理导航），其中通过执行以下步骤来实现所述目标：使用目标的至少一个高分辨率诊断3-D图像数据集在干预前记录患者的区域；连续实时记录目标区域的至少一个二维截面图像数据集；在没有诊断的情况下记录目标区域的至少一个非诊断3-D图像数据集干预期间的质量；使高分辨率诊断3-D图像数据集的呈现适应2-D截面图像数据集的呈现并选择对应于2-D截面图像数据集的截面平面的所述图像数据集的截面平面通过动态核心诊断3-D图像数据集与非诊断3-D图像数据集和非诊断3-D图像数据集与2-D截面图像数据集连续并同时显示动态核心注册诊断3-D图像数据集和2-D截面图像数据实时设置在彼此相邻的两个设备上，用于并行显示3-D图像数据和2-D实时截面图像数据。