



(10) **DE 10 2015 205 937 A1** 2016.10.06

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 205 937.5**
(22) Anmeldetag: **01.04.2015**
(43) Offenlegungstag: **06.10.2016**

(51) Int Cl.: **A61B 90/00** (2016.01)
A61B 6/03 (2006.01)
A61B 5/055 (2006.01)
A61B 8/13 (2006.01)
G01R 33/56 (2006.01)
G01R 33/567 (2006.01)

(71) Anmelder:
Siemens Healthcare GmbH, 91052 Erlangen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE 60 2005 005 924 T2
US 2012 / 0 245 453 A1

(72) Erfinder:
Beck, Thomas, Dr., 91052 Erlangen, DE

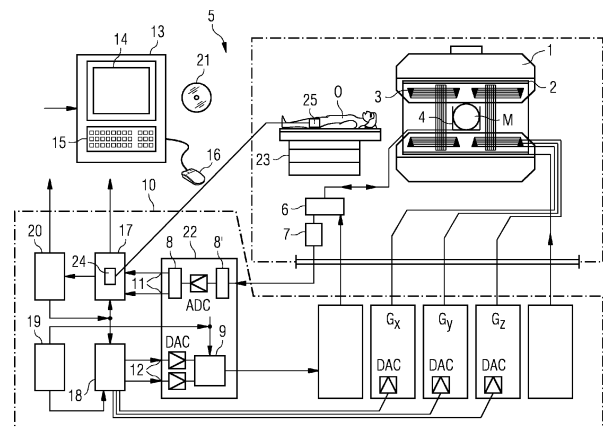
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Erfassen von physiologischen Signalen und Bilddaten**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Bilderfassungsanlage (5) zum Erfassen von Signalen und Bilddaten eines Volumenabschnitts eines Untersuchungsobjekts (O), wobei folgende Schritte durchgeführt werden:

Erfassen von Bildrohdaten des Volumenabschnitts. Erfassen von Bild-Zeitstempeln, zu welchen bestimmte der Bildrohdaten erfasst werden. Erfassen der physiologischen Signale von dem Untersuchungsobjekt (O) gleichzeitig mit dem Erfassen der Bildrohdaten. Erfassen von Signal-Zeitstempeln, zu welchen bestimmte der physiologischen Signale erfasst werden. Das Erfassen der Bildrohdaten und das Erfassen der physiologischen Signale wird von derselben Proessoreinheit der Bilderfassungsanlage (5) gesteuert, so dass sowohl die Bild-Zeitstempel als auch die Signal-Zeitstempel von derselben Proessoreinheit vergeben werden.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Bilderfassungsanlage, um gleichzeitig physiologische Signale und Bild(roh)daten eines Volumenabschnitts eines Untersuchungsobjekts zu erfassen.

[0002] Die US 2004/0102693 A1 beschreibt ein Verfahren, um Bilddaten mit physiologischen Daten zu synchronisieren, indem bei der Erfassung der Bilddaten Zeitstempel eingesetzt werden, welche durch einen ersten Takt erzeugt werden, und indem bei der Erfassung der physiologischen Daten Zeitstempel eingesetzt werden, welche von einem zweiten Takt erzeugt werden.

[0003] Die DE 60 2005 005 924 T2 beschreibt ein einheitliches Datenformat für Messgeräte.

[0004] Bei der funktionalen Tomographie werden physiologische Funktionen im Inneren eines lebenden Untersuchungsobjekts mit Hilfe eines bildgebenden Verfahrens dargestellt. Besonders bekannt ist dabei die funktionale Magnetresonanztomographie, mit welcher insbesondere basierend auf der Blutoxygenerierung (BOLD-Effekt) aktivierte Hirnareale des Untersuchungsobjekts mit einer hohen räumlichen Auflösung dargestellt werden können. Aber auch eine dynamische Herz-Tomographie, eine zeitaufgelöste Tomographie-Untersuchung von Gelenkbewegungen oder eine Perfusions-Tomographie (d.h. die Darstellung der Durchblutung von Organen und Geweben) gehören in das Gebiet der funktionalen Tomographie.

[0005] Die Auswertung der funktionalen Tomographie wird dabei stark durch physiologische (Stör-) Signale, wie beispielsweise Atmung oder Herzschlag, beeinflusst. Insbesondere die Atmung verursacht eine ungewollte Beeinflussung der Sauerstoffsättigung des Blutes und ist folglich als eine Störgröße zu betrachten, welche statistische Ergebnisse der funktionalen Tomographie verschlechtert.

[0006] Bei einer funktionalen MR-Tomographie kann eine unerwünschte, physiologisch verursachte Signaländerung bis zu 60 % zu einer Varianz beitragen und kann somit die Sensitivität von Ergebnissen (d.h. Ergebnisbildern) erheblich beeinflussen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei der funktionalen MR-Tomographie der Anteil der physiologischen Störsignale mit steigender Magnetfeldstärke zunimmt. Da die funktionale MR-Tomographie heutzutage fast ausschließlich bei Feldstärken von 3 Tesla oder mehr durchgeführt wird, ist die Berücksichtigung der physiologischen Signale bei der Auswertung der Ergebnisse einer funktionalen MR-Tomographie von entscheidender Bedeutung.

[0007] Die vorliegende Erfindung stellt sich die Aufgabe, das Erfassen von physiologischen Signalen und Bilddaten gegenüber dem Stand der Technik zu verbessern, um dadurch insbesondere die Auswertung einer funktionalen Tomographie zu verbessern.

[0008] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren zum Erfassen von physiologischen Signalen und Bilddaten nach dem Anspruch 1, durch eine Bilderfassungsanlage nach Anspruch 11, durch ein Computerprogrammprodukt nach Anspruch 13 und durch einen elektronisch lesbaren Datenträger nach Anspruch 14 gelöst. Die abhängigen Ansprüche definieren bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

[0009] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Erfassen von physiologischen Signalen eines lebenden Untersuchungsobjekts und von Bilddaten eines Volumenabschnitts des Untersuchungsobjekts mit derselben Bilderfassungsanlage (z.B. derselben Magnetresonanztomographie) bereitgestellt. Dabei umfasst das Verfahren folgende Schritte:

- Erfassen von Bildrohdaten des Volumenabschnitts. Bei einer Magnetresonanztomographie wird in diesem Schritt der mit dem Volumenabschnitt korrespondierende K-Raum beispielsweise schichtweise abgetastet.
- Erfassen von Bild-Zeitstempeln, wobei jeder Bild-Zeitstempel denjenigen Zeitpunkt angibt, zu welchem bestimmte der Bildrohdaten erfasst werden.
- Gleichzeitig mit dem Erfassen der Bildrohdaten werden die physiologischen Signale des Untersuchungsobjekts erfasst.
- Erfassen von Signal-Zeitstempeln, wobei jeder Signal-Zeitstempel denjenigen Zeitpunkt angibt, zu welchem ein bestimmtes der physiologischen Signale erfasst wird.

[0010] Dabei wird das Erfassen der Bildrohdaten und das Erfassen der physiologischen Signale von derselben Prozessoreinheit der Bilderfassungsanlage gesteuert, so dass sowohl die Bild-Zeitstempel als auch die Signal-Zeitstempel von dieser, d.h. von derselben, Prozessoreinheit vergeben werden. Mit anderen Worten wird nur derselbe Zeitgeber (nämlich die Prozessoreinheit) sowohl als Taktgeber bzw. Zeitgeber zum Erfassen der Bildrohdaten und zum Erfassen oder der Vergabe der Bild-Zeitstempel als auch als Taktgeber bzw. Zeitgeber zum Erfassen der physiologischen Signale und zum Erfassen oder der Vergabe der Signal-Zeitstempel eingesetzt. Anders ausgedrückt wird keine Vorrichtung mit einem eigenen Zeitgeber zum Erfassen der physiologischen Signale eingesetzt, wie es nach dem Stand der Technik der Fall ist.

[0011] Indem nur ein Taktgeber eingesetzt wird, um die Bildrohdaten und die physiologischen Signale zu

erfassen sowie die Bild- Zeitstempel und die Signal-Zeitstempel zu vergeben, wird vorteilhafterweise eine Synchronisation mehrerer Zeitgeber oder Taktgeber vermieden.

[0012] Insbesondere umfasst jeder Bild-Zeitstempel zum einen die Angabe eines Zeitpunkts, zu welchem die zugehörigen Bildrohdaten erfasst werden, und zum anderen eine Information, über welche die aus den zugehörigen Bildrohdaten rekonstruierten Bilddaten identifiziert werden können. Ein Signal-Zeitstempel kann zum einen die Angabe eines Zeitpunkts, zu welchem das zugehörige physiologische Signal erfasst wird, umfassen und zum anderen den Wert des zugehörigen physiologischen Signals selbst umfassen.

[0013] Bevorzugt wird für jedes physiologische Signal der zugehörige Zeitstempel erfasst.

[0014] Gemäß einer bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform werden die Bildrohdaten, beispielsweise mit einer Magnetresonanztanlage, schichtweise erfasst. Dabei wird für jede erfasste Schicht ein Bild-Zeitstempel vergeben, welcher angibt, zu welchem Zeitpunkt die Bildrohdaten der entsprechenden Schicht erfasst werden. Falls die Dauer zum Erfassen der Bildrohdaten einer Schicht für die Genauigkeit der Zeitstempel eine Rolle spielt, kann beispielsweise der für die jeweilige Schicht erfasste Bild-Zeitstempel denjenigen Zeitpunkt beschreiben, zu welchem begonnen wird, die Bildrohdaten der entsprechenden Schicht zu erfassen.

[0015] Bei der Bilderfassungsanlage kann es sich um ein medizinisches Bildgebungsgerät zur Erfassung, Verarbeitung, Auswertung und/oder Speicherung von Bildinformationen handeln. Zum Erfassen der Bildrohdaten oder Bildinformationen können von der Bilderfassungsanlage akustische Verfahren, welche beispielsweise Ultraschall erfassen, oder Emissionsverfahren, wie z.B. Emissionscomputertomografie (ECT) und Positronen- Emissions-Tomographie (PET), oder optische Verfahren oder radiologische Verfahren, wie z.B. Röntgentomographie oder Computertomografie (CT), oder MR-Tomographie sowie Kombinationen dieser Verfahren eingesetzt werden.

[0016] Das Erfassen der physiologischen Signale kann entweder das Erfassen von physiologischen Signalen von nur einer Quelle für physiologische Signale oder das Erfassen von physiologischen Signalen von mehreren Quellen für physiologische Signale umfassen. In jedem Fall wird jede Quelle für physiologische Signale durch denselben Taktgeber oder durch dieselbe Prozessoreinheit der Bilderfassungsanlage gesteuert, so dass alle Signal-Zeitstempel von demselben Taktgeber vergeben werden.

[0017] Beispiele einer Quelle für physiologische Signale sind dabei ein Atemgurt, ein Pulsmesser oder ein Blutdruckmesser.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren kann ein Rekonstruieren von Bilddaten aus den Bildrohdaten umfassen.

[0019] Diese Variante bietet den entscheidenden Vorteil, dass sowohl die Bildrohdaten, aus denen die Bilddaten rekonstruiert werden, als auch die physiologischen Signale in der gleichen Verarbeitungskette (z.B. von derselben Bilderfassungsanlage) verarbeitet werden. Dadurch kann die Rekonstruktion der Bilddaten aus den Bildrohdaten abhängig von den physiologischen Signalen durchgeführt werden.

[0020] Wenn beispielsweise für eine funktionale Tomographie zu mehreren Zeitpunkten Bilder des Volumenabschnitts erfasst werden, können zeitliche Änderungen (d.h. Änderungen über der Zeit) innerhalb des Volumenabschnitts anhand dieser Bilder oder Bilddaten in Abhängigkeit von den gleichzeitig erfassten physiologischen Signalen erfasst werden, bevor die letzten Bildrohdaten erfasst worden sind.

[0021] Da die Bildrohdaten und die physiologischen Signale von derselben Bilderfassungsanlage erfasst werden, stehen die physiologischen Signale sofort zur Verfügung, so dass anhand der physiologischen Signale die zeitlichen Änderungen innerhalb des Volumenabschnitts, welche auch zu entsprechenden Änderungen der Bilddaten führen, noch während der Erfassung der Bildrohdaten erfasst werden können. Dadurch ist es beispielsweise möglich, das Verfahren frühzeitig abzubrechen, wenn anhand der physiologischen Signale erkannt wird, dass die zeitlichen Änderungen innerhalb des Volumenabschnitts oberhalb eines tolerierbaren Schwellenwerts liegen. Ein solches Vorgehen ist beispielsweise nicht möglich, wenn die physiologischen Signale erst nach dem Erfassen der Bildrohdaten zur Verfügung stehen.

[0022] Beispielsweise kann durch die vorliegende Erfindung bei sogenannten ‚Resting State‘-Untersuchungen anhand der sofort zur Verfügung stehenden physiologischen Signale ein physiologisches Rauschen, welches zu fehlerhaft detektierten Konnektivitäten führt, bereits während der Messung erkannt werden, so dass die Messung frühzeitig abgebrochen werden kann.

[0023] Gemäß einer bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform umfasst das Verfahren folgende weitere Schritte:

- Abspeichern der den rekonstruierten Bilddaten zugehörigen Bild-Zeitstempel in einem vorbestimmten Datenformat. Dabei entspricht der jeweilige Bild-Zeitstempel der rekonstruierten Bilddaten jeweils demjenigen Bild- Zeitstempel, welcher zu

denjenigen Bildrohdaten gehört, aus welchen die jeweiligen Bilddaten rekonstruiert worden sind.

- Abspeichern der Signal-Zeitstempel einschließlich der zugehörigen physiologischen Signale in demselben Datenformat. Mit anderen Worten werden die physiologischen Signale, die Signal-Zeitstempel und die Bild-Zeitstempel alle in demselben Datenformat abgespeichert.

[0024] Dabei wird jeder Bild-Zeitstempel und jeder Signal-Zeitstempel jeweils als ein eigenständiger Eintrag in dem Datenformat abgespeichert.

[0025] Da jeder Bild-Zeitstempel und jeder Signal-Zeitstempel zusammen mit dem zugehörigen physiologischen Signal abgespeichert wird und da jeder Zeitstempel von demselben Taktgeber bzw. von derselben Prozessoreinheit vergeben wird, kann eine Drift der physiologischen Signale bezüglich der Bilddaten (d.h. eine zeitliche Verschiebung der Signal-Zeitstempel gegenüber den Bild-Zeitstempeln) vorteilhafterweise nicht auftreten.

[0026] Insbesondere wird als dasselbe vorbestimmte Datenformat das XML-Format („Extensible Markup Language“) eingesetzt.

[0027] Gemäß einer bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform kann ein bestimmtes Ziel-Datenformat vorgegeben werden, in welchem die physiologischen Signale mit den jeweiligen Signal-Zeitstempeln und/oder die Bild-Zeitstempel (u. U. einschließlich der zugehörigen rekonstruierten Bilddaten) abgespeichert werden sollen. Dabei werden die physiologischen Signale mit den jeweiligen Signal-Zeitstempeln und/oder die Bild-Zeitstempel, welche zusammen in dem vorbestimmten Datenformat abgespeichert sind, (u. U. einschließlich der zugehörigen rekonstruierten Bilddaten) in dem Ziel-Datenformat abgespeichert.

[0028] Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, dass die physiologischen Signale mit den zugehörigen Zeitstempeln und die Bild-Zeitstempel, über welche die zugehörigen rekonstruierten Bilddaten ermittelt werden können, derart in dem vorbestimmten Datenformat (bevorzugt XML) abgespeichert sind, dass anschließend die physiologischen Signale, die Signal-Zeitstempel und die Bild-Zeitstempel (sowie u. U. auch die zugehörigen rekonstruierten Bilddaten) in beliebige Formate überführt werden können. Dadurch muss zum Zeitpunkt der Erfassung (und Abspeicherung) der Bildrohdaten und der physiologischen Signale noch nicht definiert sein, welche Daten für eine anschließende Auswertung relevant sind und in welchem Format die Daten für die anschließende Auswertung abzuspeichern sind.

[0029] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird auch eine Bilderfassungsanlage zum Erfassen von

physiologischen Signalen eines lebenden Untersuchungsobjekts und von Bilddaten eines Volumenabschnitts des Untersuchungsobjekts bereitgestellt. Dabei umfasst die Bilderfassungsanlage eine Prozessoreinheit zur Ansteuerung eines Systems zum Erfassen von Bildrohdaten des Volumenabschnitts und zum Erfassen bzw. Vergeben von Bild-Zeitstempeln, welche jeweils angeben, zu welchem Zeitpunkt die zugehörigen Bildrohdaten erfasst werden. Darüber hinaus ist die Bilderfassungsanlage ausgestaltet, um gleichzeitig mit dem Erfassen der Bildrohdaten mit derselben Prozessoreinheit physiologische Signale von dem Untersuchungsobjekt und zugehörige Signal-Zeitstempel, welche angeben, zu welchem Zeitpunkt die zugehörigen physiologischen Signale erfasst werden, zu erfassen. Daher vergibt dieselbe Prozessoreinheit sowohl die Bild-Zeitstempel als auch die Signal-Zeitstempel.

[0030] Die Vorteile der erfindungsgemäßen Bilderfassungsanlage entsprechen dabei im Wesentlichen den Vorteilen des erfindungsgemäßen Verfahrens, welche vorab im Detail ausgeführt worden sind, so dass hier auf eine Wiederholung verzichtet wird.

[0031] Des Weiteren beschreibt die vorliegende Erfindung ein Computerprogrammprodukt, insbesondere ein Computerprogramm oder eine Software, welche man in einen Speicher einer programmierbaren Steuerung bzw. einer Recheneinheit einer Bilderfassungsanlage laden kann. Mit diesem Computerprogrammprodukt können alle oder verschiedene vorab beschriebene Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgeführt werden, wenn das Computerprogrammprodukt in der Steuerung oder Steuereinrichtung der Bilderfassungsanlage läuft. Dabei benötigt das Computerprogrammprodukt eventuell Programmmittel, z.B. Bibliotheken und Hilfsfunktionen, um die entsprechenden Ausführungsformen der Verfahren zu realisieren. Mit anderen Worten soll mit dem auf das Computerprogrammprodukt gerichteten Anspruch insbesondere ein Computerprogramm oder eine Software unter Schutz gestellt werden, mit welcher eine der oben beschriebenen Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgeführt werden kann bzw. welche diese Ausführungsform ausführt. Dabei kann es sich bei der Software um einen Quellcode (z.B. C++), der noch kompiliert (übersetzt) und gebunden oder der nur interpretiert werden muss, oder um einen ausführbaren Softwarecode handeln, der zur Ausführung nur noch in die entsprechende Recheneinheit bzw. Steuereinrichtung zu laden ist.

[0032] Schließlich offenbart die vorliegende Erfindung einen elektronisch lesbaren Datenträger, z.B. eine DVD, ein Magnetband, eine Festplatte oder einen USB-Stick, auf welchem elektronisch lesbare Steuerinformationen, insbesondere Software (vgl. oben), gespeichert ist. Wenn diese Steuerinformatio-

nen (Software) von dem Datenträger gelesen und in eine Steuereinrichtung bzw. Recheneinheit einer Bilderfassungsanlage gespeichert werden, können alle erfindungsgemäßen Ausführungsformen des vorab beschriebenen Verfahrens durchgeführt werden.

[0033] Die vorliegende Erfindung ermöglicht eine exakte Korrespondenz zwischen den erfassten Bilddaten und den gleichzeitig gemessenen physiologischen Signalen, was auch als Mapping der physiologischen Signale zu den Bilddaten bezeichnet wird und einen zentralen Punkt bei der Korrektur der Bilddaten um physiologische Einflüsse darstellt.

[0034] Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter erfindungsgemäßer Ausführungsformen mit Bezug zu den Figuren im Detail beschrieben.

[0035] In Fig. 1 ist schematisch eine Magnetresonananzanlage als Beispiel einer erfindungsgemäßen Bilderfassungsanlage dargestellt.

[0036] Fig. 2 ist der Flussplan eines erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt.

[0037] In Fig. 3 ist ein erfindungsgemäßes Beispiel dargestellt, bei welchem Daten im XML Format abgespeichert sind.

[0038] Fig. 1 ist eine schematische Darstellung einer Magnetresonananzanlage **5** (eines Magnetresonananz-Bildgebungs- bzw. Kernspintomographiegeräts) als Beispiel einer erfindungsgemäßen Bilderfassungsanlage. Dabei erzeugt ein Grundfeldmagnet **1** ein zeitlich konstantes starkes Magnetfeld zur Polarisation bzw. Ausrichtung der Kernspins in einem Untersuchungsbereich eines Objekts O, wie z.B. eines zu untersuchenden Teils eines menschlichen Körpers, welcher auf einem Tisch **23** liegend in der Magnetresonananzanlage **5** untersucht wird. Die für die Kernspinsonanzmessung erforderliche hohe Homogenität des Grundmagnetfeldes ist in einem typischerweise kugelförmigen Messvolumen M definiert, in welchem der zu untersuchende Volumenabschnitt des menschlichen Körpers angeordnet ist. Zur Unterstützung der Homogenitätsanforderungen und insbesondere zur Eliminierung zeitlich invariabler Einflüsse werden an geeigneter Stelle so genannte Shim-Bleche aus ferromagnetischem Material angebracht. Zeitlich variable Einflüsse werden durch Shim-Spulen **2** eliminiert.

[0039] In den Grundfeldmagneten **1** ist ein zylinderförmiges Gradientenfeldsystem bzw. Gradientenfeldsystem **3** eingesetzt, welches aus drei Teilwicklungen besteht. Jede Teilwicklung wird von einem Verstärker mit Strom zur Erzeugung eines linearen (auch zeitlich veränderbaren) Gradientenfeldes in die jeweilige Richtung des kartesischen Koordinatensystems ver-

sorgt. Die erste Teilwicklung des Gradientenfeldsystems **3** erzeugt dabei einen Gradienten G_x in x-Richtung, die zweite Teilwicklung einen Gradienten G_y in y-Richtung und die dritte Teilwicklung einen Gradienten G_z in z-Richtung. Der Verstärker umfasst einen Digital-Analog-Wandler, welcher von einer Sequenzsteuerung **18** zum zeitrichtigen Erzeugen von Gradientenpulsen angesteuert wird.

[0040] Innerhalb des Gradientenfeldsystems **3** befindet sich eine (oder mehrere) Hochfrequenzantennen **4**, welche die von einem Hochfrequenzleistungsverstärker abgegebenen Hochfrequenzpulse in ein magnetisches Wechselfeld zur Anregung der Kerne und Ausrichtung der Kernspins des zu untersuchenden Objekts O bzw. des zu untersuchenden Bereiches des Objekts O umsetzen. Jede Hochfrequenzantenne **4** besteht aus einer oder mehreren HF-Sendespulen und einer oder mehreren HF-Empfangsspulen in Form einer ringförmigen vorzugsweise linearen oder matrixförmigen Anordnung von Komponentenspulen. Von den HF-Empfangsspulen der jeweiligen Hochfrequenzantenne **4** wird auch das von den präzedierenden Kernspins ausgehende Wechselfeld, d.h. in der Regel die von einer Pulssequenz aus einem oder mehreren Hochfrequenzpulsen und einem oder mehreren Gradientenpulsen hervorgerufenen Kernspinechosignale, in eine Spannung (Messsignal) umgesetzt, welche über einen Verstärker **7** einem Hochfrequenz-Empfangskanal **8** eines Hochfrequenzsystems **22** zugeführt wird. Das Hochfrequenzsystem **22**, welches Teil einer Steuereinrichtung **10** der Magnetresonananzanlage **5** ist, umfasst weiterhin einen Sendekanal **9**, in welchem die Hochfrequenzpulse für die Anregung der magnetischen Kernresonanz erzeugt werden. Dabei werden die jeweiligen Hochfrequenzpulse aufgrund einer vom Anlagerechner **20** vorgegebenen Pulssequenz in der Sequenzsteuerung **18** digital als Folge komplexer Zahlen dargestellt. Diese Zahlenfolge wird als Real- und als Imaginärteil über jeweils einen Eingang **12** einem Digital-Analog-Wandler im Hochfrequenzsystem **22** und von diesem einen Sendekanal **9** zugeführt. Im Sendekanal **9** werden die Pulssequenzen einem Hochfrequenz-Trägersignal aufmoduliert, dessen Basisfrequenz der Resonanzfrequenz der Kernspins im Messvolumen entspricht.

[0041] Die Umschaltung von Sende- auf Empfangsbetrieb erfolgt über eine Sende-/Empfangsweiche **6**. Die HF-Sendespulen der Hochfrequenzantenne(n) **4** strahlt/en die Hochfrequenzpulse zur Anregung der Kernspins in das Messvolumen M ein und resultierende Echosignale werden über die HF-Empfangsspule(n) abgetastet. Die entsprechend gewonnenen Kernresonanzsignale werden im Empfangskanal **8'** (erster Demodulator) des Hochfrequenzsystems **22** phasenempfindlich auf eine Zwischenfrequenz demoduliert, im Analog-Digital-Wandler (ADC) digitalisiert und über den Ausgang **11** ausgegeben. Dieses

Signal wird noch auf die Frequenz **0** demoduliert. Die Demodulation auf die Frequenz **0** und die Trennung in Real- und Imaginärteil findet nach der Digitalisierung in der digitalen Domäne in einem zweiten Demodulator **8** statt. Durch einen Bildrechner **17** wird aus den dergestalt über einen Ausgang **11** gewonnenen Messdaten ein MR-Bild rekonstruiert. Die Verwaltung der Messdaten, der Bilddaten und der Steuerprogramme erfolgt über den Anlagenrechner **20**. Aufgrund einer Vorgabe mit Steuerprogrammen kontrolliert die Sequenzsteuerung **18** die Erzeugung der jeweils gewünschten Pulssequenzen und das entsprechende Abtasten des k-Raumes. Insbesondere steuert die Sequenzsteuerung **18** dabei das zeitrichtige Schalten der Gradienten, das Aussenden der Hochfrequenzpulse mit definierter Phasenamplitude sowie den Empfang der Kernresonanzsignale. Die Zeitbasis für das Hochfrequenzsystem **22** und die Sequenzsteuerung **18** wird von einem Synthesizer **19** zur Verfügung gestellt. Die Auswahl entsprechender Steuerprogramme zur Erzeugung eines MR-Bildes, welche z.B. auf einer DVD **21** gespeichert sind, sowie die Darstellung des erzeugten MR-Bildes erfolgt über ein Terminal **13**, welches eine Tastatur **15**, eine Maus **16** und einen Bildschirm **14** umfasst.

[0042] Darüber hinaus umfasst die Magnetresonanzenanlage **5** einen Pulsmesser **25**, über welchen gleichzeitig mit dem Erfassen der Echosignale oder Bildrohdaten ein Puls des Untersuchungsobjekts **O** erfasst wird. Die Steuerung dieses Pulsmessers **25** und die Steuerung der Erfassung der Echosignale oder Bildrohdaten erfolgt dabei durch einen Zeitgeber **24** des Bildrechners **17**, wobei dieser Zeitgeber **24** sowohl die Signal-Zeitstempel pro erfasstem physiologischen Signal (in diesem Fall pro erfasstem Pulswert) als auch die Bild-Zeitstempel pro erfasstem Bildrohdaten vergibt. Somit steuert der Zeitgeber **24** auch die Sequenzsteuerung **18**.

[0043] In Fig. 2 ist der Flussplan eines erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt.

[0044] Im Schritt S1 werden die Bildrohdaten eines Volumenabschnitts eines Untersuchungsobjekts erfasst, wobei Bild-Zeitstempel vergeben werden, welche jeweils angeben, zu welchem Zeitpunkt die zugehörigen Bildrohdaten erfasst wurden. Gleichzeitig zum Schritt S1 werden im Schritt S2 physiologische Signale des Untersuchungsobjekts erfasst und Signal-Zeitstempel vergeben, welche jeweils angeben, zu welchem Zeitpunkt das zugehörige physiologische Signal erfasst wurde. Wichtig ist dabei, dass die Steuerung sowohl der Erfassung der Bildrohdaten als auch der Erfassung der physiologischen Signale von derselben Prozesseinheit durchgeführt wird, so dass sowohl die Bild-Zeitstempel als auch die Signal-Zeitstempel von demselben Taktgeber oder derselben Prozesseinheit vergeben werden.

[0045] Im Schritt S3 werden aus den Bildrohdaten die Bilddaten rekonstruiert. Da die physiologischen Signale und die Bildrohdaten von derselben Bilderfassungsanlage erfasst werden, welche auch die Rekonstruktion der Bilddaten durchführt, können die rekonstruierten Bilddaten sofort abhängig von den physiologischen Signalen ausgewertet werden.

[0046] Im Schritt S4 werden die zu den Bilddaten zugehörigen Bild-Zeitstempel und die physiologischen Signale mit den zugehörigen Signal-Zeitstempeln im selben Format (bevorzugt XML) in derselben Datei abgespeichert.

[0047] In Fig. 3 ist der Ausschnitt einer Datei dargestellt, in welcher die erfassten physiologischen Signale mit ihren zugehörigen Signal-Zeitstempeln und Bild-Zeitstempel im XML-Format erfindungsgemäß abgespeichert sind.

[0048] Die erfindungsgemäße Abspeicherung ermöglicht vorteilhafterweise, eine direkte Zuordnung zwischen den physiologischen Informationen bzw. Signalen und den Bilddaten herzustellen. Diese Datei kann anschließend in eine DICOM-konforme Struktur überführt werden, um die in der Datei enthaltenen Daten in einer Bilddatenbank oder in einem sogenannten PACS („Picture Archiving and Communication System“) langfristig zu speichern. Dabei sind in dieser Bilddatenbank oder in diesem PACS insbesondere auch die rekonstruierten Bilddaten in einer Form abgespeichert, so dass man die jeweiligen Bilddaten den zugehörigen Bild-Zeitstempeln zuordnen kann.

[0049] Im ersten Teil der Datei, welcher durch ‚VolumeAcquisitionDescription‘ eingeleitet wird, befinden sich Bild-Zeitstempel. Dabei existieren zum einen Bild-Zeitstempel, welche jeweils angeben, zu welchem Zeitpunkt mit einer (neuen) Erfassung der Bildrohdaten des Volumenabschnitts begonnen wird, und zum anderen existieren Bild-Zeitstempel, welche jeweils angeben, zu welchem Zeitpunkt mit dem Erfassen der Bildrohdaten einer bestimmten Schicht des Volumenabschnitts begonnen wird. Die Angabe des Zeitpunkts erfolgt bei jedem Zeitstempel in Tics seit Mitternacht, wobei ein Tic 2,5 ms entspricht.

[0050] Im zweiten Teil der Datei, welcher durch ‚PhysioStream TYPE‘ eingeleitet wird, erfolgt die Beschreibung der physiologischen Daten oder Signale. Dabei wird jeder physiologische Kanal (d.h. jede Quelle für physiologische Signale) getrennt in einem ‚PhysioStream‘ codiert und jeder Datenpunkt umfasst neben seinem zugehörigen Signal-Zeitstempel den physiologischen Messwert und optional ein ‚SIGNAL‘. Das Signal kann zur Initiierung einer bestimmten Messung zu jeweils nach physiologischen Gesichtspunkten identischen Zeitpunkten (z.B. bei jedem gleichen Zustand des Herzzyklus) eingesetzt

werden. Bei dem Erfassen von Bilddaten für eine funktionale Tomographie erfolgt die Messung jedoch in der Regel nicht in zeitlicher Abhängigkeit von bestimmten Signalen, sondern kontinuierlich.

[0051] Vorteilhafterweise ermöglicht die in **Fig. 3** dargestellte Abspeicherung der physiologischen Signale, dass physiologische Signale von mehreren Quellen für physiologische Signale (d.h. von mehreren physiologischen Kanälen) zusammen abgespeichert werden können, auch wenn die physiologischen Signale mit unterschiedlichen Abtastfrequenzen abgetastet werden. Beispielsweise werden gemäß **Fig. 3** die physiologischen Signale vom Typ ‚PULS‘ (d.h. der Puls des Untersuchungsobjekts) in einem Abstand von 5 ms (entspricht zwei Tics) abgetastet, während die physiologischen Signale vom Typ ‚RESP‘ (die Atmung des Untersuchungsobjekts) in einem Abstand von 20 ms (entspricht 7 oder 8 Tics) erfasst werden.

[0052] Anhand des in **Fig. 3** dargestellten erfindungsgemäßen Formats zur Abspeicherung können auch beliebige Akquisitionsreihenfolgen von Schichten des Volumenabschnitts hinterlegt werden, da für jede Schicht über den zugehörigen Bild-Zeitstempel angegeben wird, zu welchem Zeitpunkt die Bildrohdaten dieser Schicht erfasst wurden. Beispielsweise werden die 49 Schichten von 60 Volumen in der **Fig. 3** verschachtelt abgetastet, indem zuerst für jedes Volumen die Schichten in der Reihenfolge ID = „0“, „2“, „4“, ..., „48“, „1“, „3“, ..., „47“ abgetastet werden, wie es aus der Zeitangabe in jedem Zeitstempel ersichtlich wird. Jedes der 60 Volumen beschreibt dabei den vorbestimmten Volumenabschnitt und fasst dabei quasi die Bilddaten seiner 49 Schichten zusammen, welche innerhalb eines jeweiligen bestimmten Zeitintervalls vom Volumenabschnitt erfasst wurden.

[0053] Die in **Fig. 3** dargestellte XML-Beschreibung einer Messung kann als sogenanntes non image DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) in einer Bilddatenbank abgespeichert werden, in welcher insbesondere auch die zugehörigen rekonstruierten Bilddaten im DICOM-Standard abgespeichert sind. In dem sogenannten DICOM-Tag des non image DICOM, in welchem die XML-Beschreibung abgespeichert ist, können neben einer genauen Beschreibung der Messung bzw. Erfassung der Bildrohdaten eine Vielzahl von Informationen über diese Messung enthalten sein. Unter anderem können der Name und andere Daten des Untersuchungsobjekts hinterlegt sein.

[0054] Die erfindungsgemäß im XML-Format abgespeicherten Daten, wie sie in **Fig. 3** beispielhaft dargestellt sind, können in eine beliebige textartige Darstellung von bestimmten in den abgespeicherten Daten enthaltenen Informationen überführt werden. Dazu kann beispielsweise ein benutzerdefiniertes XSLT-Stylesheet eingesetzt werden.

Mit anderen Worten kann zu einem beliebigen Zeitpunkt nach dem Erfassen und Abspeichern der Bilddaten und physiologischen Signale definiert werden, welche physiologischen Informationen für eine Auswertung benötigt werden. In Abhängigkeit davon kann dann eine geeignete Umsetzung der erfindungsgemäß abgespeicherten Daten erfolgen, um diese in ein gewünschtes Ziel-Format umzusetzen. Dadurch können beispielsweise auch existierende und erfindungsgemäß abgespeicherte Daten durch zukünftige, neuartige Auswertungsverfahren ausgewertet werden, ohne die Daten erneut erfassen zu müssen.

[0055] Die Abspeicherung der physiologischen Signale in der Bilddatenbank als (non image) DICOM-Bild weist zusammenfassend folgende Vorteile auf:

- Es ist keine manuelle Dateiverwaltung erforderlich, da die physiologischen Signale direkt zusammen mit den Bilddaten abgespeichert sind.
- Die physiologischen Signale können direkt den Bilddaten zugeordnet werden, so dass auch eine zukünftige automatisierte Verarbeitung der physiologischen Signale unterstützt wird.
- Im non image DICOM-Bild können weitere Informationen, beispielsweise über das Erfassen der Daten und das Untersuchungsobjekt abgelegt werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 2004/0102693 A1 [0002]
- DE 602005005924 T2 [0003]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen von physiologischen Signalen und Bilddaten eines Volumenabschnitts eines Untersuchungsobjekts (O) mit derselben Bilderfassungsanlage (5),

wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:
Erfassen von Bildrohdaten des Volumenabschnitts, Erfassen von Bild-Zeitstempeln, zu welchen bestimmte der Bildrohdaten erfasst werden, Erfassen der physiologischen Signale von dem Untersuchungsobjekt gleichzeitig mit dem Erfassen der Bildrohdaten, und Erfassen von Signal-Zeitstempeln, zu welchen bestimmte der physiologischen Signale erfasst werden, wobei das Erfassen der Bildrohdaten und das Erfassen der physiologischen Signale von derselben Prozessoreinheit der Bilderfassungsanlage (5) gesteuert wird, so dass sowohl die Bild-Zeitstempel als auch die Signal-Zeitstempel von derselben Prozessoreinheit vergeben werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass für jedes physiologische Signal ein zugehöriger Zeitstempel erfasst wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bildrohdaten schichtweise erfasst werden, und dass die Bild-Zeitstempel für jede erfasste Schicht einen Zeitstempel umfassen, zu welchem die Bildrohdaten der Schicht erfasst werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bilderfassungsanlage eine Magnetresonanzanlage (5) ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Erfassen der physiologischen Signale ein gleichzeitiges Erfassen von physiologischen Signalen von verschiedenen Quellen für physiologische Signale umfasst.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren ein Rekonstruieren von Bilddaten aus den Bildrohdaten umfasst.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zeitliche Änderungen innerhalb des Volumenabschnitts anhand der Bilddaten abhängig von den physiologischen Signalen erfasst werden, bevor letzte der Bildrohdaten erfasst sind.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren folgende weitere Schritte umfasst:

Abspeichern der Bild-Zeitstempel in einem vorbestimmten Datenformat, und

Abspeichern der physiologischen Signale und der zugehörigen Signal-Zeitstempel in demselben Datenformat,

wobei jeder Bild-Zeitstempel und jeder Signal-Zeitstempel jeweils als ein eigenständiger Eintrag in dem Datenformat abgespeichert werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das dasselbe vorbestimmte Datenformat das XML-Format ist.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein bestimmtes Ziel-Datenformat, in welchem die physiologischen Signale mit den zugehörigen Signal-Zeitstempeln und/oder die Bild-Zeitstempel abzuspeichern sind, vorgegeben wird, und dass die physiologischen Signale mit den zugehörigen Signal-Zeitstempeln und/oder die Bild-Zeitstempel, welche in dem Datenformat abgespeichert sind, in dem Ziel-Datenformat abgespeichert werden.

11. Bilderfassungsanlage zum Erfassen von physiologischen Signalen und Bilddaten eines Volumenabschnitts eines Untersuchungsobjekts (O), wobei die Bilderfassungsanlage (5) eine Prozessoreinheit (10) zur Ansteuerung eines Systems (3, 4) zum Erfassen von Bildrohdaten des Volumenabschnitts und zum Erfassen von Bild-Zeitstempeln, zu welchen bestimmte der Bildrohdaten erfasst werden, umfasst, wobei die Bilderfassungsanlage (5) ausgestaltet ist, um gleichzeitig mit dem Erfassen der Bildrohdaten mit der Prozessoreinheit (10) physiologische Signale von dem Untersuchungsobjekt (O) und Signal-Zeitstempel, zu welchen bestimmte der physiologischen Signale erfasst werden, zu erfassen, so dass dieselbe Prozessoreinheit (10) sowohl die Bild-Zeitstempel als auch die Signal-Zeitstempel vergibt.

12. Bilderfassungsanlage nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bilderfassungsanlage (5) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1–10 ausgestaltet ist.

13. Computerprogrammprodukt, welches ein Programm umfasst und direkt in einen Speicher einer programmierbaren Steuereinrichtung (10) einer Bilderfassungsanlage (5) ladbar ist, mit Programm-Mitteln, um alle Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1–10 auszuführen, wenn das Programm in der Steuereinrichtung (10) der Bilderfassungsanlage (5) ausgeführt wird.

14. Elektronisch lesbarer Datenträger mit darauf gespeicherten elektronisch lesbaren Steuerinformationen, welche derart ausgestaltet sind, dass sie bei Verwendung des Datenträgers (21) in einer Steuer-

einrichtung (10) einer Bilderfassungsanlage (5) das
Verfahren nach einem der Ansprüche 1–10 durchfüh-
ren.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

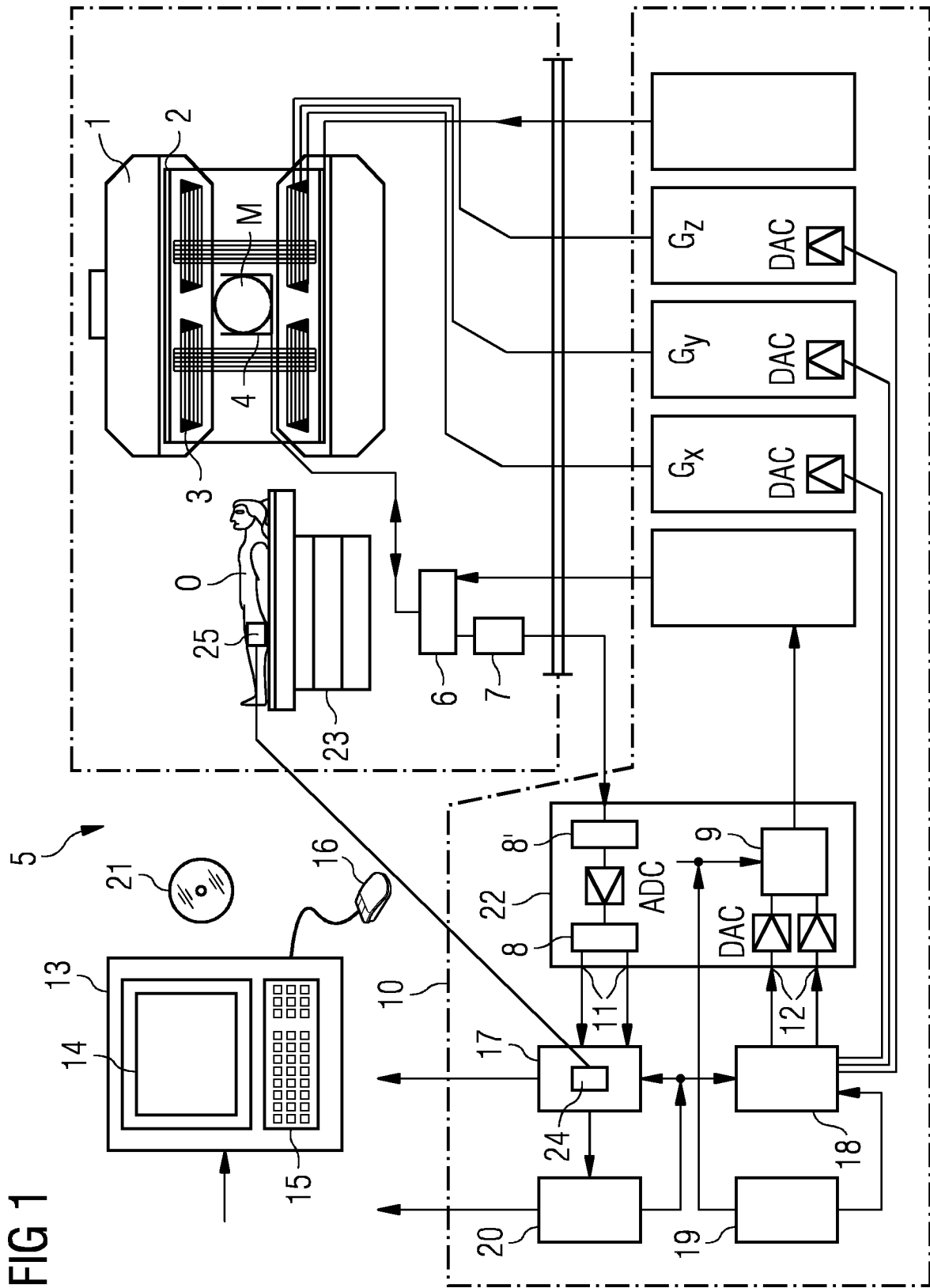


FIG 1

FIG 2

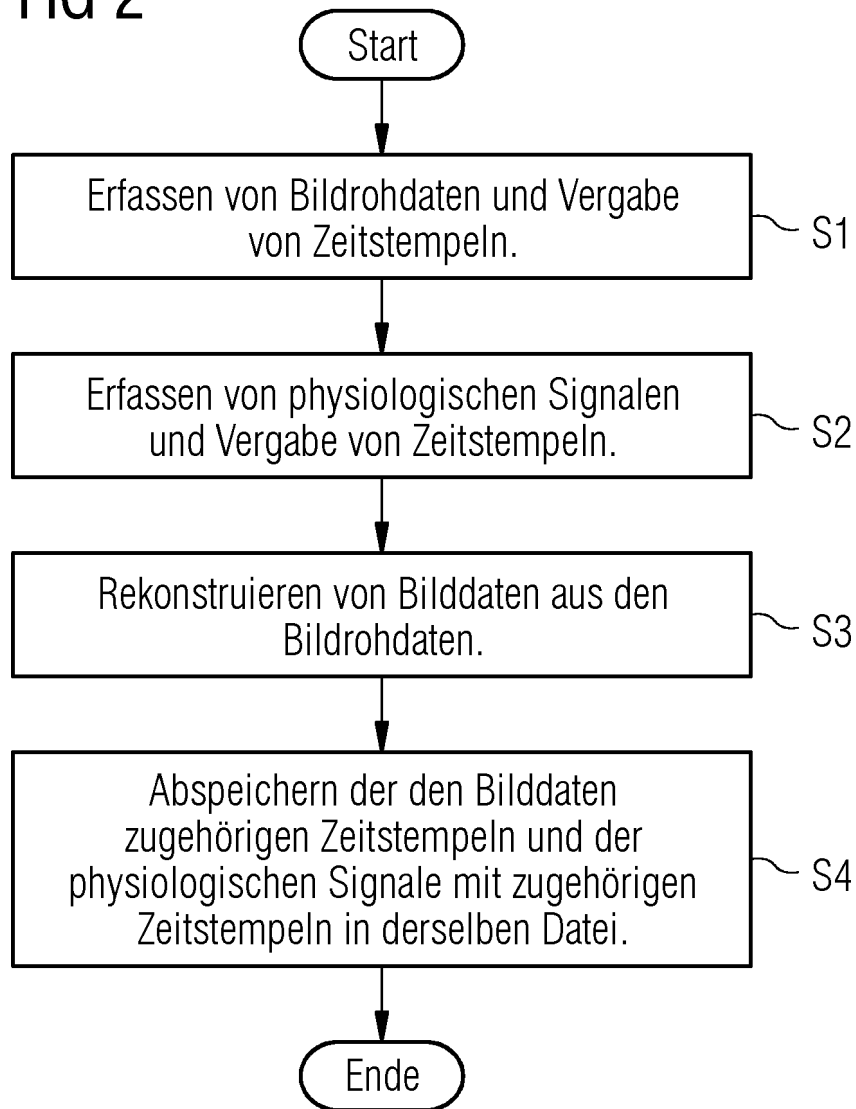


FIG 3

```

<PhysioData>
  <VolumeAcquisitionDescription>
    <Volume ID="0" ACQUISITION TIME TICS="18481544">>
      <AnatomSlice ID="0" ACQUISITION TIME TICS="18481544"/>
      <AnatomSlice ID="1" ACQUISITION TIME TICS="18482357"/>
      <AnatomSlice ID="2" ACQUISITION TIME TICS="18481577"/>
      <AnatomSlice ID="3" ACQUISITION TIME TICS="18482389"/>
      ...
      <AnatomSlice ID="47" ACQUISITION TIME TICS="18483104"/>
      <AnatomSlice ID="48" ACQUISITION TIME TICS="18482324"/>
    </Volume>
    <Volume ID="1" ACQUISITION TIME TICS="18483144"/>
      <AnatomSlice ID="0" ACQUISITION TIME TICS="18483144"/>
      <AnatomSlice ID="1" ACQUISITION TIME TICS="18483957"/>
      ...
      <AnatomSlice ID="47" ACQUISITION TIME TICS="18484704"/>
      <AnatomSlice ID="48" ACQUISITION TIME TICS="18483924"/>
    </Volume>
    ...
    <Volume ID="59" ACQUISITION TIME TICS="18575944"/>
      <AnatomSlice ID="0" ACQUISITION TIME TICS="18575944"/>
      <AnatomSlice ID="1" ACQUISITION TIME TICS="18576757"/>
      ...
      <AnatomSlice ID="47" ACQUISITION TIME TICS="18577504"/>
      <AnatomSlice ID="48" ACQUISITION TIME TICS="18576724"/>
    </Volume>
  </VolumeAcquisitionDescription>
  <PhysioStream TYPE="PULS">
    <PMU TIME TICS="18476111" DATA="2013"/>
    <PMU TIME TICS="18476113" DATA="1993"/>
    <PMU TIME TICS="18476115" DATA="1978"/>
    <PMU TIME TICS="18476117" DATA="1964"/>
    <PMU TIME TICS="18476119" DATA="1950"/>
    <PMU TIME TICS="18476121" DATA="1941"/>
    <PMU TIME TICS="18476123" DATA="1937"/>
    <PMU TIME TICS="18476125" DATA="1936"/>
    <PMU TIME TICS="18476127" DATA="1936"/>
    <PMU TIME TICS="18476129" DATA="1937"/>
    <PMU TIME TICS="18476131" DATA="1936"/>
    ...
    <PMU TIME TICS="18479984" DATA="2860"/>
    <PMU TIME TICS="18479986" DATA="2858"/> SIGNAL="536870912"/>
    <PMU TIME TICS="18479988" DATA="2852"/>
    ...
  </PhysioStream>
  <PhysioStream TYPE="RESP">
    <PMU TIME TICS="18476111" DATA="1149"/>
    <PMU TIME TICS="18476119" DATA="1105"/>
    <PMU TIME TICS="18476127" DATA="1047"/>
    <PMU TIME TICS="18476135" DATA="989"/>
    <PMU TIME TICS="18476143" DATA="960"/>
    <PMU TIME TICS="18476150" DATA="917"/>
    <PMU TIME TICS="18476158" DATA="888"/>
    <PMU TIME TICS="18476166" DATA="859"/>
    <PMU TIME TICS="18476174" DATA="859"/>
    <PMU TIME TICS="18476182" DATA="844"/>
    <PMU TIME TICS="18476190" DATA="844"/>
    <PMU TIME TICS="18476198" DATA="830"/>
    <PMU TIME TICS="18476206" DATA="873"/>
    <PMU TIME TICS="18476214" DATA="902"/>
    ...
  </PhysioStream>
</PhysioData>

```